

СВЕРХТОЧНЫЕ ПОДШИПНИКИ



СВЕРХТОЧНЫЕ ПОДШИПНИКИ



Полностью отпечатано на вторичной бумаге.

Каталог № E1254 2003 C-11 Отпечатано в Японии © NSK Ltd. 2003

Введение

При современном развитии технологий на производителей всего мира возлагается равная ответственность по сбережению и защите окружающей среды. Продукция NSK Motion and Control является отражением взглядов нашей корпорации на ответственность за окружающую среду. Наши изделия не только улучшают эксплуатационные качества машин во множестве отраслей промышленности, но и сберегают энергию и природные ресурсы благодаря сверхточным технологиям механообработки.



В целях удовлетворения требований в высшей степени специализированной отрасли станкостроения мы усовершенствовали абсолютно все аспекты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые проводятся в наших технологических центрах. Благодаря этому прецизионные подшипники NSK широко применяются во многих отраслях промышленности - например, в производстве полупроводниковых приборов и промышленных роботов, - и пользуются заслуженной репутацией изделий превосходного качества. Приобретение корпорацией NSK европейской компании RHP позволило нам объединить наши знания и опыт, а также конструктивные возможности. Вследствие этого наши подшипники получили известность за исключительную точность и надежность.

В данном каталоге содержатся технические сведения, куда входит информация о наших последних разработках и испытаниях, разнообразных прикладных программах, моделях выпускаемых прецизионных подшипников и эксплуатации каждой конкретной модели подшипника.

NSK
*Сверхточные
ПОДШИПНИКИ*





Оглавление

Часть 1. Сверхточные подшипники NSK стр. 4-9

- Глобальная сеть стр. 4
- Научные исследования и опытно-конструкторские разработки стр. 6
- Контроль качества и технология производства стр. 8

Часть 2. Характеристики прецизионных подшипников стр. 10-29

- Металлургическая технология продления срока службы подшипников стр. 12
- Керамические элементы качения стр. 14
- Сепараторы стр. 16
- Номенклатура выпускаемой продукции стр. 18
- Эксплуатационные характеристики каждого типа подшипника стр. 20-29

Часть 3. Подбор прецизионных подшипников стр. 30-41

Часть 4. Типы подшипников стр. 42-117

- 1. Радиально-упорные шариковые подшипники (РУШП) стр. 42-74
- 2. Цилиндрические роликовые подшипники (ЦРП) стр. 76-85
- 3. Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом стр. 86-95
- 4. Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом для шарико-винтовых опор стр. 96-103
- 5. Прецизионные радиальные шариковые подшипники стр. 104-109
- 6. Калибры и воздушно-масляные смазочные материалы стр. 110-117

Часть 5. Техническое руководство стр. 118-175

Часть 6. Уход за подшипниками стр. 176-197

Часть 7. Приложения стр. 198-210

NSK Глобальная сеть

Глобальная сеть NSK служит ключом к нашей способности разрабатывать новые продукты, объединяющие в себе самые современные технологии.

Наша сеть объединяет торговые филиалы, оптовые базы, производственные объекты и технологические центры и позволяет нам получать самую свежую информацию от любого из этих объектов. Поступающие данные мгновенно делаются доступными для любого сегмента сети, что способствует изготовлению изделий высшего качества. В рамках нашей глобальной системы производятся и такие действия, как принятие и оформление заказов, поставка товаров и техническое обслуживание клиентов. Неважно, сколь тяжела или сложна стоящая перед нами задача, - компания NSK незамедлительно принимается за ее решение.

Глобальная сеть NSK подразумевает отличную продукцию и превосходный сервис.



Корпорация NSK организовала систему коммуникаций, которая связывает основные мировые рынки, расположенные в Европе, Азии, Японии, Северной и Южной Америках. С помощью этой чрезвычайно развитой системы

мы в реальном времени делимся друг с другом информацией о тенденциях и переменах на каждом из этих рынков. В результате мы приобретаем возможность быстро реагировать на изменения потребностей наших покупателей и поставлять им лучшую продукцию высочайшего качества. Наша всемирная сеть превращает NSK в поистине глобальную компанию. Мы способны переступать границы и препятствия ради удовлетворения нужд наших клиентов по всему миру.



Где бы ни находился наш клиент, глобальная сеть поддержки компании NSK всегда рядом.

Благодаря нашей глобальной сети мы можем принимать заказы и делать поставки в любую точку земного шара. Компании-дистрибьюторы NSK располагаются по всему миру и хранят на всех основных объектах и рынках запас самых важных изделий нашей корпорации, благодаря чему мы обладаем возможностью безотлагательной поставки товаров покупателю. Наряду с тем NSK обеспечивает клиентам техническую поддержку во всемирном масштабе, помогая покупателям определиться с выбором наилучших подшипников для каждого конкретного применения, быстро предоставляя ответы на любые вопросы и успешно и незамедлительно решая любые проблемы, которые могут возникнуть у наших клиентов.

<http://www.nsk.com>



- Петерли
- Ньюарк
- Мэйденхед
- Варшава
- Кельце
- Лейпциг
- Ратинген
- Штутгарт
- Мюндеркинген
- Париж
- Милан
- Турин
- Барселона
- Стамбул



Информационные системы обеспечивают клиентам св

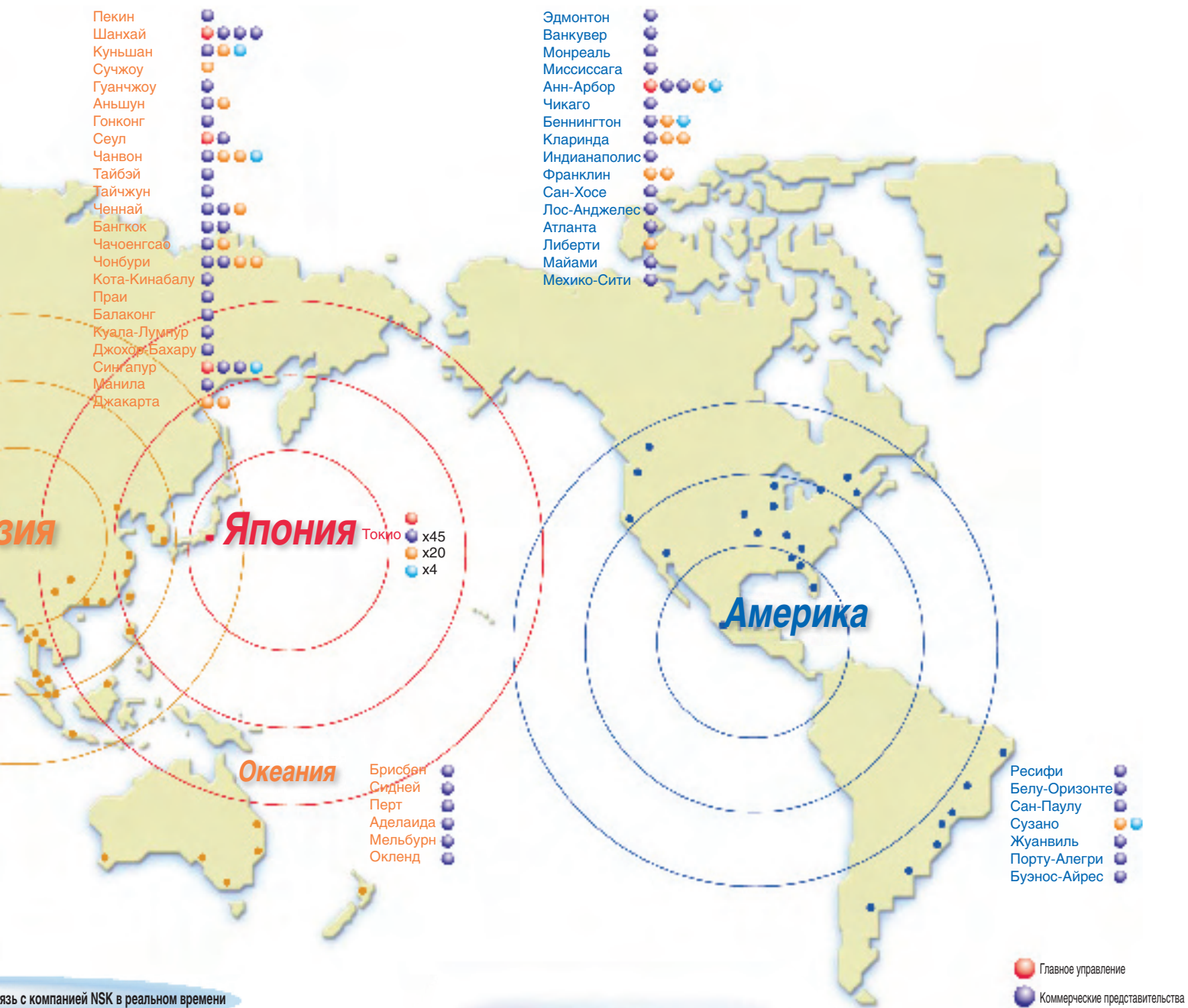


CHANCE II Система Интернет-коммуникаций

Эта система предоставляет клиентам доступ к такой информации, как сведения о наличных товарах, продукции, ценообразовании и технических данных, а также позволяет делать заказы через Интернет. При помощи сети Интернет возможно также загружать данные CAD и программное обеспечение, например, приложения по вычислению долговечности подшипника.

ШАНС II

Удобная и полезная операционная среда доступа для NSK Communication Exchange II



Связь с компанией NSK в реальном времени



PLANETS
Удобный канал связи от Advanced NSK
E-business Technology System



Поддерживая друг с другом связь по нашей глобальной сети, технологические центры в Европе, Америке и Японии непрерывно обмениваются идеями, что отражает всестороннюю приверженность компании NSK делу научных исследований и конструкторских разработок.

Важнейшей для NSK технологией является трибология (изучение трения и изнашивания). Посредством уменьшения степени трения и износа можно беречь энергию и сохранять природные ресурсы, предотвращая таким образом повреждения механизмов и увеличивая их надежность. Компания NSK располагает тремя технологическими центрами, которые находятся в Европе, США и Японии. Эти центры сосредоточены на исследованиях в области трибологии, рассматриваемой как средство для развития новейших технологий. Технологические центры обеспечивают поддержку покупателям в своих регионах и постоянно поддерживают связь друг с другом посредством нашей глобальной сети, делясь самой последней информацией и новейшими данными. Японский технологический центр непосредственным образом предоставляет услуги технической поддержки азиатским покупателям. Одновременно этот центр занимается сбором систематической информации о требованиях рынков Европы, Азии и Америки с целью выяснения возникающих там потребностей и тенденций и последующего наступательного развития следующего поколения наших товаров.

Предлагаем новый подход к понятию ценностей **Развитие новых технологий**

Компания NSK занимается развитием четырех основных технологий: анализа, материалов, смазывания и оценивания. Применяя данные технологии, NSK производит новые продукты, которые удовлетворяют исключительные требования каждого отдельного применения. Этот подход по-настоящему ценен для наших клиентов.

Изделия по индивидуальным заказам **для уникальных задач покупателей**

Каждый технологический центр занимается тесной работой с нашими клиентами, определяя точные потребности их прикладных систем. Таким путем мы можем помочь покупателю найти тот продукт NSK, который вернее всего подходит для каждого конкретного применения, в результате чего достигается максимальная производительность и эффективность затрат. По требованию заказчика мы можем изготовить продукт по нужным ему техническим условиям, чтобы удовлетворить его потребность в высокоспециализированных изделиях.

Службы работы с покупателями в технологических центрах

Помимо основных исследований, технологические центры обеспечивают техническую поддержку клиентам в своих регионах. Благодаря этой поддержке наши покупатели работают с продукцией NSK, которая поддерживается в наилучшем состоянии, и достигают максимально возможной эффективности производства.



Технологии анализа

Технологии оценивания

Т Р И Б О



Технологии смазывания

Технологии материалов



Центр технологии подшипников
(Япония)



Европейский технологический центр
(Англия)



Американский технологический центр
(США)

NSK Качество и производство

Мы применяем новейшие технологии производства и процедуры контроля качества – и выпускаем изделия, высочайшая точность которых признается по всему миру.

Прецизионные подшипники NSK обладают наивысшей степенью качества благодаря нашим производственным возможностям, современному оборудованию, всесторонним экспертным знаниям в области промышленности, а также приверженности процедурам тщательного контроля качества, проводимым на каждом этапе производственного процесса и на всех объектах NSK.

Технологии производства высокоточных изделий

Для поддержания репутации нашей компании как производителя прецизионных подшипников высочайшей в мире степени точности все наши прецизионные подшипники проверяются с нанометрической точностью.



Глобальное производство: Англия и Япония

Прецизионные подшипники NSK производятся как в Англии, так и в Японии. Совместный опыт данных производственных объектов, их универсальное расположение позволяют нам удовлетворять потребности абсолютно каждого заказчика.



Завод NSK в Ньюарке



Завод NSK в Фудзисаве

Доскональный контроль качества и ответственность за окружающую среду

Компания NSK обладает сертификатом МС 9001, и каждый производственный объект NSK твердо придерживается одних и тех же жестких стандартов контроля качества.

Постоянная проверка качества является частью производственного процесса и служит для обеспечения одинаково высокой степени качества для всех наших изделий. Наша компания получила также сертификат МС 14001, и все наши объекты придерживаются высочайшего уровня ответственности за окружающую среду.



Сертификат МС 14001



Сертификат МС 9001



Эмблема NSK

Золотистая коробочка NSK - ваша гарантия абсолютного уровня качества продукции.



Фото предоставлено NASDA
(Национальное управление по освоению
космического пространства, Япония)

КЦИЯ БУДУЩЕГО



Завод в Ньюарке



Изготовление подшипников
(завод в Ньюарке)



Процедура контроля
(завод в Фудзисаве)



Процесс станочной обработки
(завод в Фудзисаве)

Высокая производительность нового поколения: прецизионные подшипники NSK

Качество **NSK**



Мы стремимся к ИДЕАЛУ.

Компания NSK непрерывно бросает вызов современности, чтобы исследовать новые возможности. Поскольку наша стратегия проектирования не позволяет компрометировать качество продукции, мы стараемся разрабатывать технологии тотального решения проблем. Используя самые современные материалы и аналитические технологии, мы конструируем и производим исключительно высокоэффективные прецизионные подшипники. NSK всегда будет бороться за качество и эффективность, которые будут востребованы в новом поколении подшипников.

Прецизионные подшипники NSK известны своим долгим сроком службы и высокой производительностью.

1. В зависимости от конкретного применения и условий эксплуатации существуют следующие варианты выбора:



Стандартные подшипники

Стандартная серия прецизионных подшипников NSK включает широкий диапазон размеров изделий и соответствует стандартам МС. Кольца подшипников изготавливаются из стали Z (беспримесной подшипниковой стали SUJ2), что продлевает срок службы изделия.

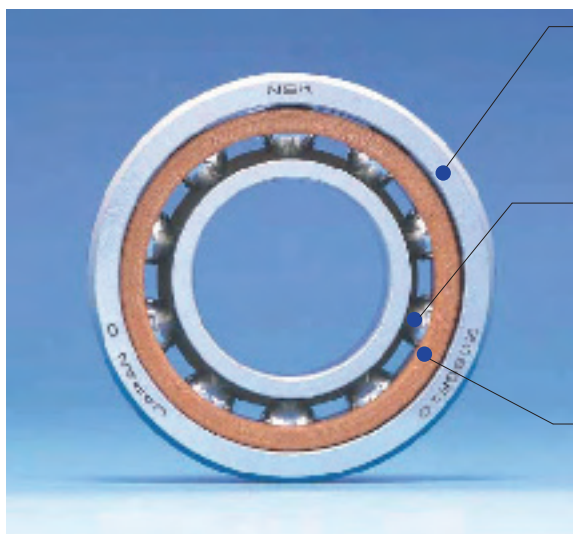
Высокопроизводительные подшипники для механических станков

Используя новые технологии материалов и анализа для оптимизации конструкции подшипников для высокоскоростных операций, NSK разработала серию высокопроизводительных подшипников ROBUST для шпинделей механических станков.

Подшипники по индивидуальным заказам

NSK обеспечивает изготовление подшипников по индивидуальному заказу с использованием материалов с улучшенными свойствами и оптимальной конструкцией, удовлетворяющей требованиям каждого конкретного применения и условиям эксплуатации.

2. Компоненты подшипников NSK, проходящие контроль качества



Материал дорожек качения

В целях продления срока службы подшипников NSK использует только специально отобранные материалы, например, сталь Z или EP. Сталь марки SHX обеспечивает сопротивление заеданию на сверхвысоких скоростях.

Материал элементов качения

Подшипники NSK обладают хорошими рабочими характеристиками при высоких эксплуатационных скоростях, что достигается посредством использования стальных шариков со сверхточными или высокопроизводительными керамическими элементами качения малого веса.

Сепаратор

Сепараторы NSK, изготавливаемые из стандартных материалов, например, феноло-альдегидного полимера, полиамида и нового специального полимера, обладают преимуществами термостойкости, облегченного веса и высокой жесткости. Сепараторы NSK обеспечивают надежность эксплуатации во множестве применений.

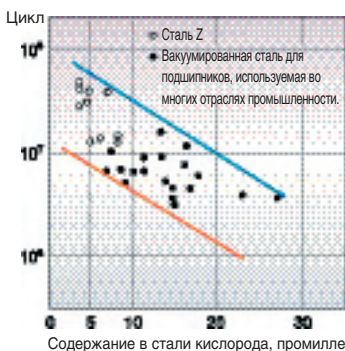
Усовершенствованные материалы в сочетании с процедурами строгого контроля качества делают подшипники NSK долговечными и высокопроизводительными изделиями.

Хорошо известно, что на роликовую усталостную долговечность высокоуглеродистой хромосодержащей подшипниковой стали (SAE52100, SUJ2), применяемой для подшипников качения, в значительной степени воздействуют неметаллические включения. Испытания на долговечность показывают, что оксидные неметаллические примеси оказывают на роликовую усталостную долговечность особенно неблагоприятный эффект. Совместно с предприятием-поставщиком стали компания NSK усовершенствовала процесс и режим производства стали, чтобы в значительной мере сократить количество примесей и тем самым добиться снижения количества оксидных неметаллических включений. Результатом явилась долговечная сталь марок Z и EP.

Долговечный материал **Сталь Z**

Характеристики стали Z

Сталь Z производят путем сокращения количества содержащихся в стали неметаллических включений, оксидов и других примесей, например, титана или серы. Изготовленные из этой стали подшипники обладают значительно увеличенным сроком службы по сравнению с подшипниками из обычной вакуумированной стали. (в 1,8 раз дольше)



Продукция из стали Z

Компания NSK применяет сталь Z в качестве стандартного материала



РУШП



ЦРП

Чрезвычайно долговечная и высоконадежная сталь **Сталь EP**

Характеристики стали EP

Подшипники из стали EP обладают повышенной надежностью, обусловленной минимальными колебаниями срока службы, что вытекает из новой методики оценивания и значительных сокращений примесей.

- Создание новой методики оценивания

Для усовершенствования процесса оценки оксидных неметаллических включений компания NSK разработала специальную методику NSK-ISD2 (систему анализа изображений и специальную технологию производства стали).

- Развитие технологий производства стали

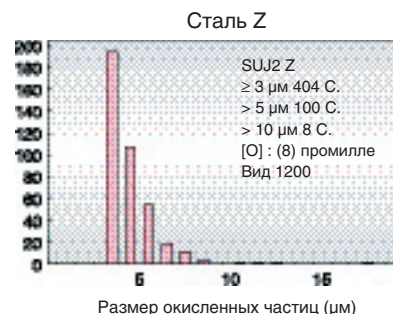
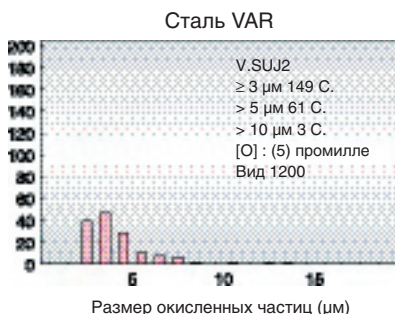
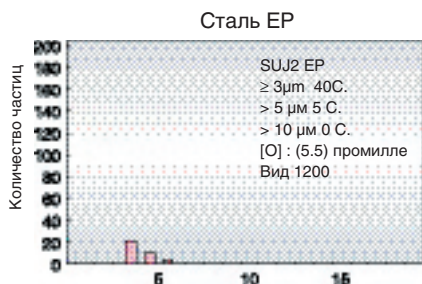
Включение этой методики в технологию производства стали привело к значительному повышению чистоты и сокращению неметаллических примесей в отношении стали Z. Сталь EP имеет меньше крупных включений в сравнении со сталью вакуумно-дугового переплава (VAR) и сталью Z обычной степени очистки.

Продукция из стали EP



Подшипники для шарико-винтовых опор для применения в станочном оборудовании

Сравнение чистот посредством анализа изображений



Сталь EP
Материал высшего качества
быстродействующий
повышенного срока службы

Сталь EP
Материал повышенного срока службы

Сталь Z
Стандартный материал NSK

Термостойкая сталь продлевает срок службы подшипников в сверхскоростных применениях

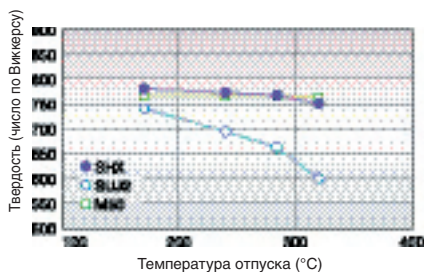
Сталь SHX

Свойства стали SHX

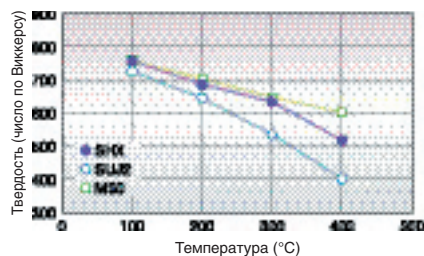
SHX - это термостойкая сталь, производимая по специальной технологии термической обработки NSK. Сталь SHX обладает теми же характеристиками термостойкости, что и сталь M50, которая используется для производства подшипников, предназначенных для главного вала реактивного двигателя, где температура достигает 300°C. Подобная термостойкость в сочетании с низким коэффициентом трения и сопротивлением вдавливанию полностью соответствует характеристикам стали для производства подшипников для сверхскоростных механических станков. Номер патента: 2961768JP

Термостойкость

Температура отпуска и твердость каждого материала

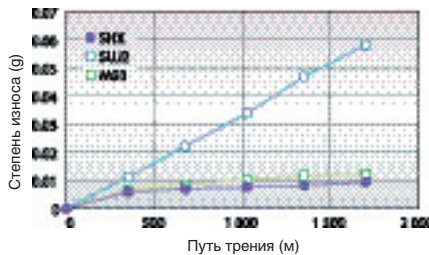


Твердость каждого материала при высоких температурах



Износостойкость

Износостойкость каждого материала (испытание на износ 2 цилиндрических роликов)

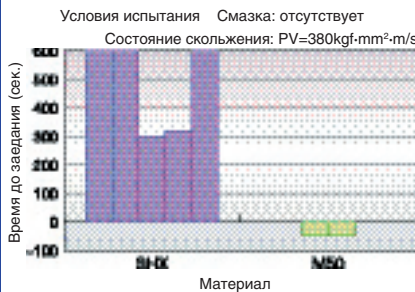


Испытание на износ 2 цилиндрических роликов

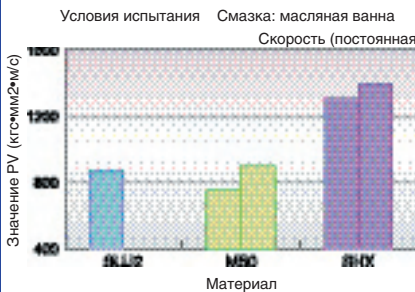


Устойчивость к заеданию

Испытание на заедание вследствие сухости (4 шарика)

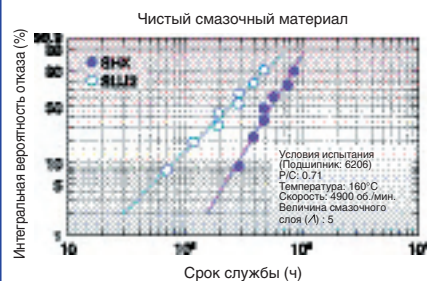


Испытание на заедание в масляной ванне (4 шарика)

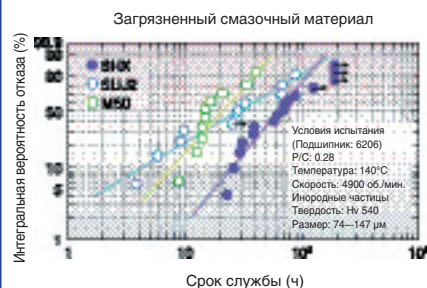


Усталостная долговечность

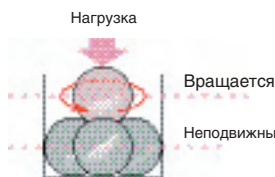
Испытание на подповерхностное отслаивание частиц



Испытание на поверхностное отслаивание частиц



Тест 4 шарика



Подшипники, изготовленные из стали SHX обладают значительно увеличенным сроком службы по сравнению с подшипниками из стали SUJ2. (служат в 4 раза дольше)

Продукция из стали SHX



Сверхскоростной РУШП ROBUST Серии X, Тип XE



Сверхскоростные однорядные ЦРП Серии ROBUST RX, тип RXH

Качество NSK *Керамические элементы качения*

При использовании керамических элементов качения достигаются высокая скорость, высокая жесткость и высокая надежность.

Керамические гибридные подшипники обладают рядом превосходных рабочих характеристик: термостойкость, длительный срок службы, малый вес, сниженное тепловое расширение, электрическая непроводимость; таким образом, их можно применять для решения бесконечного числа задач, как изделия из материала нового поколения. Благодаря компетентности NSK в области материалов и производства подшипников мы быстро стали отдавать особое предпочтение одному виду керамического материала для элементов качения в керамических гибридных подшипниках, а именно нитриднекремниевому (Si3N4). Гибридные подшипники с керамическими элементами заслужили прекрасную репутацию подшипников, в которых сверхскорость сочетается со сверхточностью, - комбинация характеристик, недостижимая для подшипников со стальными элементами качения.



Прецизионный керамический радиально-упорный шариковый подшипник



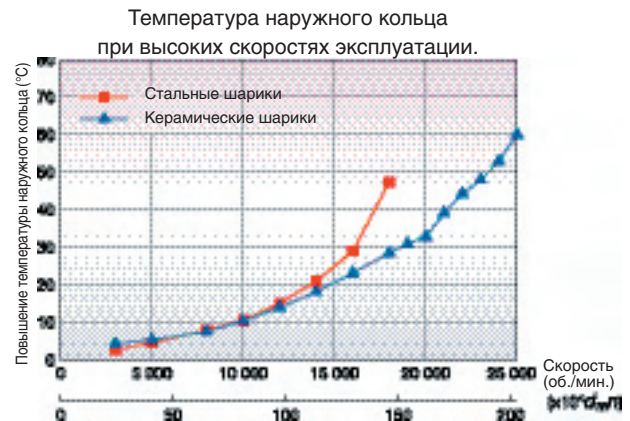
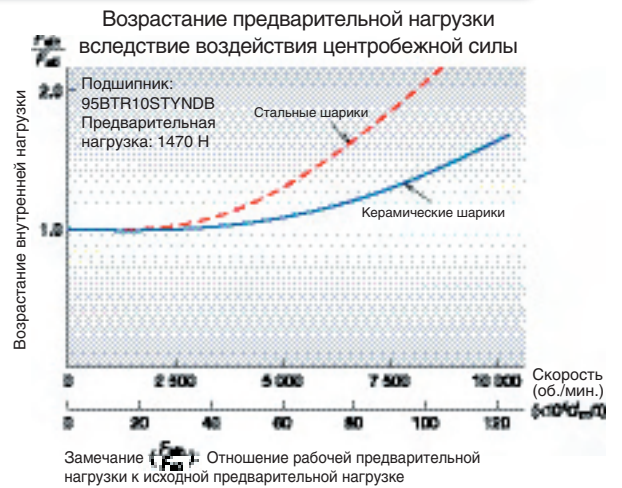
Исключительное быстродействие

● **Малый вес**
Поскольку плотность на 40% ниже, чем у стали, центробежная сила, воздействующая на элементы качения, становится меньше, и таким образом срок службы подшипника продлевается.

● **Низкий коэффициент линейного расширения**
В применениях, включающих высокоскоростные операции, несмотря на то, что подшипник имеет высокую температуру, низкий коэффициент линейного расширения выражается в сниженной предварительной нагрузке и уменьшенном тепловыделении.

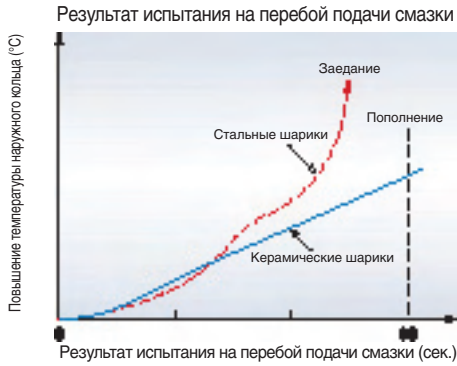
● **Низкий коэффициент трения**
Скольжение элемента качения в течение операции уменьшается, что означает выделение меньшего количества тепла.

Подшипник: 65BNR10XTDB+KL144
Смазывание консистентной смазкой (Isoflex NBU15)
Позиционная предварительная нагрузка (без охлаждения водяной рубашкой)
Предварительная нагрузка после сборки: 300 (Н)



Устойчивость к заеданию

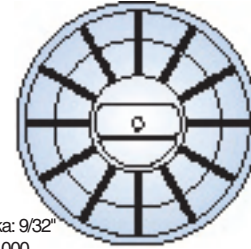
По сравнению со стальными элементами качения, керамические элементы обладают большей устойчивостью к заеданию.



Высокая точность посредством производственной технологии

Экспертные знания и опыт компании NSK в области производства шариков и роликов, а также усовершенствование процесса спекания и улучшение качества используемых материалов позволяет NSK производить шарики и ролики еще более высокой степени точности.

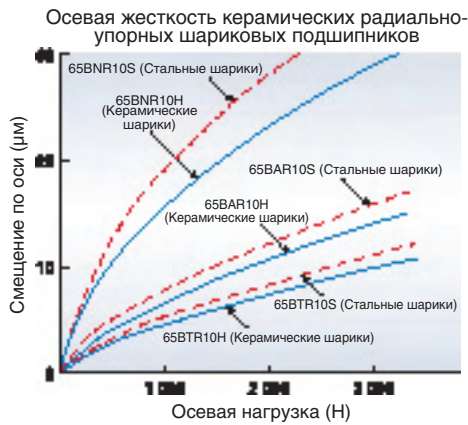
Круглость керамического шарика



Диаметр шарика: 9/32"
Увеличение: 50 000

Высокая жесткость

Модуль упругости керамических шариков на 50% выше, чем у стальных, что делает их идеальными для применения в шпинделях станочного оборудования, требующего эксплуатационных характеристик для жесткой резки.



Высокое качество благодаря выбору лучших материалов

Включив процедуру закупки материалов в свою систему гарантии качества, компания NSK обеспечила подшипникам с керамическими элементами качения радужный прием в отрасли благодаря их высочайшему качеству.



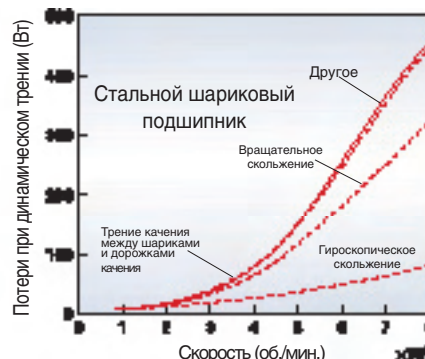
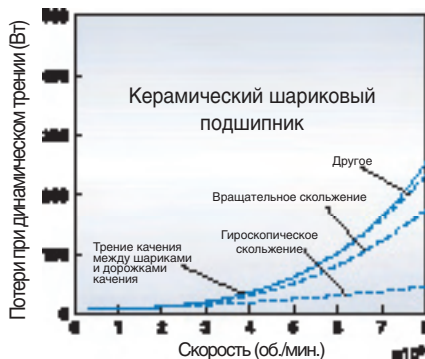
Высокоскоростные рабочие характеристики шариков и роликов

При использовании керамических элементов качения в

РУШП: небольшая центробежная сила сокращает гироскопическое и вращательное скольжения при высокоскоростных операциях

ЦРП: низкая плотность материала уменьшает тепловыделение, вызываемое перекосом роликов

Расчётное значение тепловыделения



РУШП: Различие углов контакта при высокоскоростных операциях
Осевая жесткость керамических радиально-упорных шариковых подшипников



ЦРП: Перекос роликов при выполнении высокоскоростных операций

Качество NSK Сепаратор

Сепараторы из специально разработанного полимера для применения в высокоскоростных операциях

Благодаря маловесности (плотность полимера составляет 1/6 плотности латуни), легкой формовкости и высокой коррозионной стойкости полимерные материалы широко применяются в производстве сепараторов подшипников. Можно разрабатывать такие полимеры, которые имеют меньший коэффициент трения и, соответственно, выделяют меньше тепла и обладают нужными характеристиками для высокоскоростных операций. Можно разрабатывать полимеры с низкой степенью износа, вследствие чего удлиняется срок службы смазочных материалов. Сконструированный нами полимерный сепаратор отлично подходит для подшипников, используемых для шпинделей механических станков.

Сепаратор для радиально-упорного шарикового подшипника

Сепаратор из полиамида, направляемый шариками Специально разработанный полимер (TYN)

- Специальная конструкция позволяет уменьшить коэффициент трения подшипника и снизить уровень шума.
- Эффективность данного сепаратора достигается при использовании консистентной смазки. Свободное внутреннее пространство подшипника в этом сепараторе больше, чем в сепараторе, направляемом наружным кольцом, вследствие чего появляется возможность увеличить количество смазки во внутренней части подшипника.
- Процедура заливки смазочного материала в подшипник с таким сепаратором длится меньше, чем у подшипника с фенолполимерным сепаратором.



Образец применения
Сверхскоростные РУШП Серия ROBUST



Фенолполимерный сепаратор, направляемый наружным кольцом (T, TR) Феноло-альдегидный полимер

- Вращательное движение направляемого наружным кольцом сепаратора при выполнении высокоскоростных операций более устойчиво.



Образец применения
Стандартные РУШП Серия STANDARD
Сверхскоростные РУШП Серия ROBUST

Сепаратор для цилиндрического роликового подшипника

Высокопрочный полифениленсульфидный сепаратор, направляемый роликами (ТВ) Специально разработанный полимер

- Высокая термостойкость - до 220°C.
- Абсолютная химическая стойкость к большинству кислых, щелочных и органических растворов.
- Физические параметры включают высокую прочность, ударную вязкость, износостойкость и усталостную прочность в отношении современного полиамидного материала сепараторов.

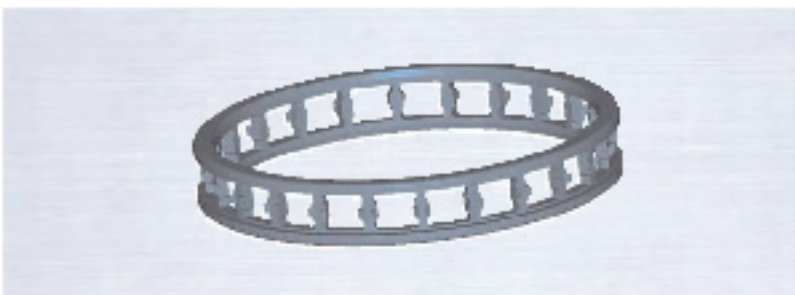


Образец применения

Двухрядные ЦРП Серия подшипников высокой жесткости

Направляемый наружным кольцом сепаратор PEEK со сверхвысокой термостойкостью (ТР) Специально разработанный полимер

- Высокая термостойкость - до 240°C.
- Великолепная характеристика износостойкости и минимальная смазка жидким смазочным материалом.
- Физические параметры включают высокую прочность, ударную вязкость, износостойкость и усталостную прочность.
- Стабильность размеров способствует минимальной деформации при выполнении высокоскоростных операций.



Образец применения

Сверхскоростные однорядные ЦРП Серия Robust

Латунный точеный сепаратор, направляемый роликами (МВ, МR)

- Этот сепаратор демонстрирует высокие показатели термостойкости, прочности и жесткости.

Разновидности сепараторов



Направляемый наружным кольцом фенолополимерный сепаратор

Направляемый роликами сепаратор из точеной латуни

Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфида

Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK

Направляемый шариками полиамидный сепаратор

NSK Сверхточные подшипники - Номенклатура продукции

Компания NSK производит несколько типов высокоточных подшипников, включая высокоэффективные подшипники серии ROBUST™ - специальной серии подшипников, предназначенных для уникальных и специализированных применений, а также подшипников стандартной серии.



Стандартные серии

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники **Стандартная серия**

Базовые серии сверхточных подшипников NSK, производимые по стандарту МСC.

- Серии 70xx, 72xx, 79xx
- Три типа угла контакта: 15° (С), 25° (А5), 30° (А)
- Два типа конструкции сепаратора: фенольный (TR) или полиамидный (TYN), в зависимости от эксплуатационных требований



Серии ROBUST

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники **Серии BNR, BER**

Высокоэффективные подшипники, разработанные для высокоскоростных операций при небольшом подъеме температуры. Подходят для выполнения сверхточных операций механической обработки и работы в сверхскоростном режиме.

- Два типа угла контакта: 18° (BNR), 25° (BER)
- Два типа материала шариков: сталь (тип S) и керамика (типы H и X)
- Два типа конструкции сепаратора: фенольный (TR) или полиамидный (TYN), в зависимости от эксплуатационных требований
- Подшипники серии ROBUST также можно применять для работы в сверхскоростном режиме (свыше 3 млн dm·n).



Серии ROBUST

Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники с угловым контактом **Серии BAR, BTR**

Высокожесткие упорные подшипники для применения в токарных станках.

- Два типа угла контакта: 30° (BAR), 40° (BTR)
- Два типа материала шариков: сталь (тип S) и керамика (тип H)



Серии BGR

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники **Серия BGR**

Высокопроизводительные подшипники, специально разработанные для операций внутреннего шлифования и применения в высокоскоростных двигателях под пружинным предварительным натягом.

- Диапазон внутренних диаметров: 6–25 mm, угол контакта: 15°
- Неразъемный тип
- Универсальные комбинации (DU и SU)



Специальные серии

Герметизированные радиально-упорные шариковые подшипники **Специальная серия**

Предварительно смазаны и герметизированы для сокращения проблем ухода. Подходят для эксплуатации шпинделей механических станков.

- Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники стандартной серии
- Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники серии ROBUST Диапазон внутренних диаметров: 30–100 мм в сериях МСC 10 и 19 (70xx и 79xx)

Серия ROBUST - это серия сверхточных подшипников NSK с улучшенными рабочими характеристиками.



Серия ROBUST

Стандартные серии

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники **Серия ROBUST** **Стандартная серия**

Цилиндрические подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, разработанные для сверхскоростных операций, например, для работы со шпинделями центров механизированной обработки.

- Два типа материала сепараторов: латунь (MR)⁽¹⁾ и полимер PEEK (TP)
- Три типа материала роликов: сталь, SHX и керамика
- Конструкция ROBUST RXH для сверхскоростных операций может применяться при 3 млн dm·n.

(1) Сепаратор MR используется в стандартной серии



Стандартные серии

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники **Серия высокой жесткости**

Разработаны для обеспечения высокой жесткости при работе с такими высокоскоростными устройствами, как шпиндели токарных станков.

- Два типа материала сепараторов: латунь (MB), полифениленсульфидный полимер (TB)
- Стандартная спецификация E44: Смазочные отверстия и канавка наружного кольца



Специальные серии

Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом для шарико-винтовых опор **для применения в станочном оборудовании**

Упорные подшипники высокой жесткости, разработанные специально для шарико-винтовых опор механических станков.

- Угол контакта: 60°
- Возможность универсального подбора по необходимым параметрам жесткости и срока службы
- Также выпускается линия с предварительной смазкой специальными смазочными материалами



Специальные серии

Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом для шарико-винтовых опор **для литейных машин**

Рассчитанная на большие нагрузки конструкция обеспечивает в разы больший расчетный срок службы в сравнении с обычными подшипниками того же размера для шарико-винтовых опор, применяемых в станочном оборудовании. Количество рядов также может быть уменьшено.

- Облегченная эксплуатация по сравнению с коническими роликовыми подшипниками или упорными сферическими роликовыми подшипниками благодаря неразъемной конструкции.
- Оптимальная конструкция шариковых подшипников обеспечивает более низкий момент вращения.
- Возможность универсального подбора по необходимым параметрам жесткости и срока службы



Специальные серии

Высокоточные радиальные шариковые подшипники **Специальная серия**

Подходят для высокоскоростных и высокоточных двигателей.

- Три типа сепаратора: направляемые шариками полиамидные (T1X, TYA) и направляемый внутренним кольцом фенолполимерный (T), выбор зависит от цели применения
- Подходят для бесшумных операций или операций с низкой степенью вибраций

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Разработана для выполнения высокоскоростных операций в сочетании с низким уровнем тепловыделения — Серия ROBUST

Характеристики показателей качества

1

Низкий уровень тепловыделения

2

Высокая устойчивость к заеданию

3

Лучшая температурная стабильность - "робастность"

4

Устойчивость при проведении высокоскоростных операций

Высокопроизводительные



Spinshot™II, тип XE

Подходят для бесшумных операций вследствие снижения уровня аэрошума, достигнутого благодаря использованию воздушно-масляной смазки.

- Материал внутреннего/наружного колец: Термостойкая сталь "SHX"
- Керамические шарики
- Выбор сепаратора в зависимости от требований по скорости
- Направляемый наружным кольцом фенолполимерный сепаратор: свыше 2,5 млн dm-n.
- Направляемый наружным кольцом сепаратор PEEK: свыше 2,5 млн dm-n



Серия ROBUST, тип X

Высокоэффективные подшипники, демонстрирующие высокую износоустойчивость и сопротивление заеданию при выполнении сверхскоростных операций

- Материал внутреннего/наружного колец: Термостойкая сталь "SHX"
- Керамические шарики
- Направляемый наружным кольцом фенолполимерный сепаратор



Серия ROBUST, тип H

Подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, сочетающие эксплуатацию при высоких скоростях с низким уровнем тепловыделения

- Материал внутреннего/наружного колец: Сталь
- Керамические шарики
- Выбор сепаратора в зависимости от требований по скорости
- Направляемый шариками полиамидный сепаратор: до 1,4 млн dm-n.
- Направляемый наружным кольцом фенолполимерный сепаратор: свыше 1,4 млн dm-n.



Серия ROBUST, тип S

Стальные шариковые подшипники по оптимальной цене

- Материал внутреннего/наружного колец: Сталь
- Стальные шарики
- Направляемый шариками полиамидный сепаратор

Высокая скорость

Характеристики серии "XE"

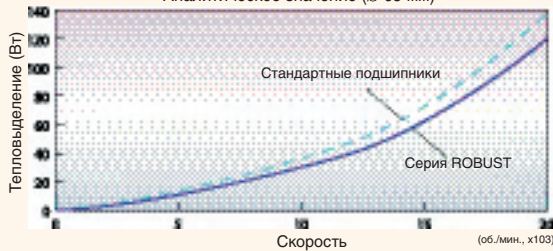
- **Высокие скоростные характеристики** (при позиционной предварительной нагрузке)
Высокие скоростные характеристики при позиционной предварительной нагрузке до 2,5 млн $dm \cdot n$ с охлаждением водяной рубашкой (максимум 2,7 млн $dm \cdot n$ без такого охлаждения)
- **Бесшумная работа**
Бесшумная работа: на 35 дБ тише, чем при обычном смазывании воздушно-масляной смазкой.
- **Ориентация**
Сохраняет устойчивость как при вертикальной, так и при горизонтальной ориентации шпинделя.
- **Размеры по стандарту МОС**
Внутренний и наружный диаметры соответствуют стандартам МОС, благодаря чему подшипники этой серии могут заменить собой комплект стандартных подшипников.



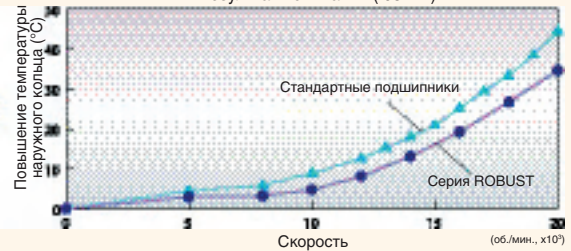
Аналитические данные

Сложная программа анализа принимает в расчет скольжение внутри подшипника и моделирует повышение температуры для установления оптимальных технических требований для конструкции. С уменьшением выделяемого тепла подшипники серии ROBUST при выполнении высокоскоростных операций остаются гораздо более устойчивыми, чем подшипники обычных серий.

Тепловыделение при смазывании консистентной смазкой
Аналитическое значение (\varnothing 65 мм)

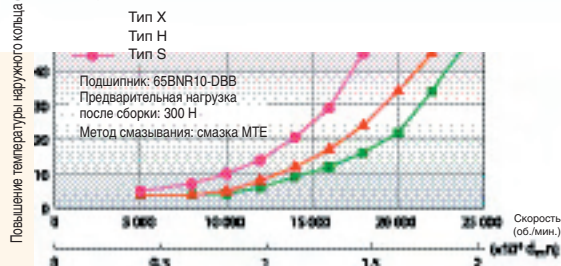


Повышение температуры наружного кольца при смазывании консистентной смазкой
Результат испытания (65 мм)



Данные испытаний

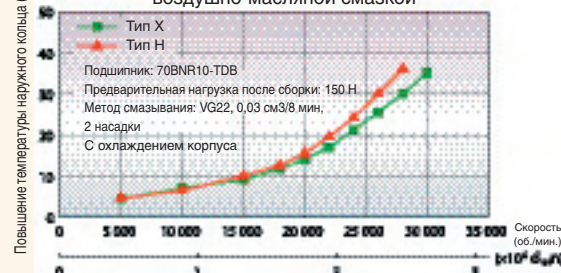
Температурные данные при смазывании консистентной смазкой



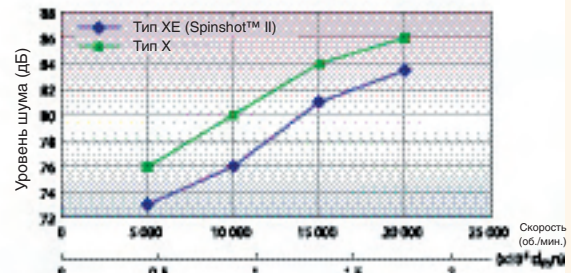
Температурные данные Spinshot™ II



Температурные данные при смазывании воздушно-масляной смазкой



Сравнение уровней шума



**Серии
ROBUST**

**Стандартные
серии**

Высокоэффективные цилиндрические роликовые подшипники

Разработаны для достижения улучшенных скоростных характеристик в сочетании с высокой жесткостью

Характеристики показателей качества

1

Низкий уровень тепловыделения

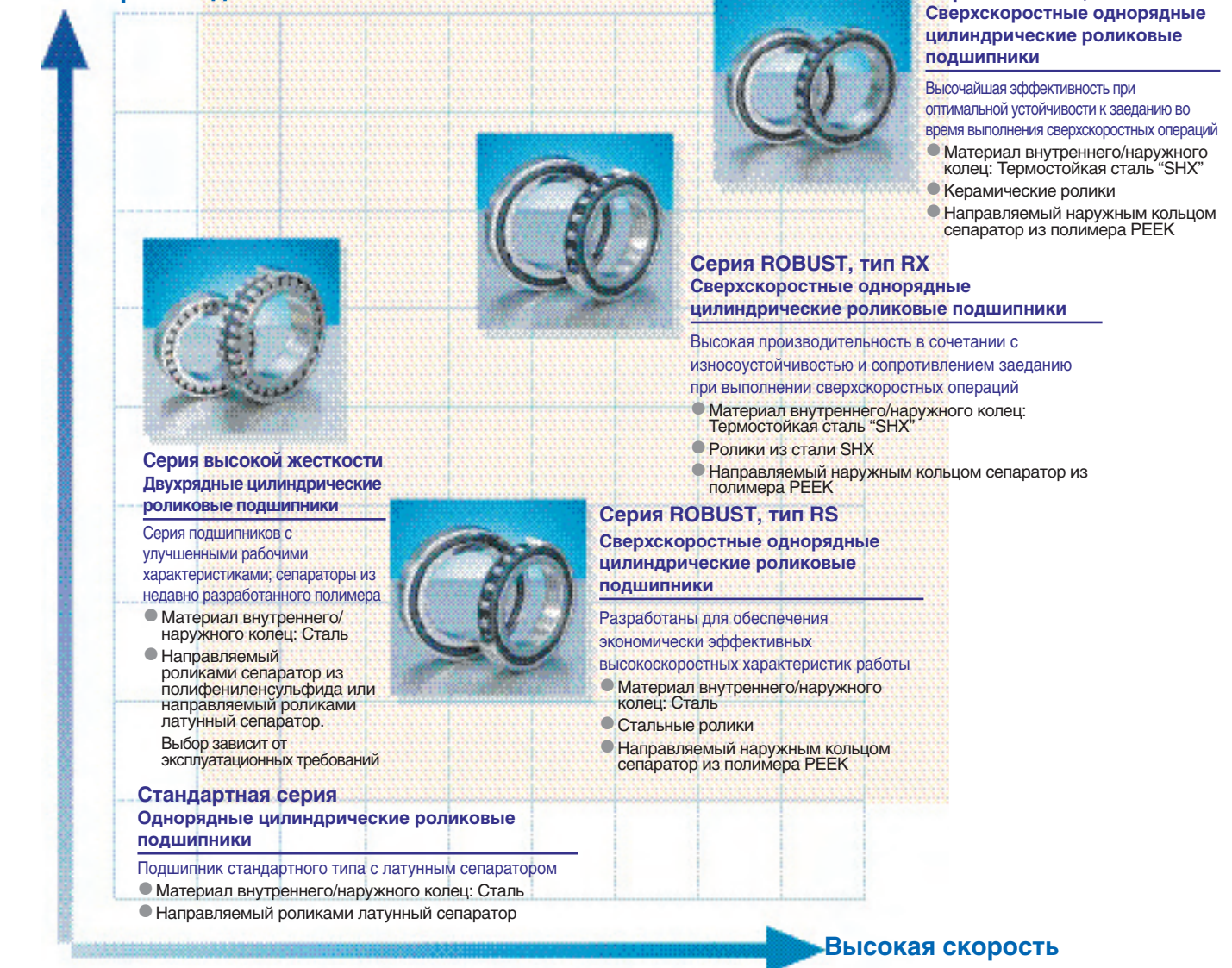
2

Улучшенная характеристика устойчивости к заеданию

3

Стабильность при работе со сверхвысокой скоростью

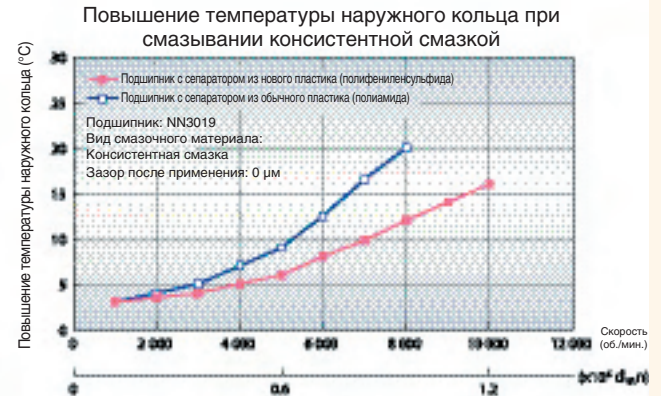
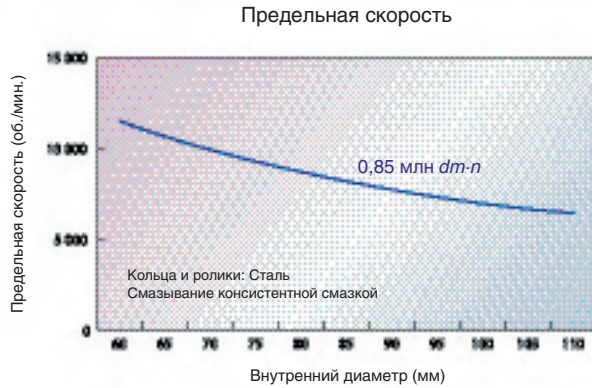
Высокопроизводительные



Характеристики двухрядных цилиндрических роликовых подшипников высокой

● Увеличенный срок службы подшипника

Сепаратор из полифениленсульфида (специально разработанного полимера) является термостойким и обеспечивает высокую жесткость подшипника. В сравнении с сепаратором из латуни данный сепаратор устраняет любые частицы продуктов износа, благодаря чему продлевается срок службы смазочного материала.



Характеристики серии ROBUST Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники

● Низкий уровень тепловыделения

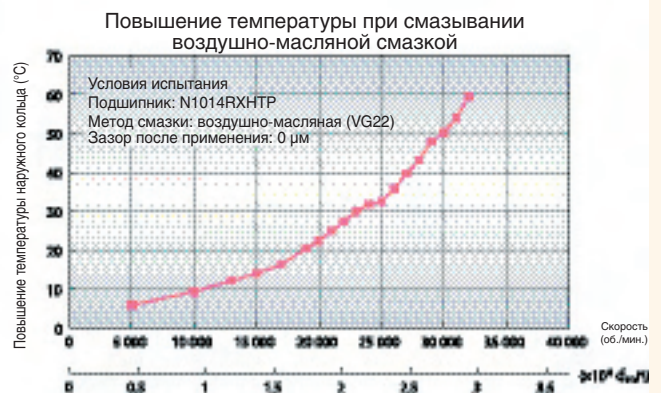
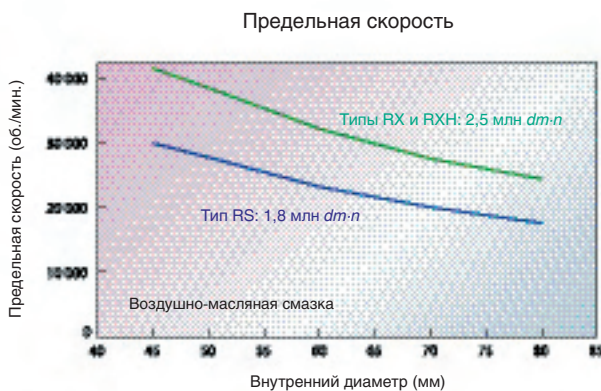
Внутренняя конструкция и улучшенный материал сепаратора способствуют **понижению уровня выделения тепла.**

● Устойчивость к заеданию

Типы RX и RXH производятся с использованием стали SHX, благодаря чему **улучшается характеристика устойчивости к заеданию.**

● Высокая скорость работы

Типы RS, RX и RXH имеют сепараторы из термостойкого материала PEEK, предназначенного для сверхскоростных режимов работы (**свыше 2,5 млн $dm \cdot n$**)



Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники с угловым контактом

Подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, сочетающие высокую скорость работы с высокой жесткостью — Серия ROBUST

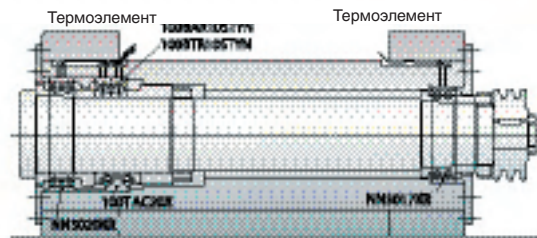
Характеристики показателей качества

- 1
Высокая скорость операций
- 2
Низкий уровень тепловыделения
- 3
Высокая точность

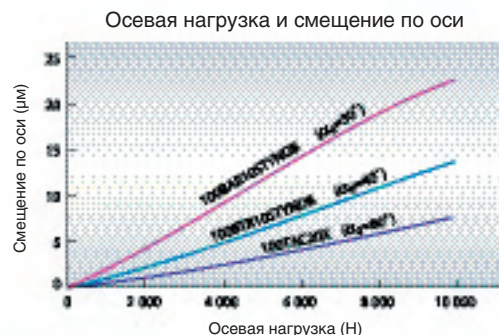
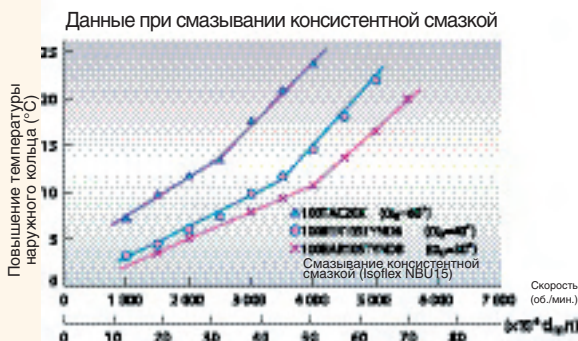
		
Двухрядные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом	Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники с угловым контактом	Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники с угловым контактом
Серия TAC	Серия BTR10	Серия BAR10
Угол контакта 60° и чрезвычайно высокая осевая жесткость.	Угол контакта 40°, высокая осевая жесткость и низкий уровень тепловыделения. Взаимозаменяемы с подшипниками серии TAC.	Угол контакта 30° обеспечивает характеристику высокой скорости. Взаимозаменяемы с подшипниками серий BTR и TAC.

Характеристики упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом

- **Высокая точность**
Благодаря высокой степени точности эти подшипники в особенности подходят для применения с токарными шпинделями.
- **Взаимозаменяемость**
Для улучшения характеристик устойчивости шпинделя подшипники серий BTR и BAR могут заменяться подшипниками серии TAC при минимальной модификации шпинделя. (См. рис. справа.)



Конструкция испытательного механизма



Сверхскоростные подшипники для шпинделя внутреннего шлифования с характеристиками высокой точности и длительного срока службы — Серия BGR

Характеристики показателей качества

1

Оптимальная внутренняя конструкция

2

Легкий уход благодаря параметру неразъемности

3

Свобода выбора компоновки в универсальной комбинации

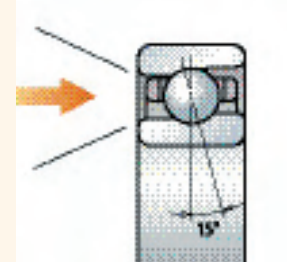


Характеристики серии BGR

- **Оптимальная конструкция**
Оптимальная конструкция направляемого наружным кольцом сепаратора, предназначенная для улучшения организации смазки. Запечник внутреннего кольца ослаблен для стабильной подачи смазки в подшипник.
- **Увеличенный срок службы**
Термостойкая сталь SHX для большей долговечности подшипников.
- **Легкий уход**
Неразъемная конструкция облегчает обращение с подшипниками.
- **Сверхвысокая точность**
Стандартом служит МОО Класс 2 (АВМА АВЕС9).
- **Универсальная комбинация**
Подшипники можно сочетать в обычных компоновках DB/DF/DT, а также во множестве других.



Подача
масла



Оптимальная модель с неразъемной конструкцией

Радиально-упорные шариковые подшипники с угловым контактом шарико-винтовых опор (для применения в станочном оборудовании)

Специальные высокопроизводительные подшипники высокой жесткости — Серия ТАС В

Характеристики показателей качества

- 1 Увеличенный срок службы
- 2 Более низкий момент вращения
- 3 Легкий уход
- 4 Высокая точность



Характеристики подшипников для шарико-винтовых опор механических станков

● Увеличенный срок службы

Компоненты изготовлены из сверхчистой долговечной стали EP.

● Высокая жесткость

Специальная внутренняя конструкция (угол контакта 60°, больше шариков) для увеличения осевой жесткости.

● Более низкий момент вращения

Более низкий начальный момент вращения, чем у конических или цилиндрических роликовых подшипников, что означает высокую точность вращения даже при недостаточном питании привода.

● Универсальная компоновка

Подшипники можно сочетать в обычных компоновках DB/DF/DT, а также во множестве других.

Также выпускается вариант с предварительной смазкой (смазочный материал Alvania №2).

● Высокая точность хода

Новый полиамидный сепаратор для высокоточного хода.



Поперечное сечение ТАС В

Радиально-упорные шариковые подшипники с угловым контактом шарико-винтовых опор (для литьевых машин)

Эти специальные подшипники с улучшенными рабочими характеристиками могут упростить конструкцию машины и снизить затраты — Серии ТАС 02, 03

Характеристики показателей качества

1

Сбережение пространства, высокая грузоподъемность

2

Высокая надежность

3

Легкий уход

4

Сниженный благодаря оптимизированной конструкции момент вращения



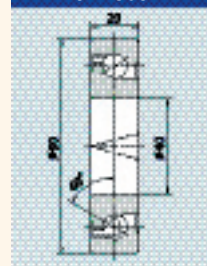
Характеристики подшипников для шарико-винтовых опор литьевых машин

- Высокая надежность**
Конструкция высокой грузоподъемности обеспечивает впятеро больший срок службы по сравнению с подшипниками аналогичных размеров серии ТАС В.
- Легкий уход**
Благодаря неразъемной конструкции уход и эксплуатация подшипников этой серии облегчается по сравнению с коническими роликовыми подшипниками и упорными сферическими роликовыми подшипниками.
- Упрощенная конструкция способствует уменьшению затрат**
Предварительная нагрузка задается заранее, поэтому сборка проходит быстро, без подгонки этой нагрузки. Теряет значение конструкция специальных компонентов для подгонки предварительной нагрузки, благодаря чему сохраняется время и снижаются затраты.
- Более низкий момент вращения**
Оптимальная внутренняя конструкция для снижения момента вращения (т.е. в тех случаях, когда по причине большой нагрузки применяются роликовые подшипники, можно использовать подшипники этой серии, благодаря чему снизится момент вращения, создаваемый роликовыми подшипниками).

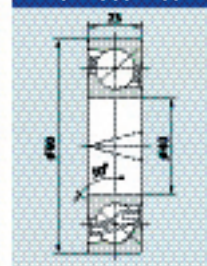


Поперечное сечение подшипника для механических станков и литьевых машин

Для механических станков
40ТАС90В



Для литьевых машин
40ТАС03АТ85



Герметизированные радиально-упорные шариковые подшипники

Подходят для обслуживания шпинделей — Серия ROBUST и стандартная серия

Характеристики герметизированных радиально-упорных шариковых подшипников

- **Легкий уход**
При монтаже шпинделя нет необходимости смазывать подшипник.
- **Безвредны для окружающей среды**
Герметизированная конструкция делает утечку смазочного материала невозможной.



Серия ROBUST,
сепаратор T

Серия ROBUST,
сепаратор TYN

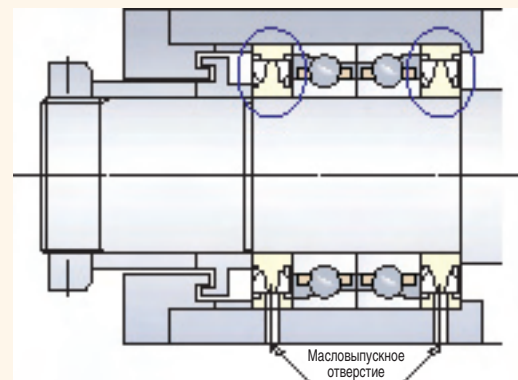
Стандартная
серия,
сепаратор TR

Герметизированные прецизионные проставки

Герметизированные проставки исключают возможность загрязнений
Для шпинделей механических станков выпускаются прецизионные проставки

Характеристики герметизированных прецизионных проставок

- **Безвредны для окружающей среды**
Герметизированная конструкция делает утечку смазочного материала невозможной.
- **Высокая надежность**
Сниженный уровень загрязнения пылью или холодильным агентом в шпинделях с консистентной смазкой.



Масловыпускное
отверстие

Высокоэффективные консистентные смазки для Шпиндели станочного оборудования

Смазочные материалы MTS, MTE, ENS

Характеристики смазочных материалов для шпинделей механических станков

MTS

Содержит загуститель на основе мочевины и обеспечивает повышенную термостойкость. Рекомендуется для сверхскоростных шпинделей станочного оборудования.

MTE

Разработан для операций с высокими нагрузками. Рекомендуется для высокоскоростных шпинделей станочного оборудования.

ENS

Безвреден для окружающей среды благодаря способности к биологическому разложению..



Смазочные материалы MTE и MTS выпускаются в тубиках по 100 г и банках по 1 кг; смазочный материал ENS - в банках по 2,5 кг.

Характеристики каждого смазочного материала

Элементы	Условия	MTS	MTE	ENS	Метод испытания
Загуститель	—	Мочевина	Соединение бария	Мочевина	—
Базовое масло	—	Смешанное синтетическое масло	Сложноэфирное синтетическое масло	Сложноэфирное синтетическое масло	—
Кинематическая вязкость базового масла (мм ² /с)	40°C	22	20	32	JIS K 2220 5.19
Пенетрация после перемешивания	25°C, 60W	2-3	2	2	JIS K 2220 5.3
Температура	—	>220	>200	>260	JIS K 2220 5.4
Испаряемость (массовая доля, %)	99°Cx22H	0.3	0.4	0.4	JIS K 2220 5.6B
Выделение масла (массовая доля, %)	100°Cx24H	0.4	1.0	1.1	JIS K 2220 5.7

Выбор подшипника - это ключевой момент

Прецизионные подшипники разрабатываются для обеспечения высокой точности, высокой скорости вращения и высокой жесткости, необходимых для применений в станочном оборудовании. Поскольку каждое применение обладает своими уникальными требованиями, а каждый тип подшипника - отличными от других характеристиками, то крайне важным является выбор типа подшипника на основании специфических требований конкретного применения.

Воспользуйтесь преимуществами технической поддержки компании NSK при выборе подшипников

NSK активно помогает покупателям в выборе подходящих подшипников, которые обеспечат наилучшую производительность, какая только возможна для каждого конкретного применения.

Разрабатывая новый шпиндель для сверхскоростных специализированных или индивидуальных операций или выбирая подшипники, отбросьте сомнения и сделайте запрос на оказание нами технической консультации. Мы располагаем опытом и знаниями в области современной технологии шпинделей главного вала, работающих на высоких скоростях, и гарантируем, что в Ваше распоряжение поступят наилучшие подшипники для Вашего конкретного применения.

Более подробную информацию о новейших технологиях компании NSK Вы получите, зайдя на наш веб-сайт или позвонив нам прямо сейчас.

Выбор подшипников32

Типовые конструкции высокоскоростных
шпинделей главного вала34

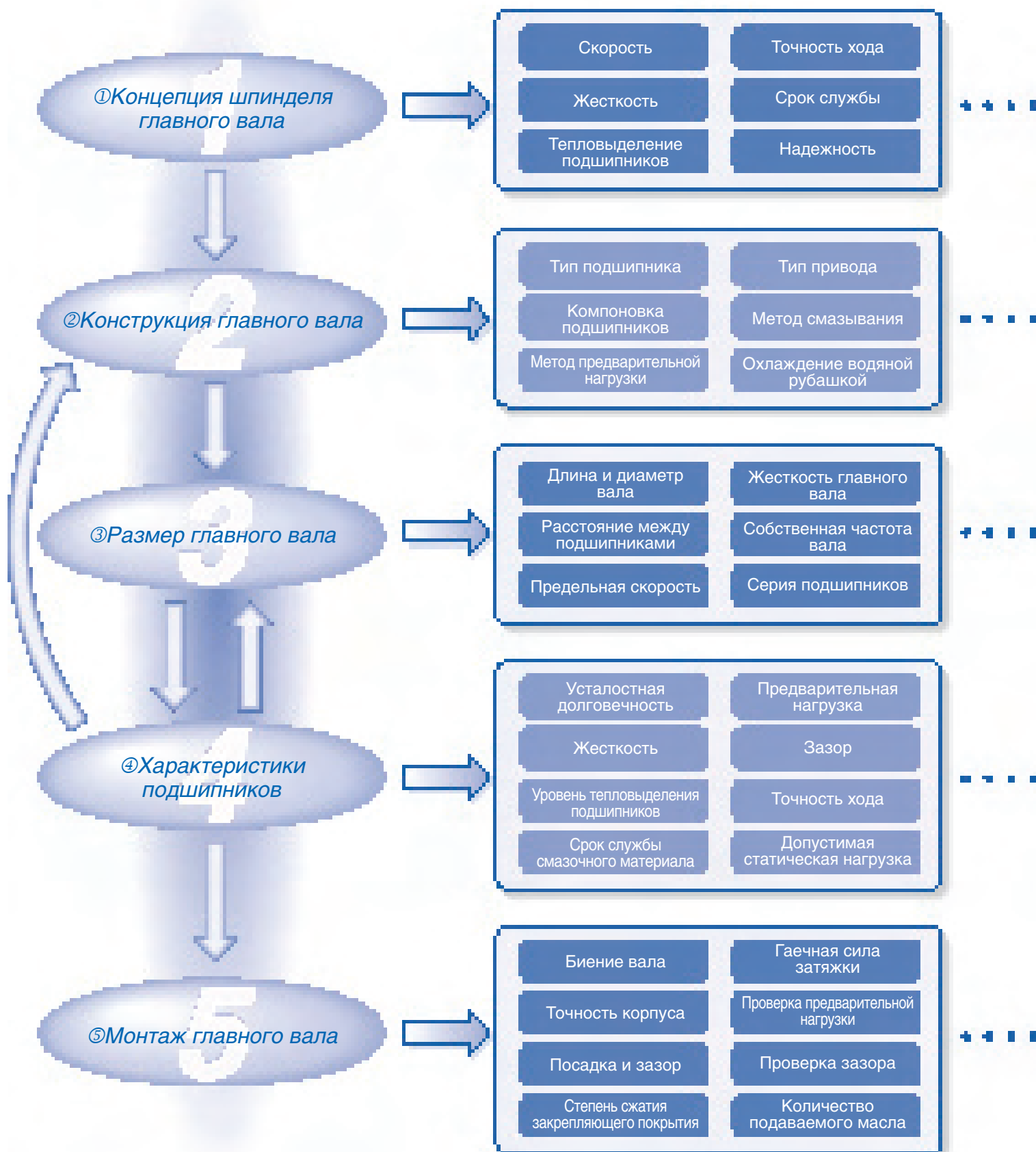
Другие конструкции шпинделей36

Свойства радиально-упорных
шариковых подшипников38

Свойства цилиндрических
роликовых подшипников40

ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ

Нижеследующая таблица содержит краткое описание процедуры из пяти шагов, которой надлежит следовать при выборе подходящего подшипника для типового применения высокоскоростного шпинделя, включая факторы, которые следует учитывать на каждой стадии процесса выбора.



Если Вы разрабатываете новый шпиндель, высокоскоростной шпиндель или шпиндель для уникального специализированного применения, помните, что служба технической поддержки компании NSK всегда в вашем распоряжении. Мы предлагаем покупателям опыт и знания передовых технологий.

Если Вы конструируете новый шпиндель главного вала, мы рекомендуем тщательно проанализировать нужные Вам характеристики шпинделя перед тем, как выбирать для него подшипники. При конструировании шпинделя необходимо определить самую значительную рабочую характеристику. Например, следует решить, что важнее: частота вращения или жесткость. После того, как Вы определите приоритеты для рабочих характеристик, переходите к следующему шагу.

После выполнения анализа технических характеристик главного вала наступает следующая стадия: определение устройства главного вала. Для нахождения оптимального устройства следует уделить внимание каждому компоненту вала по отдельности: конструкции подшипников (шариковые или роликовые); компоновке (количество рядов); типу привода (ременный, редукторный электродвигатель, привод с непосредственным соединением валов или электрошпиндель); а также системе смазки (смазывание консистентной смазкой, воздушно-масляной, масляный туман или смазка разбрызгиванием). Следует тщательно убедиться в том, что устройство вала сочетается с критериями и приоритетами, выявленными Вами в процессе анализа рабочих характеристик шпинделя. Пожалуйста, обратитесь к схеме на стр. 34-35, где показаны взаимосвязи между устройством главного вала и его жесткостью и скоростью. [См. часть 3](#)

Вслед за выяснением устройства вала следует определить его размеры, включающие диаметр, длину и расстояние между подшипниками. Размер главного вала обуславливает предельную скорость подшипников, жесткость главного вала и его собственную частоту. Поскольку размеры, тип и компоновка используемых подшипников, а также метод их смазывания повлияют на предельную скорость вала, обратитесь к частям данного руководства 4 и 5 до того, как принять окончательное решение. [См. часть 4 и часть 5](#)

Выбрав размер и тип подшипников, следует определить их технические характеристики. Для того, чтобы подобрать подходящий зазор или предварительную нагрузку подшипников, необходимо учесть такие факторы, как усталостная долговечность, осевая и радиальная жесткость, а также уровень тепловыделения. Со всей тщательностью следует выбирать зазор и предварительную нагрузку, поскольку эти факторы имеют сильнейшее влияние на общие рабочие характеристики шпинделя, особенно при выполнении высокоскоростных операций. Если предварительная нагрузка выбрана неправильно, это может вызвать такие проблемы, как ранний отказ или заедание. Перед тем, как Вы достигнете наиболее точной конструкции шпинделя, у Вас может возникнуть необходимость повторить шаг 3 или даже 2 и 3. [См. часть 5](#)

Завершив определение технических характеристик главного вала, Вы переходите к последней стадии: конкретизации метода монтажа. Важна точность положения вала и корпуса в гнездах подшипников. Установите посадку и зазор подшипников по отношению к валу и корпусу. Для закрепления подшипников используйте надлежащую гаечную силу затяжки. И дважды проверьте корректность предварительной нагрузки и зазора после установки подшипника. [См. часть 6](#)

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШПИДЕЛЕЙ ГЛАВНОГО ВАЛА

(работающих при скоростях свыше 0,7 млн $dm \cdot n$)

Частота вращения ($dm \cdot n$)

I

Воздушно-масляная смазка	Смазывание консистентной смазкой
$d_{грл}$ 3.5M	$d_{грл}$ 2.0M

II

Воздушно-масляная смазка	Смазывание консистентной смазкой
$d_{грл}$ 2.5M	$d_{грл}$ 1.5M

III

Компоновка подшипников III

Передняя сторона: четверная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DBB)
 Задняя сторона: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (в случае радиально-упорных шариковых подшипников применима либо позиционная предварительная нагрузка, либо предварительная нагрузка постоянного давления).

Шпиндели с такой компоновкой обладают сниженным быстродействием и повышенной радиальной и осевой жесткостью по сравнению с подшипниковым узлом II.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

Воздушно-масляная смазка	Смазывание консистентной смазкой
$d_{грл}$ 2.2M	$d_{грл}$ 1.3M

IV

Компоновка подшипников IV

Передняя сторона: триплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DBD)
 Задняя сторона: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (в случае радиально-упорных шариковых подшипников применима либо позиционная предварительная нагрузка, либо предварительная нагрузка постоянного давления).

Шпиндели с такой компоновкой обладают сниженным быстродействием и повышенной радиальной и осевой жесткостью по сравнению с подшипниковым узлом II, а также сниженным быстродействием и жесткостью по сравнению с подшипниковыми узлами III и IV.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

Воздушно-масляная смазка	Смазывание консистентной смазкой
$d_{грл}$ 1.8M	$d_{грл}$ 1.2M

V

Жесткость главного вала

Компоновка подшипников I

Передняя сторона: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DT)

Задняя сторона: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DT)

Шпиндели с такой компоновкой подходят для выполнения сверхскоростных операций и используют предварительную нагрузку постоянного давления. Несмотря на то, что у этого шпинделя снижена жесткость, он обеспечивает повышенное быстродействие в сочетании с пониженной характеристикой повышения температуры по сравнению со шпинделем с позиционной предварительной нагрузкой.

Области применения: центры механообработки, шлифовальные станки, высокоскоростные шпиндели и т.д.

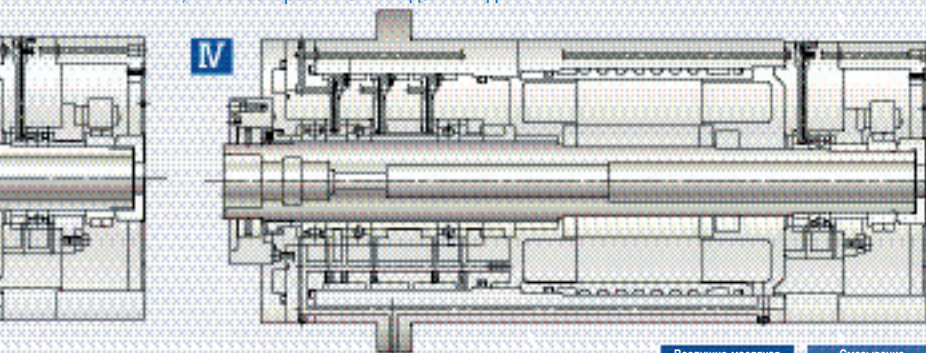
Компоновка подшипников II

Передняя сторона: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DB)

Задняя сторона: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (в случае радиально-упорных шариковых подшипников применима либо позиционная предварительная нагрузка, либо предварительная нагрузка постоянного давления)

Шпиндели с такой компоновкой подходят для выполнения сверхскоростных операций и используют позиционную нагрузку. Они достигают более высокой радиальной и осевой жесткости по сравнению со шпинделями с подшипниковым узлом I. На задней стороне возможно применение цилиндрического роликового подшипника для более ровного хода.

Области применения: центры механообработки, шлифовальные станки, высокоскоростные шпиндели и т.д.



Компоновка подшипников IV

Передняя сторона: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник, дуплексная компоновка из радиально-упорных шариковых подшипников (DB)

Задняя сторона: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (в случае радиально-упорных шариковых подшипников применима либо позиционная предварительная нагрузка, либо предварительная нагрузка постоянного давления)

Шпиндели с такой компоновкой обладают высоким быстродействием, аналогично шпинделям с подшипниковым узлом III. Поскольку на передней стороне цилиндрический роликовый подшипник, то радиальная жесткость высока, поэтому возможно иметь одновременно и скоростной, и тяжелый прогоны.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.



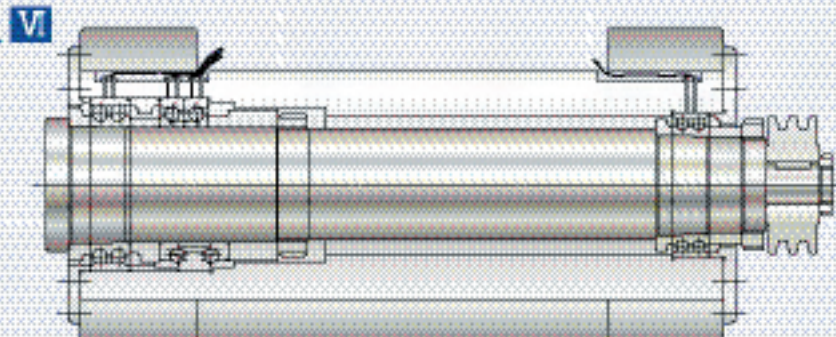
Компоновка подшипников VI

Передняя сторона: высокожесткий двухрядный цилиндрический роликовый подшипник, дуплексная компоновка из радиально-упорных шариковых подшипников (DB)

Задняя сторона: высокожесткий двухрядный цилиндрический роликовый подшипник

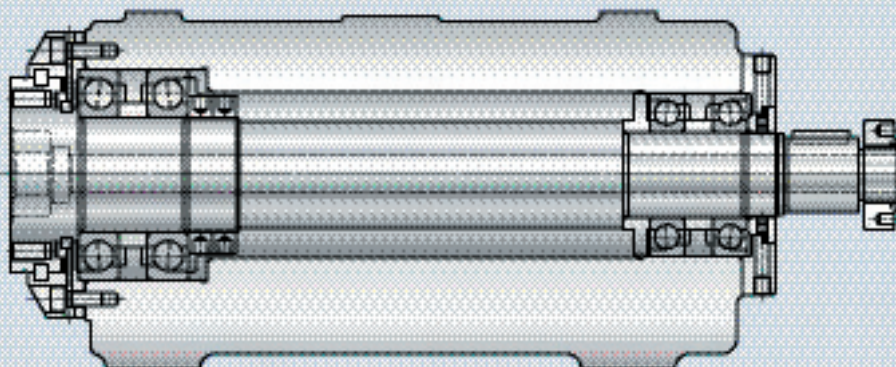
Несмотря на то, что этот шпиндель обладает сниженным быстродействием, радиальная и осевая жесткость у него высочайшие.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

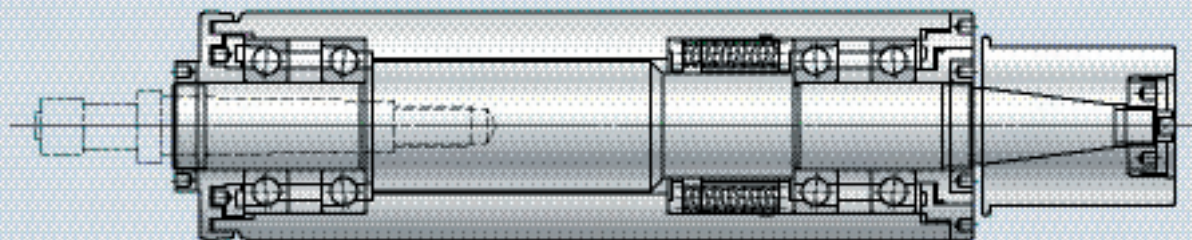


ДРУГИЕ КОНСТРУКЦИИ ШПИНДЕЛЕЙ

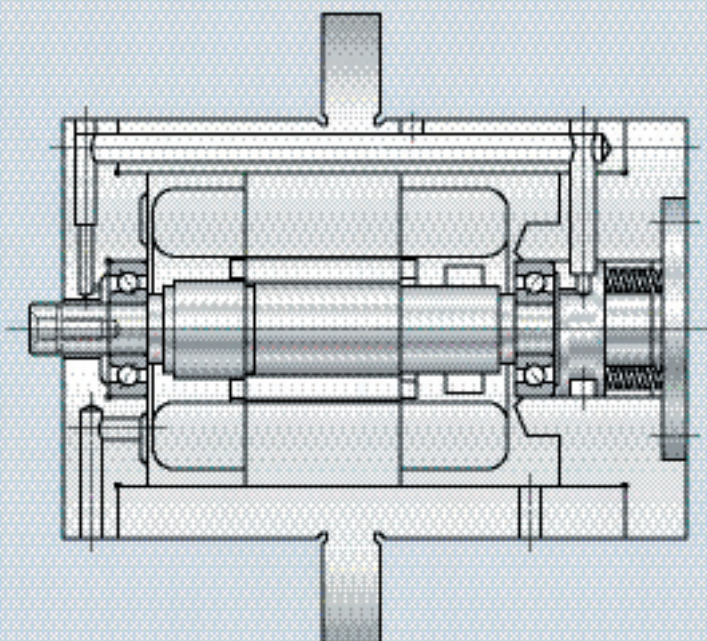
Вращатель



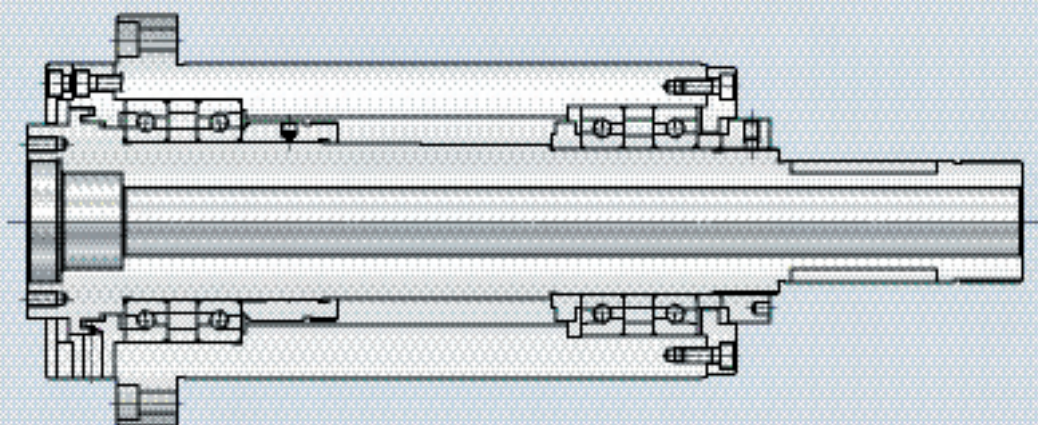
Шлифовальный шпиндель



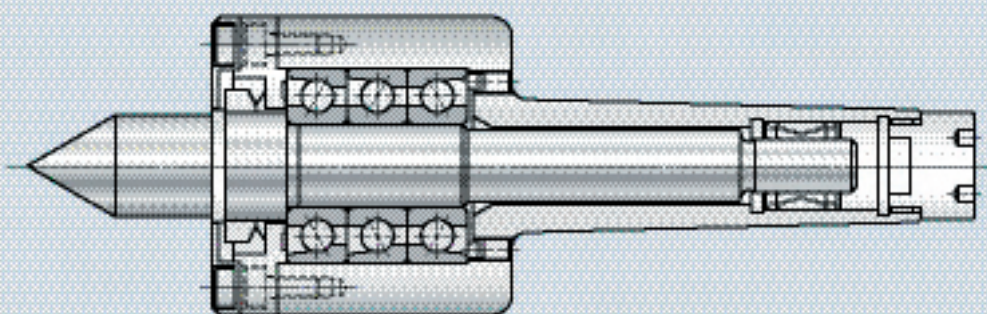
Высокоскоростной шпиндель



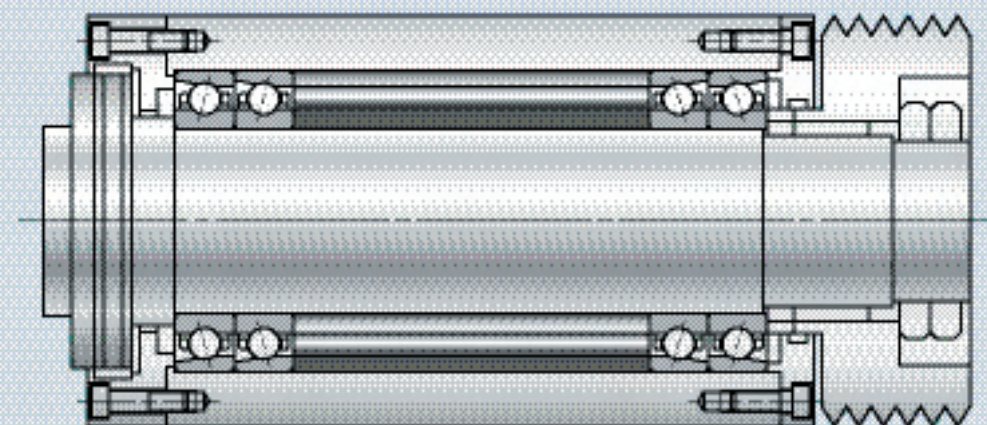
Высокоточный шпиндель для токарного станка



Вращающийся центр



Шпиндель рабочей головки



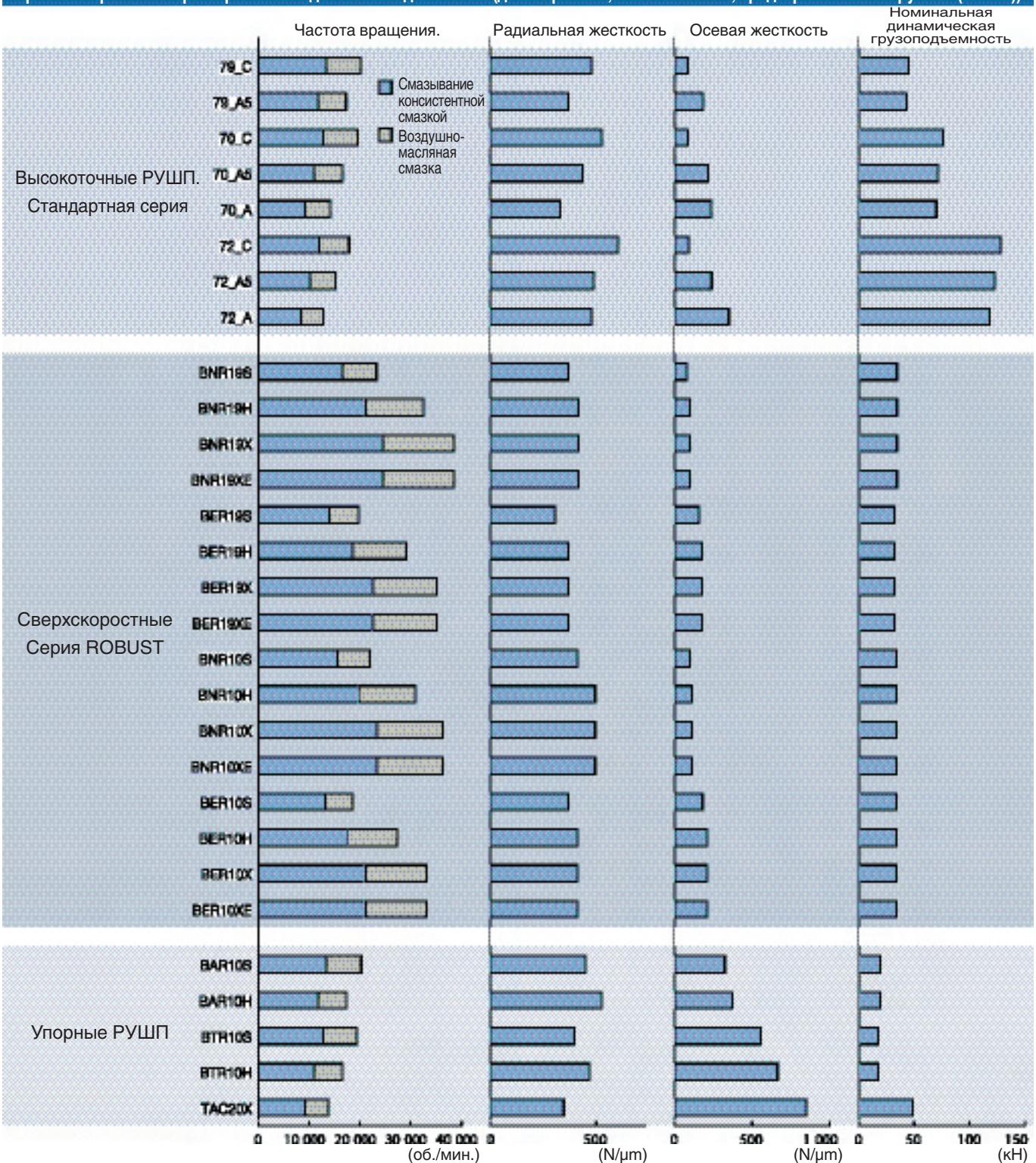
СВОЙСТВА РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Основными свойствами РУШП являются: 1) predetermined angle of contact; 2) application in suitable configurations with preloading.

При выборе радиально-упорных шариковых подшипников необходимо принимать в расчет эти свойства, поскольку каждый РУШП обладает отличными характеристиками. Важно понимать, какое воздействие на рабочие характеристики оказывают изменения угла контакта и предварительной нагрузки, чтобы выбрать РУШП, который лучше всего подходит к применению.

Приведенные ниже графики отражают сравнительные характеристики каждого типа РУШП в зависимости от угла контакта при одних и тех же размерах, предварительной нагрузке и компоновке.

Сравнение рабочих характеристик каждого типа подшипников (диаметр 70 мм, компоновка DB, предварительная нагрузка L (легкая))

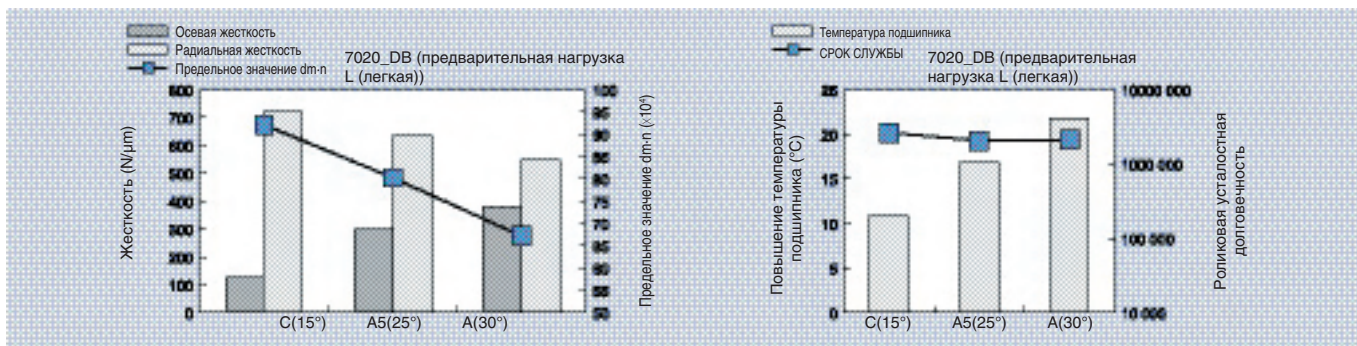


Влияние угла контакта

По мере увеличения угла контакта у радиально-упорных шариковых подшипников увеличивается осевая грузоподъемность, но уменьшается быстродействие. Таким образом, РУШП с меньшим углом контакта больше подходят для высокоскоростных операций и применений с высокой радиальной нагрузкой.

На схеме ниже сравниваются жесткость, предельная скорость и повышение температуры радиально-упорного шарикового подшипника 7020 с различными углами контакта: угол C (15°), угол A5 (25°) и угол A (30°)

При одном и том же легком уровне предварительной нагрузки (L) подшипник с углом C обладает повышенной радиальной жесткостью при меньшей степени повышения температуры по сравнению с подшипником с углом контакта A. Подшипник с углом A обладает наивысшей осевой жесткостью, которая в три раза превышает осевую жесткость подшипника с углом C, но его предельная скорость ниже, чем у остальных.

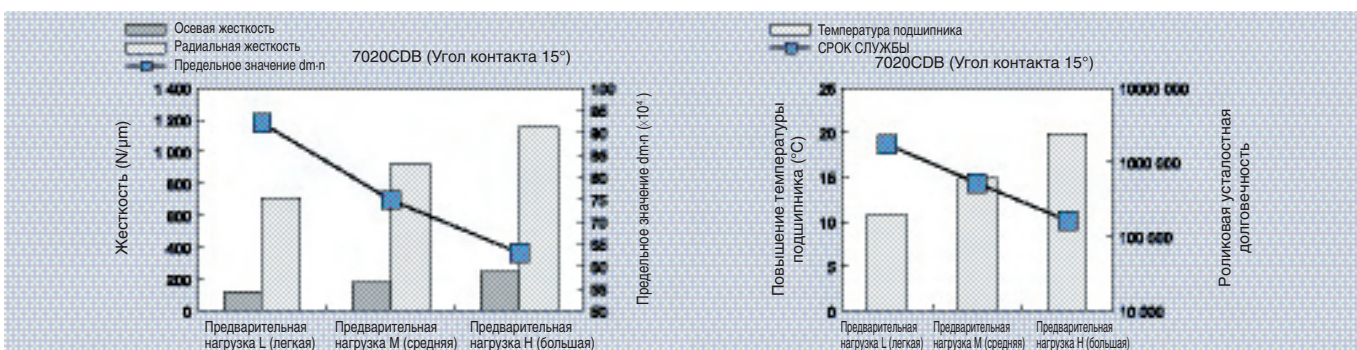


Влияние предварительной нагрузки

Предварительная нагрузка влияет на эксплуатационные характеристики РУШП в той же мере, что и угол контакта. По мере увеличения предварительной нагрузки увеличивается жесткость, но снижается быстродействие. Компания NSK установила следующие значения уровней стандартной предварительной нагрузки: сверхлегкая (EL), легкая (L), средняя (M) и большая (H).

На схеме ниже сравниваются эксплуатационные характеристики подшипника 7020CDB на каждом уровне предварительной нагрузки. Даже при том, что угол контакта остается постоянным, при увеличении предварительной нагрузки повышается как осевая, так и радиальная жесткость. Однако поднимается и температура, вследствие чего снижаются предельная скорость и расчетная долговечность.

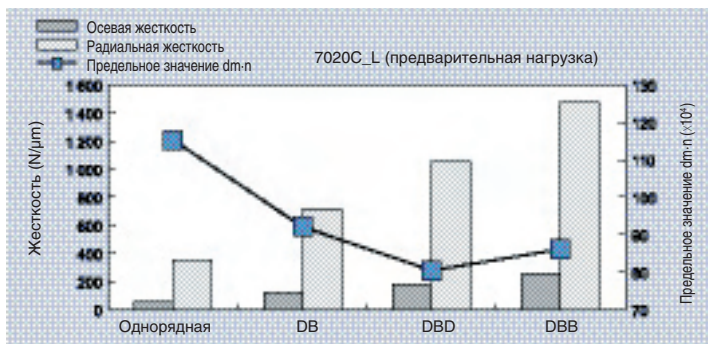
Для сохранения высокой жесткости необходимо пожертвовать повышенной скоростью. Аналогичным образом, для достижения повышенной скорости нужно пожертвовать высокой жесткостью. Следует делать это с осторожностью. Если чересчур большая предварительная нагрузка сочетается с высокой скоростью работы, то появляется вероятность заедания.



Влияние комбинации

Обычно РУШП применяются в составе компоновок подшипников. Существуют три типа комбинаций - "спина к спине" (DB), "торец к торцу" (DF) и "тандемная" (DT).

Наиболее распространенными компоновками подшипников являются двухрядная, трехрядная и четырехрядная. Если комбинация остается постоянной, а количество рядов увеличивается, то повышаются жесткость и грузоподъемность, но снижается предельная скорость.

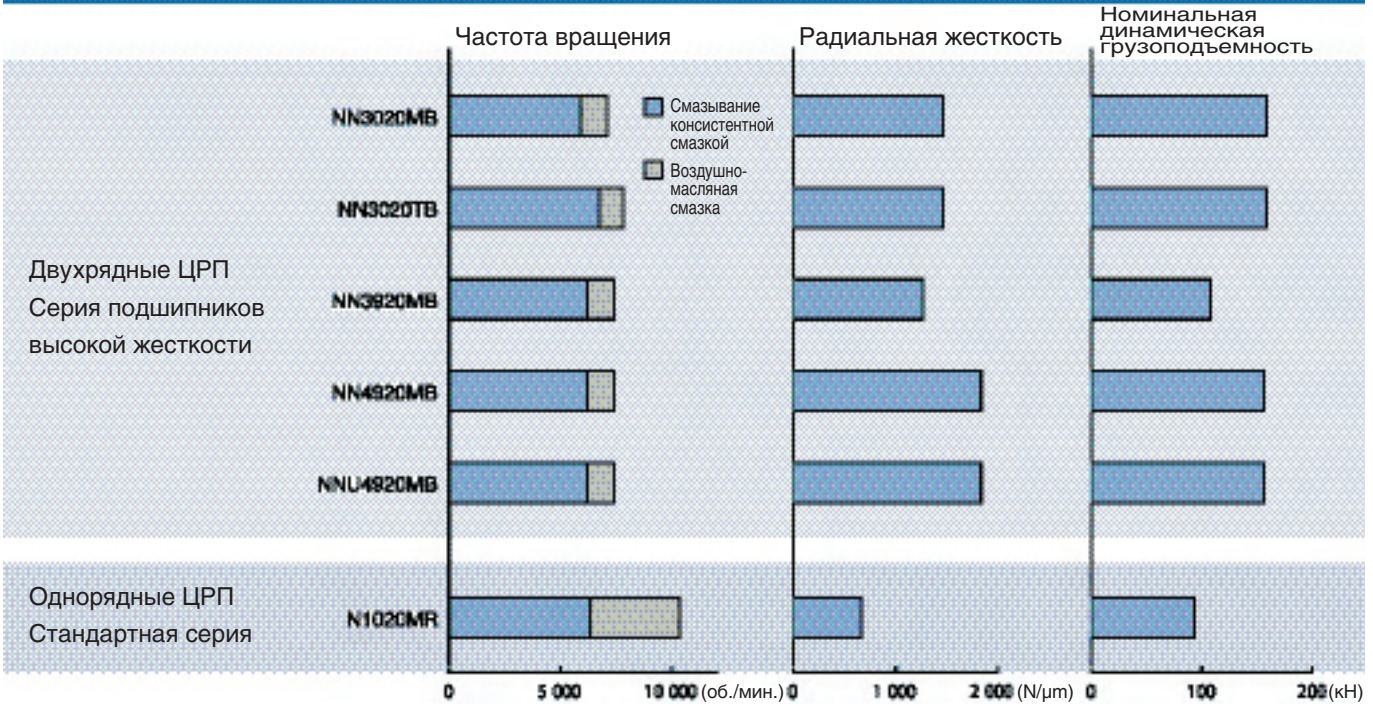


СВОЙСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

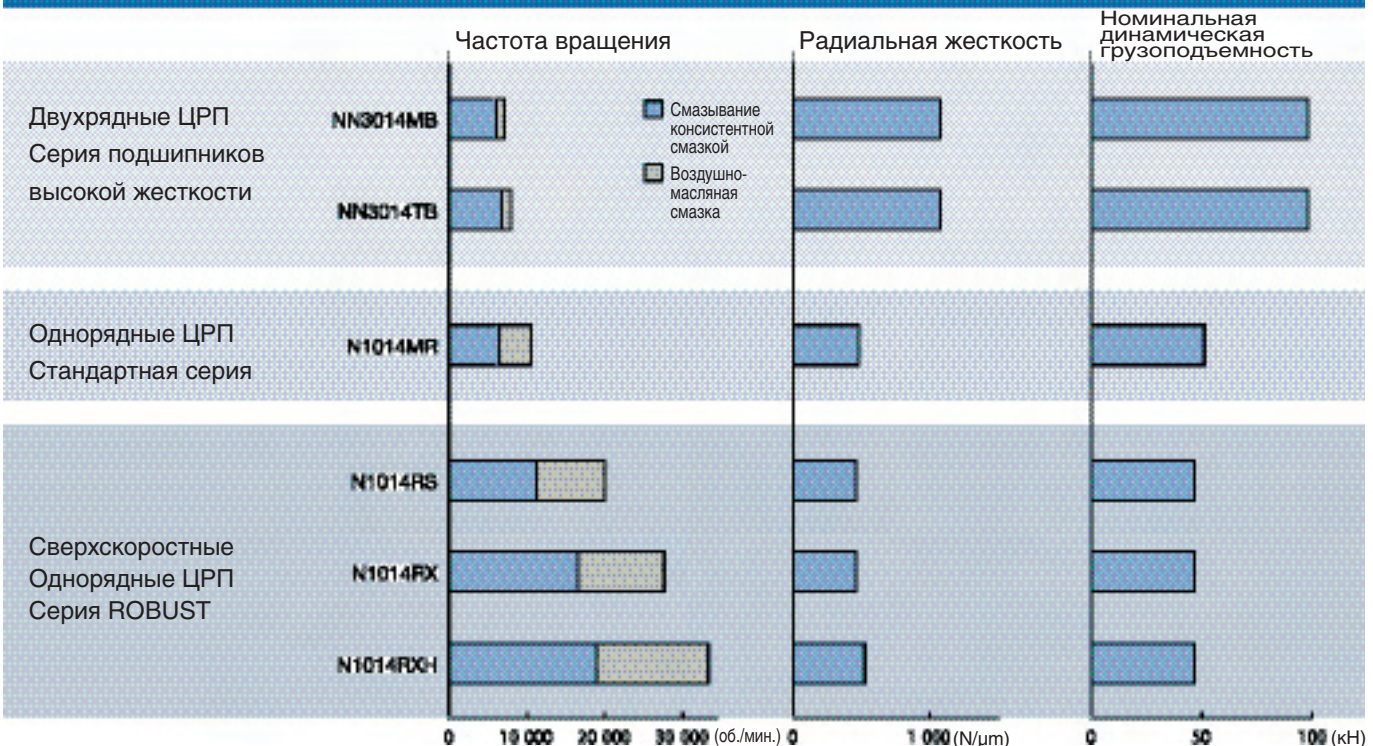
В отличие от РУШП, которые обладают как осевой, так и радиальной грузоподъемностью, цилиндрические роликовые подшипники могут нести только радиальные нагрузки. Однако номинальная радиальная грузоподъемность у них больше, чем у РУШП. В зависимости от конкретного применения используются двухрядные ЦРП (разновидности NN и NNU) и однорядные ЦРП (разновидность N).

Как правило, двухрядные цилиндрические роликовые подшипники используются в высокожестких применениях, например, в токарных станках, тогда как однорядные цилиндрические роликовые подшипники используются в высокоскоростных применениях, например, в центрах механообработки. Приведенные ниже графики иллюстрируют рабочие характеристики цилиндрических роликовых подшипников в зависимости от типа (однорядные или двухрядные) и радиального зазора.

Сравнение эксплуатационных характеристик подшипников типа ЦРП (внутренний диаметр 100 мм)



Сравнение эксплуатационных характеристик подшипников типа ЦРП (внутренний диаметр 70 мм)

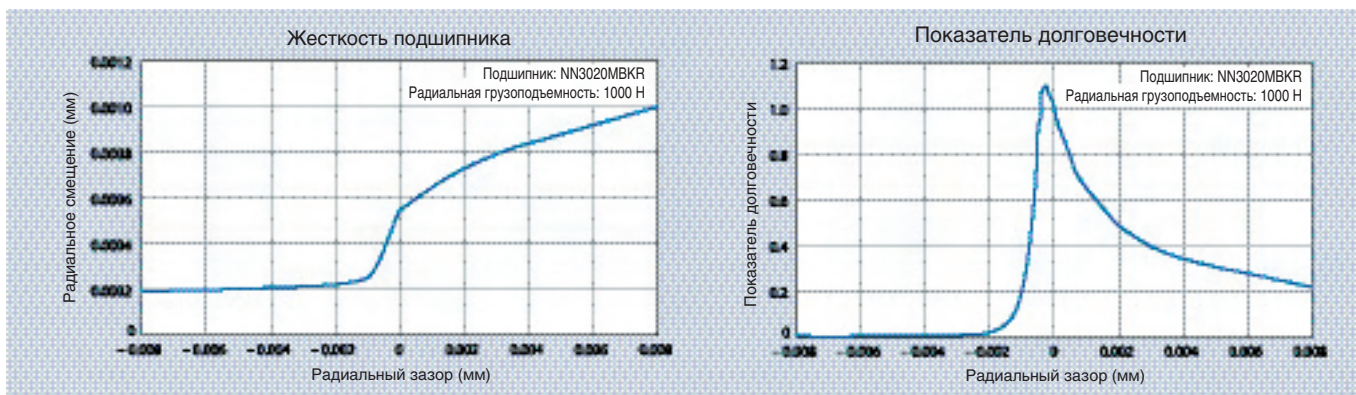


Влияние радиального зазора

При использовании цилиндрических роликовых подшипников важно контролировать радиальный зазор, поскольку он оказывает самое значительное воздействие на рабочие характеристики подшипника.

По мере увеличения радиального зазора снижаются как жесткость, так и расчетная усталостная долговечность. При увеличении радиального зазора также уменьшается тепловыделение во время работы. И наоборот, как показано на рисунке ниже, если радиальный зазор оказывается меньше 0,003 мм, жесткость не повышается, а расчетная усталостная долговечность продолжает снижаться. Таким образом, оптимальное значение зазора для достижения высокой жесткости и долговечности равно нулю или весьма небольшому отрицательному числу.

В высокоскоростных применениях необходимо контролировать зазор в продолжение операций. Когда подшипник установлен на место, регулирование радиального зазора должным образом помогает компенсировать эффекты высокоскоростной работы.



Взаимотношения между радиальным зазором и повышением температуры

На рисунке справа показаны результаты испытания на повышение температуры ЦРП.

Радиальный зазор после установки

Подшипник (1): 0 μm

Подшипник (2): -30 μm

Температура подшипника (2) повышается сильнее, а предельная скорость ниже, чем у подшипника (1), что ясно демонстрирует значение надлежащего контроля зазора.



ЦРП с коническим отверстием используется для контроля радиального зазора при монтаже шпинделя, поскольку отрегулировать радиальный зазор до любого значения легко. Для ЦРП с коническим отверстием распространенными классами немонтированного неподвижного радиального зазора являются CC9, CC0 и CC1. Специфические характеристики каждого класса описываются ниже.

Зазор CC0 (рекомендован NSK)

Согласованный диапазон зазоров, не превышающий значений CC1. Диапазон перекрывает наибольшие значения CC9 и наименьшие CC1. Поскольку для клиентов не представляет трудности обозначить зазор в этом диапазоне, его в первую очередь предлагают для ЦРП с коническими отверстиями.

● Зазор CC1

Согласованный диапазон зазоров, превышающий значения CC0. Не будучи стандартным, он тем не менее наиболее распространен в отрасли. Когда зазор приобретает максимальное значение, требуется с особой тщательностью обеспечить расширение внутреннего кольца. Если это будет сделано некорректно, а площадь поперечного сечения шпинделя мала, то может произойти деформация подшипника или вала.

● Зазор CC9

Согласованный диапазон зазоров, не превышающий значений CC0. Такой зазор поможет избежать потенциальной деформации внутреннего кольца или вала, если расширение внутреннего кольца имеет небольшой допуск. Поскольку радиальный зазор сокращается до минимального, контакт внутреннего кольца и вала уменьшается. В высокоскоростных применениях это может вызвать отсоединение внутреннего кольца от вала и последующие повреждения при ползучести.

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ



Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники

Стандартная серия



Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия ROBUST



Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Spinshot™ II



Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия BGR

Радиально-упорные ш

Радиально-упорные шариковые подшипники

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия).....	44-56
Характеристики	
Система обозначений	
Таблицы подшипников	
Миниатюрная серия	
Серия 79	
Серия 70	
Серия 72	
Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST).....	58-69
Характеристики	
Система обозначений	
Таблицы подшипников	
Серии BNR19, BER19	
Серии BNR10, BER10	
Серии BNR19XE, BER19XE (Spinshot™ II)	
Серии BNR10XE, BER10XE (Spinshot™ II)	
Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (серия BGR)	70-74
Характеристики	
Система обозначения	
Таблицы подшипников	
Серия BGR19	
Серия BGR10	
Серия BGR02	

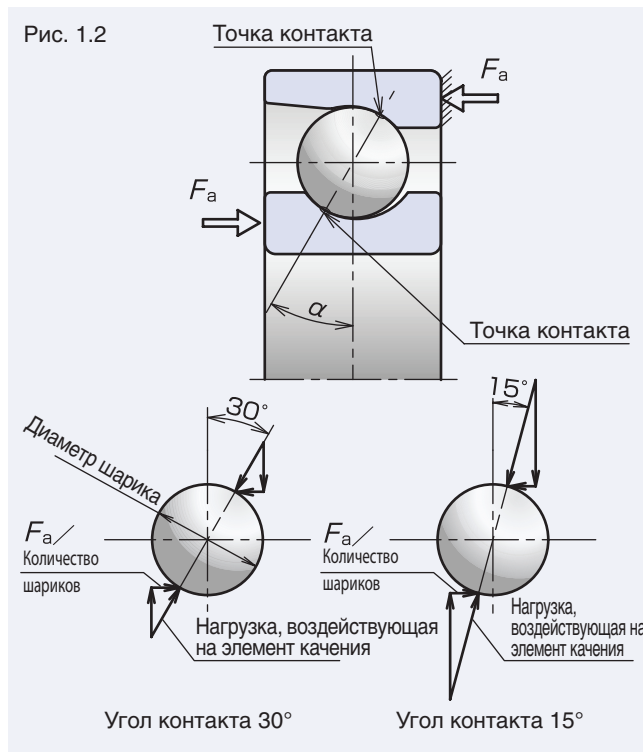
1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

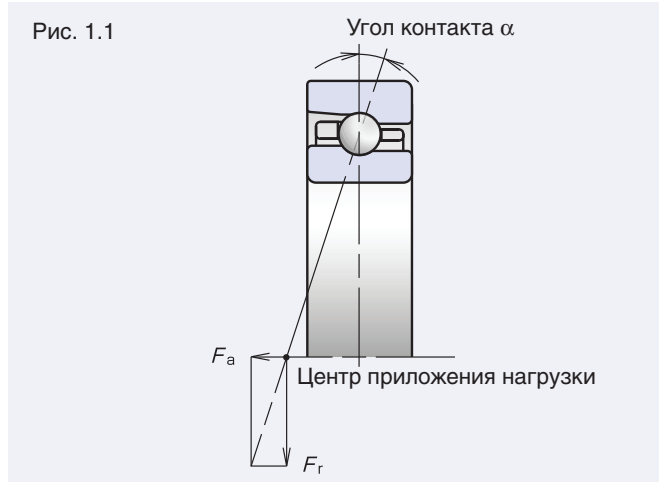
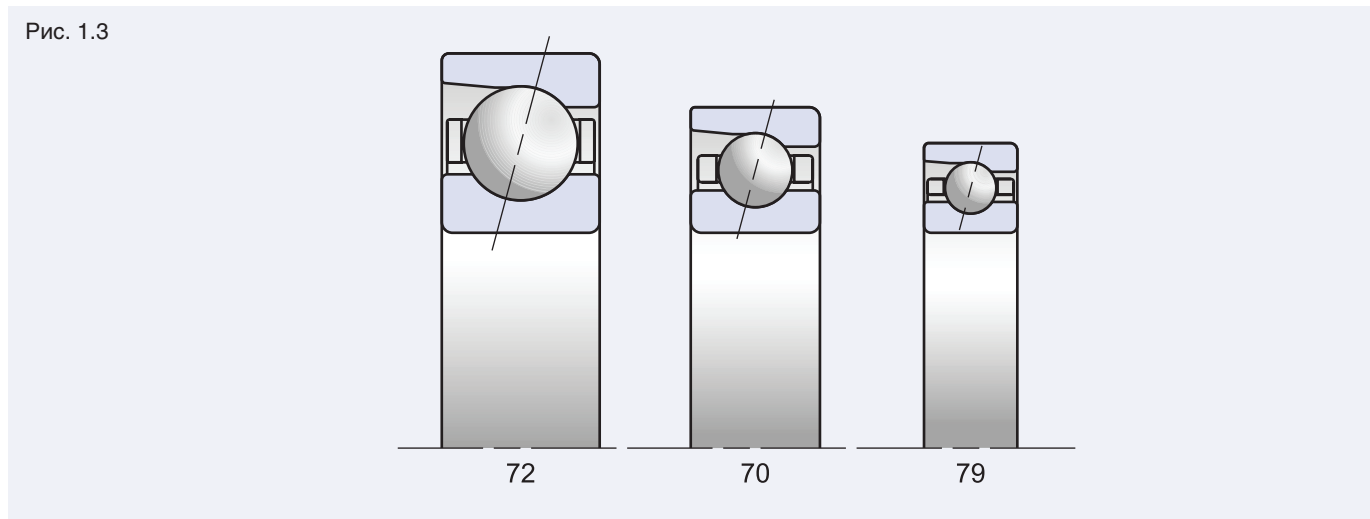
Характеристики

Однорядные радиально-упорные шариковые подшипники обладают соединяющей точки контакта линией, проведенной в радиальном направлении и называемой углом контакта. Угол контакта делает эти подшипники подходящими для несения радиальных нагрузок, односторонних осевых нагрузок и их сочетания. Кроме того, поскольку во время приложения радиальной нагрузки появляется осевая составляющая, такие подшипники широко используются в парах, триплексных компоновках, четверных и мультиплексных компоновках.

Угол контакта



Размерные серии



Во время приложения нагрузки к радиально-упорному шариковому подшипнику меняется упругая деформация и степень напряжения на угол контакта как результат изменения условий нагрузки на шарики, внутреннее и наружное кольца относительно угла контакта подшипника.

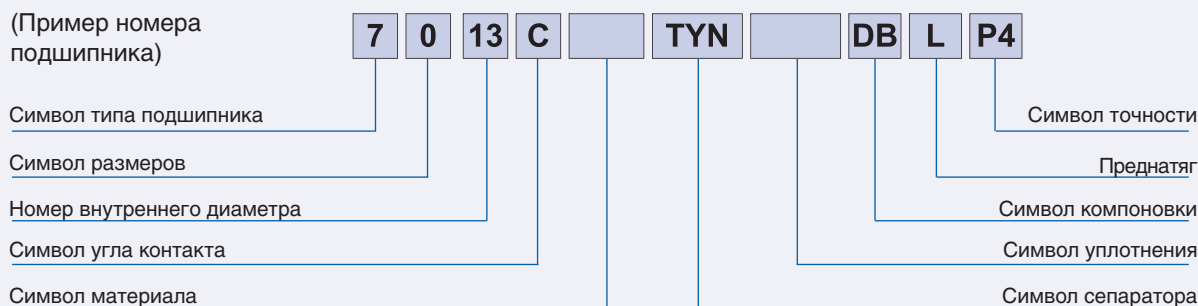
На рис. 1.2 изображено воздействие нагрузок на два элемента качения для углов контакта в 30° и в 15°. Зависимость между осевой нагрузкой, прилагаемой к подшипнику, и результирующей нагрузкой, действующей на элемент качения, можно сформулировать следующим образом:

$$F_a / (\text{Количество шариков} \times \sin \alpha).$$

Отсюда следует, что чем больше угол контакта, тем меньше оказывается нагрузка, действующая на элемент качения. Нагрузка на точку контакта и вызываемая ей деформация уменьшаются, что способствует продлению срока службы подшипника. Чем меньше угол контакта во время приложения радиальной нагрузки, тем меньшей оказывается нагрузка, действующая на элемент качения, что способствует уменьшению нагрузки на точку контакта.

(Характеристики углов контакта см. на стр. 38-39.)

Система обозначения высокоточных радиально-упорных шариковых подшипников



Справка

7	Тип подшипника	Однорядный радиально-упорный шариковый подшипник	38-39, 44
0	Размеры	9: 19 серия, 0: 10 серия, 2: 02 серия	38-39, 44
13	Номер внутреннего диаметра	Менее 03, Внутренний диаметр подшипника 00: 10 мм, 01: 12 мм 02: 15 мм, 03: 17 мм Свыше 04, Внутренний диаметр подшипника Номер диаметра X5 (мм)	46-56
C	Угол контакта	C: 15°, A5: 25°, A: 30°	38-39, 44
	Код материала	Символ отсутствует: подшипниковая сталь (SUJ2) SN24: керамический шарик (Si ₃ N ₄) ⁽²⁾	12-15
TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость d _{mn} = 1,400,000; предельная рабочая температура = 120°C TR: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенольно-альдегидного полимера; предельная рабочая температура = 120°C	16-17
	Уплотнение	Символ отсутствует: открытый тип V1V: неконтактное резиновое уплотнение ⁽¹⁾	28
DB	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник DU: универсальная компоновка (двухрядная) - 2 подшипника DB: компоновка "спина к спине" - 2 подшипника DF: компоновка "лицо к лицу" - 2 подшипника DT: "тандемная" компоновка - 2 подшипника DBD, DFD, DTD, DUD: триплексные компоновки - 3 подшипника DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: квадраплексные компоновки - 4 подшипника	38-39 130-133
L	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг, M: средний преднатяг, H: большой преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	38-39 134-142
P4	Точность	P2: МOC Класс 2, P4: МOC Класс 4, P5: МOC Класс 5 P3: специальный класс (точность размеров: МOC Класс 4; точность вращения: МOC Класс 2) P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт МOC Класс 4.)	133 158-161

⁽¹⁾ Герметизированные радиально-упорные шариковые подшипники стандартизированы под компоновку SU и МOC Класс 3. Соответственные номера герметизированных радиально-упорных шариковых подшипников 79, 70: Внутренний диаметр=Ø30-100 мм.

⁽²⁾ Соответственные номера радиально-упорных подшипников с керамическими шариками 79, 70: Внутренний диаметр=Ø10-100 мм

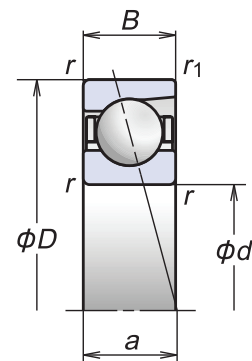
1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Миниатюрная серия)

Серия 70

Серия 72

Внутренний диаметр 5-8 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{0r} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
725C	5	16	5	0.3	0.15	1.700	0.660	0.545	5.31	4.5	110 000	167 000
725A	5	16	5	0.3	0.15	1.610	0.620	0.665	8.56	4.5	72 000	96 000
706C	6	17	6	0.3	0.15	2.150	0.845	0.765	6.08	5.5	100 000	153 000
706A	6	17	6	0.3	0.15	2.030	0.795	0.725	9.63	5.5	66 000	87 000
726C	6	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	6.34	7.8	92 000	140 000
726A	6	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.395	6.60	7.8	60 000	80 000
707C	7	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	6.48	7.4	89 000	135 000
707A	7	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.375	10.5	7.4	58 000	77 000
708C	8	22	7	0.3	0.15	3.550	1.540	1.300	7.51	12.0	77 000	117 000
708A	8	22	7	0.3	0.15	3.350	1.450	1.020	12.1	12.0	50 000	67 000
728C	8	24	8	0.3	0.15	3.600	1.580	1.330	8.28	16.0	72 000	110 000
728A	8	24	8	0.3	0.15	3.350	1.480	0.610	8.60	16.0	47 000	63 000

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "А": номинальный угол контакта 30°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 79

Внутренний диаметр 10-55 мм

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

Радиально-упорные шариковые подшипники

Стандарт

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7900C	10	22	6	0.3	0.15	3.00	1.52	1.23	14.1	5.1	0.010	71 900	109 400
7900A5	10	22	6	0.3	0.15	2.88	1.45	1.44	—	6.7	0.009	62 500	93 800
7901C	12	24	6	0.3	0.15	3.35	1.86	1.45	14.7	5.4	0.011	63 900	97 300
7901A5	12	24	6	0.3	0.15	3.20	1.77	1.71	—	7.2	0.011	55 600	83 400
7902C	15	28	7	0.3	0.15	4.75	2.64	1.93	14.5	6.4	0.016	53 500	81 400
7902A5	15	28	7	0.3	0.15	4.55	2.53	2.22	—	8.5	0.016	46 600	69 800
7903C	17	30	7	0.3	0.15	5.00	2.94	2.09	14.8	6.6	0.017	49 000	74 500
7903A5	17	30	7	0.3	0.15	4.75	2.80	2.21	—	9.0	0.017	42 600	63 900
7904C	20	37	9	0.3	0.15	6.95	4.25	3.20	14.9	8.3	0.036	40 400	61 500
7904A5	20	37	9	0.3	0.15	6.60	4.05	3.55	—	11.1	0.037	35 100	52 700
7905C	25	42	9	0.3	0.15	7.85	5.40	3.90	15.5	9.0	0.043	34 400	52 300
7905A5	25	42	9	0.3	0.15	7.45	5.15	4.40	—	12.3	0.043	29 900	44 800
7906C	30	47	9	0.3	0.15	8.30	6.25	4.40	15.9	9.7	0.049	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0.3	0.15	7.85	5.95	4.95	—	13.5	0.050	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0.6	0.3	12.1	9.15	6.60	15.7	11.0	0.074	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0.6	0.3	11.4	8.70	7.20	—	15.5	0.075	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0.6	0.3	15.1	11.7	8.40	15.7	12.8	0.109	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0.6	0.3	14.3	11.2	8.90	—	17.9	0.110	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0.6	0.3	16.0	13.4	8.55	16.0	13.6	0.129	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0.6	0.3	15.1	12.7	9.95	—	19.2	0.130	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0.6	0.3	16.9	15.0	9.45	16.2	14.2	0.130	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0.6	0.3	15.9	14.2	11.0	—	20.2	0.132	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1.0	0.6	19.1	17.7	11.0	16.3	15.5	0.182	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1.0	0.6	18.1	16.8	12.5	—	22.2	0.184	14 900	22 300

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

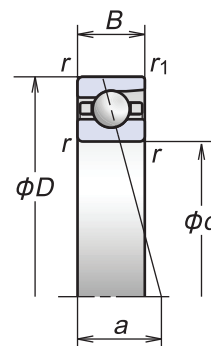
При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 79

Внутренний диаметр 60-280 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (МИН)	r_1 (МИН)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7912C	60	85	13	1.0	0.6	19.4	18.7	11.5	16.5	16.2	0.195	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1.0	0.6	18.3	17.7	13.0	—	23.4	0.198	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1.0	0.6	20.2	20.5	12.5	16.7	16.9	0.208	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1.0	0.6	19.1	19.4	14.2	—	24.6	0.211	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1.0	0.6	28.1	27.8	17.3	16.4	19.4	0.338	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1.0	0.6	26.5	26.3	20.3	—	27.8	0.341	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1.0	0.6	28.6	29.3	18.0	16.6	20.1	0.358	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1.0	0.6	26.9	27.7	21.2	—	29.0	0.355	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1.0	0.6	29.0	30.5	18.7	16.7	20.7	0.377	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1.0	0.6	27.3	29.0	22.1	—	30.2	0.381	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1.1	0.6	39.0	40.5	25.9	16.5	22.7	0.534	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1.1	0.6	36.5	38.5	30.0	—	32.9	0.541	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1.1	0.6	41.5	46.0	29.1	16.6	23.4	0.568	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1.1	0.6	39.5	43.5	33.5	—	34.1	0.560	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1.1	0.6	42.5	48.0	30.0	16.7	24.1	0.597	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1.1	0.6	40.0	45.5	35.0	—	35.2	0.603	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1.1	0.6	50.0	54.0	33.0	16.5	26.1	0.800	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1.1	0.6	47.5	51.5	39.5	—	38.0	0.808	8 400	12 500
7921C	105	145	20	1.1	0.6	51.0	57.0	34.5	16.6	26.7	0.831	9 200	14 000
7921A5	105	145	20	1.1	0.6	48.0	54.0	41.0	—	39.2	0.820	8 000	12 000
7922C	110	150	20	1.1	0.6	52.0	59.5	35.5	16.7	27.4	0.867	8 900	13 500
7922A5	110	150	20	1.1	0.6	49.0	56.0	43.0	—	40.3	0.877	7 700	11 600
7924C	120	165	22	1.1	0.6	72.0	81.0	50.5	16.5	30.1	1.160	8 100	12 300
7924A5	120	165	22	1.1	0.6	67.5	77.0	59.5	—	44.2	1.150	7 100	10 600

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°

При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

Серия 79 (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7926C	130	180	24	1.5	1.0	78.5	91.0	55.0	16.5	32.8	1.500	7 500	11 300
7926A5	130	180	24	1.5	1.0	74.0	86.0	63.5	—	48.1	1.540	6 500	9 700
7928C	140	190	24	1.5	1.0	79.5	95.5	58.0	16.7	34.1	1.630	7 000	10 700
7928A5	140	190	24	1.5	1.0	75.0	90.0	68.0	—	50.5	1.630	6 100	9 100
7930C	150	210	28	2.0	1.0	102	122	74.0	16.6	38.1	2.960	6 400	9 800
7930A5	150	210	28	2.0	1.0	96.5	115	84.5	—	56.0	2.970	5 600	8 400
7932C	160	220	28	2.0	1.0	106	133	80.0	16.7	39.4	3.100	6 100	9 300
7932A5	160	220	28	2.0	1.0	100	125	93.5	—	58.3	3.120	5 300	7 900
7934C	170	230	28	2.0	1.0	113	148	88.5	16.8	40.8	3.360	5 800	8 800
7934A5	170	230	28	2.0	1.0	106	140	103	—	60.6	3.360	5 000	7 500
7936C	180	250	33	2.0	1.0	145	184	111	16.6	45.3	4.900	5 400	8 200
7936A5	180	250	33	2.0	1.0	137	174	127	—	66.6	4.940	4 700	7 000
7938C	190	260	33	2.0	1.0	147	192	115	16.7	46.6	4.980	5 200	7 800
7938A5	190	260	33	2.0	1.0	139	182	131	—	69.0	5.120	4 500	6 700
7940C	200	280	38	2.1	1.1	189	244	144	16.5	51.2	6.850	4 800	7 300
7940A5	200	280	38	2.1	1.1	178	231	169	—	75.0	6.920	4 200	6 300
7944C	220	300	38	2.1	1.1	190	256	235	16.7	53.8	6.665	4 500	6 800
7944A5	220	300	38	2.1	1.1	179	242	174	—	79.6	6.665	3 900	5 800
7948C	240	320	38	2.1	1.1	200	286	260	16.8	56.5	7.224	4 200	6 300
7948A5	240	320	38	2.1	1.1	189	270	193	—	84.3	7.224	3 600	5 400
7952C	260	360	46	2.1	1.1	256	365	340	16.6	64.5	11.936	3 800	5 700
7952A5	260	360	46	2.1	1.1	241	345	252	—	95.3	11.936	3 300	4 900
7956C	280	380	46	2.1	1.1	272	410	380	16.7	67.2	12.853	3 500	5 400
7956A5	280	380	46	2.1	1.1	256	390	283	—	99.9	12.853	3 100	4 600

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

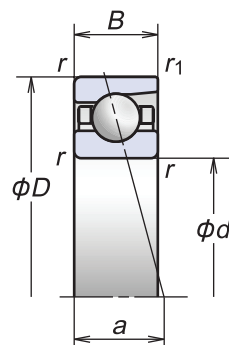
Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 70

Внутренний диаметр 10-75 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7000C	10	26	8	0.3	0.15	5.30	2.49	2.16	12.6	6.4	0.019	63 900	97 300
7000A5	10	26	8	0.3	0.15	5.15	2.41	2.48	—	8.2	0.019	55 600	83 400
7000A	10	26	8	0.3	0.15	5.00	2.34	1.91	—	9.2	0.019	41 700	55 600
7001C	12	28	8	0.3	0.15	5.80	2.90	2.40	13.2	6.7	0.021	57 500	87 500
7001A5	12	28	8	0.3	0.15	5.60	2.79	2.82	—	8.7	0.021	50 000	75 000
7001A	12	28	8	0.3	0.15	5.40	2.71	2.13	—	9.8	0.021	37 500	50 000
7002C	15	32	9	0.3	0.15	6.25	3.40	2.63	14.1	7.6	0.030	49 000	74 500
7002A5	15	32	9	0.3	0.15	5.95	3.25	3.05	—	10.0	0.030	42 600	63 900
7002A	15	32	9	0.3	0.15	5.80	3.15	2.36	—	11.3	0.030	32 000	42 600
7003C	17	35	10	0.3	0.15	6.60	3.80	2.85	14.5	8.5	0.039	44 300	67 400
7003A5	17	35	10	0.3	0.15	6.30	3.65	3.35	—	11.1	0.040	38 500	57 700
7003A	17	35	10	0.3	0.15	6.10	3.50	2.59	—	12.5	0.040	28 900	38 500
7004C	20	42	12	0.6	0.3	11.1	6.55	4.80	14.0	10.1	0.067	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0.6	0.3	10.6	6.25	5.45	—	13.2	0.067	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0.6	0.3	10.3	6.10	4.20	—	14.9	0.068	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0.6	0.3	11.7	7.40	5.20	14.7	10.8	0.078	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0.6	0.3	11.1	7.10	5.95	—	14.4	0.077	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0.6	0.3	10.7	6.85	4.55	—	16.4	0.079	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1.0	0.6	15.1	10.3	6.85	14.9	12.2	0.114	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1.0	0.6	14.4	9.80	8.05	—	16.4	0.114	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1.0	0.6	13.9	9.45	6.20	—	18.8	0.116	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1.0	0.6	19.1	13.7	9.35	15.0	13.5	0.151	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1.0	0.6	18.2	13.0	11.4	—	18.3	0.151	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1.0	0.6	17.5	12.6	8.75	—	21.0	0.153	15 500	20 700

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "А": номинальный угол контакта 30°

При использовании керамических шариков значение предельной скорости в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

Серия 70 (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7008C	40	68	15	1.0	0.6	20.6	15.9	10.6	15.4	14.7	0.189	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1.0	0.6	19.5	15.1	12.0	—	20.1	0.188	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1.0	0.6	18.8	14.6	9.15	—	23.1	0.191	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1.0	0.6	24.4	19.3	12.4	15.4	16.0	0.238	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1.0	0.6	23.1	18.3	14.5	—	22.0	0.250	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1.0	0.6	22.3	17.7	11.1	—	25.3	0.241	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1.0	0.6	26.0	21.9	13.9	15.7	16.7	0.259	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1.0	0.6	24.6	20.8	16.2	—	23.2	0.270	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1.0	0.6	23.7	20.1	12.5	—	26.8	0.262	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1.1	0.6	34.0	28.6	18.9	15.5	18.7	0.380	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1.1	0.6	32.5	27.2	21.8	—	25.9	0.383	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1.1	0.6	31.0	26.3	16.6	—	29.9	0.385	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1.1	0.6	35.0	30.5	19.9	15.7	19.4	0.405	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1.1	0.6	33.0	29.1	23.0	—	27.1	0.408	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1.1	0.6	32.0	28.1	17.6	—	31.4	0.410	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1.1	0.6	37.0	34.5	22.0	15.9	20.0	0.435	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1.1	0.6	35.0	32.5	25.4	—	28.2	0.455	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1.1	0.6	33.5	31.5	19.5	—	32.8	0.441	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1.1	0.6	47.0	43.0	26.8	15.7	22.1	0.606	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1.1	0.6	44.5	41.0	32.0	—	31.0	0.625	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1.1	0.6	42.5	39.5	24.6	—	36.0	0.613	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1.1	0.6	48.0	45.5	28.1	15.9	22.7	0.643	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1.1	0.6	45.5	43.5	33.5	—	32.1	0.652	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1.1	0.6	43.5	41.5	25.9	—	37.4	0.650	7 900	10 600

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

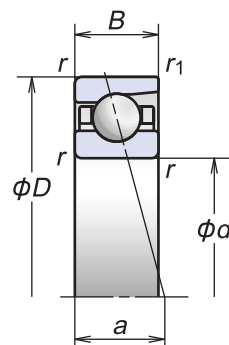
При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 70

Внутренний диаметр 80-200 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7016C	80	125	22	1.1	0.6	58.5	55.5	34.5	15.7	24.7	0.855	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1.1	0.6	55.5	52.5	41.0	—	34.9	0.880	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1.1	0.6	53.5	50.5	31.5	—	40.6	0.864	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1.1	0.6	60.0	58.5	38.0	15.9	25.4	0.898	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1.1	0.6	57.0	55.5	43.0	—	36.1	0.904	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1.1	0.6	54.5	53.5	33.0	—	42.0	0.907	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1.5	1.0	71.5	69.0	44.5	15.7	27.4	1.160	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1.5	1.0	68.0	65.5	52.0	—	38.8	1.170	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1.5	1.0	65.0	63.5	40.5	—	45.2	1.180	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1.5	1.0	73.5	73.0	47.0	15.9	28.1	1.210	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1.5	1.0	69.5	69.5	52.5	—	40.0	1.410	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1.5	1.0	67.0	67.0	40.5	—	46.6	1.230	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1.5	1.0	75.5	77.0	49.0	16.0	28.7	1.270	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1.5	1.0	71.0	73.5	57.5	—	41.1	1.450	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1.5	1.0	68.5	70.5	44.5	—	48.1	1.280	6 000	8 000
7021C	105	160	26	2.0	1.0	88.0	89.5	57.0	15.9	30.7	1.580	8 700	13 300
7021A5	105	160	26	2.0	1.0	83.5	85.0	66.5	—	43.9	1.820	7 600	11 400
7021A	105	160	26	2.0	1.0	80.0	81.5	51.0	—	51.2	1.600	5 700	7 600
7022C	110	170	28	2.0	1.0	106	104	68.5	15.6	32.7	1.940	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2.0	1.0	100	99.0	79.5	—	46.6	2.260	7 200	10 800
7022A	110	170	28	2.0	1.0	96.5	95.5	61.0	—	54.4	1.960	5 400	7 200
7024C	120	180	28	2.0	1.0	112	117	75.5	15.8	34.1	2.090	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2.0	1.0	106	111	87.5	—	49.0	2.430	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2.0	1.0	102	107	67.5	—	57.3	2.120	5 000	6 700

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "А": номинальный угол контакта 30°

При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

Серия 70 (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7026C	130	200	33	2.0	1.0	129	137	86.0	15.9	38.6	3.220	7 000	10 700
7026A5	130	200	33	2.0	1.0	122	130	99.5	—	55.0	3.660	6 100	9 100
7026A	130	200	33	2.0	1.0	117	125	76.5	—	64.1	3.260	4 600	6 100
7028C	140	210	33	2.0	1.0	132	145	90.0	16.0	39.9	3.410	6 600	10 000
7028A5	140	210	33	2.0	1.0	125	138	104	—	57.3	3.870	5 800	8 600
7028A	140	210	33	2.0	1.0	120	133	80.5	—	67.0	3.440	4 300	5800
7030C	150	225	35	2.1	1.1	151	168	105	16.0	42.6	4.150	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2.1	1.1	143	160	123	—	61.2	4.690	5 400	8 000
7030A	150	225	35	2.1	1.1	137	154	95.0	—	71.6	4.190	4 000	5 400
7032C	160	240	38	2.1	1.1	171	193	118	16.0	45.8	5.110	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2.1	1.1	162	183	138	—	65.6	5.710	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2.1	1.1	155	176	106	—	76.7	5.160	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2.1	1.1	205	234	149	15.9	49.8	6.880	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2.1	1.1	193	223	168	—	71.1	7.830	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2.1	1.1	186	214	129	—	83.1	6.940	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2.1	1.1	228	276	175	15.8	53.8	10.40	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2.1	1.1	216	262	195	—	76.6	10.40	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2.1	1.1	207	252	151	—	89.4	9.270	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2.1	1.1	247	305	192	15.9	55.2	11.20	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2.1	1.1	233	291	222	—	79.0	11.20	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2.1	1.1	224	280	172	—	92.3	11.30	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2.1	1.1	265	340	213	15.9	59.7	13.60	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2.1	1.1	250	325	245	—	85.0	13.70	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2.1	1.1	240	310	190	—	99.1	13.70	3 000	4 000

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

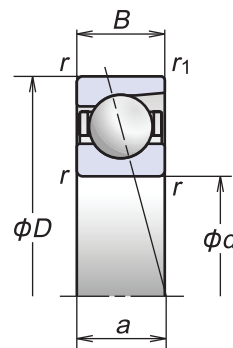
Замечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
 Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
 Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 72

Внутренний диаметр 10-105 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7200C	10	30	9	0.6	0.3	5.40	2.61	2.16	13.2	7.2	0.032	57 500	87 500
7200A5	10	30	9	0.6	0.3	5.20	2.51	2.49	—	9.2	0.031	50 000	75 000
7200A	10	30	9	0.6	0.3	5.05	2.44	1.92	—	10.3	0.032	37 500	50 000
7201C	12	32	10	0.6	0.3	7.90	3.85	3.45	12.5	7.9	0.036	52 300	79 600
7201A5	12	32	10	0.6	0.3	7.65	3.70	3.55	—	10.1	0.036	45 500	68 200
7201A	12	32	10	0.6	0.3	7.45	3.65	2.72	—	11.4	0.030	34 100	45 500
7202C	15	35	11	0.6	0.3	8.65	4.55	3.85	13.2	8.8	0.045	46 000	70 000
7202A5	15	35	11	0.6	0.3	8.35	4.35	3.95	—	11.3	0.044	40 000	60 000
7202A	15	35	11	0.6	0.3	8.10	4.25	3.00	—	12.7	0.045	30 000	40 000
7203C	17	40	12	0.6	0.3	10.9	5.85	4.85	13.3	9.8	0.065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0.6	0.3	10.4	5.60	5.30	—	12.6	0.064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0.6	0.3	10.1	5.45	4.05	—	14.2	0.065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1.0	0.6	14.6	8.05	6.30	13.3	11.5	0.103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1.0	0.6	14.0	7.75	7.40	—	14.8	0.102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1.0	0.6	13.6	7.55	5.75	—	16.7	0.104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1.0	0.6	16.6	10.2	7.50	14.0	12.7	0.127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1.0	0.6	15.9	9.80	9.05	—	16.5	0.130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1.0	0.6	15.4	9.45	6.95	—	18.6	0.129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1.0	0.6	23.0	14.7	10.3	13.9	14.2	0.194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1.0	0.6	22.1	14.1	12.0	—	18.7	0.194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1.0	0.6	21.3	13.6	9.20	—	21.3	0.197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1.1	0.6	30.5	19.9	14.4	13.9	15.7	0.280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1.1	0.6	29.1	19.1	16.6	—	21.0	0.277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1.1	0.6	28.2	18.5	12.7	—	23.9	0.284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1.1	0.6	36.5	25.2	17.6	14.1	17.0	0.366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1.1	0.6	34.5	24.1	20.6	—	23.0	0.362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1.1	0.6	33.5	23.3	15.8	—	26.3	0.370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1.1	0.6	41.0	28.8	19.6	14.2	18.2	0.406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1.1	0.6	39.0	27.6	23.3	—	24.7	0.402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1.1	0.6	37.5	26.7	18.0	—	28.3	0.410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1.1	0.6	43.0	31.5	21.1	14.5	19.4	0.457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1.1	0.6	41.0	30.5	25.2	—	26.3	0.453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1.1	0.6	39.5	29.3	19.4	—	30.2	0.462	10 800	14 300

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°
 Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°
 Номера подшипников с суффиксом "А": номинальный угол контакта 30°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество уплотненной смазки 157

Серия 72 (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7211C	55	100	21	1.5	1.0	53.0	40.0	27.6	14.5	20.9	0.601	14 900	22 600
7211A5	55	100	21	1.5	1.0	50.5	38.0	32.5	—	28.6	0.596	13 000	19 400
7211A	55	100	21	1.5	1.0	49.0	37.0	25.0	—	32.9	0.609	9 700	13 000
7212C	60	110	22	1.5	1.0	64.0	49.0	34.0	14.4	22.4	0.780	13 600	20 600
7212A5	60	110	22	1.5	1.0	61.0	47.0	40.0	—	30.8	0.773	11 800	17 700
7212A	60	110	22	1.5	1.0	59.0	45.5	30.5	—	35.5	0.789	8 900	11 800
7213C	65	120	23	1.5	1.0	73.0	58.5	40.0	14.6	23.9	1.010	12 500	19 000
7213A5	65	120	23	1.5	1.0	69.5	56.0	46.5	—	33.1	1.000	10 900	16 300
7213A	65	120	23	1.5	1.0	67.5	54.0	36.0	—	38.2	1.020	8 200	10 900
7214C	70	125	24	1.5	1.0	79.5	64.5	43.0	14.6	25.1	1.090	11 800	18 000
7214A5	70	125	24	1.5	1.0	76.0	61.5	49.5	—	34.7	1.080	10 300	15 400
7214A	70	125	24	1.5	1.0	73.0	59.5	38.0	—	40.1	1.100	7 700	10 300
7215C	75	130	25	1.5	1.0	83.0	70.0	46.0	14.8	26.2	1.190	11 300	17 100
7215A5	75	130	25	1.5	1.0	79.0	66.5	53.0	—	36.4	1.180	9 800	14 700
7215A	75	130	25	1.5	1.0	76.0	64.5	40.5	—	42.1	1.200	7 400	9 800
7216C	80	140	26	2.0	1.0	93.0	77.5	54.5	14.7	27.7	1.430	10 500	16 000
7216A5	80	140	26	2.0	1.0	88.5	74.0	62.0	—	38.6	1.420	9 100	13 700
7216A	80	140	26	2.0	1.0	85.5	71.5	47.5	—	44.8	1.450	6 900	9 100
7217C	85	150	28	2.0	1.0	107	90.5	60.5	14.7	29.7	1.790	9 800	14 900
7217A5	85	150	28	2.0	1.0	102	86.5	70.0	—	41.4	1.790	8 600	12 800
7217A	85	150	28	2.0	1.0	98.5	83.5	53.5	—	47.9	1.800	6 400	8 600
7218C	90	160	30	2.0	1.0	123	105	72.0	14.6	31.7	2.200	9 200	14 000
7218A5	90	160	30	2.0	1.0	117	100	83.5	—	44.1	2.310	8 000	12 000
7218A	90	160	30	2.0	1.0	113	96.5	64.5	—	51.1	2.230	6 000	8 000
7219C	95	170	32	2.1	1.1	133	112	76.0	14.6	33.7	2.640	8 700	13 300
7219A5	95	170	32	2.1	1.1	127	107	87.0	—	46.9	2.630	7 600	11 400
7219A	95	170	32	2.1	1.1	122	103	67.0	—	54.2	2.670	5 700	7 600
7220C	100	180	34	2.1	1.1	149	127	88.5	14.5	35.7	3.180	8 300	12 500
7220A5	100	180	34	2.1	1.1	142	121	103	—	49.6	3.160	7 200	10 800
7220A	100	180	34	2.1	1.1	137	117	79.5	—	57.4	3.210	5 400	7 200
7221C	105	190	36	2.1	1.1	162	143	97.5	14.5	37.7	3.780	7 800	11 900
7221A5	105	190	36	2.1	1.1	155	137	111	—	52.4	3.770	6 800	10 200
7221A	105	190	36	2.1	1.1	150	132	85.0	—	60.6	3.820	5 100	6 800

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

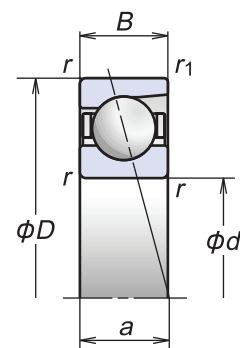
Замечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
 Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
 Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Серия 72

Внутренний диаметр 110-150 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Фактор f_o	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{or} (Статическая)					Консистентная смазка	Масло
7222C	110	200	38	2.1	1.1	176	160	108	14.5	39.8	4.450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2.1	1.1	168	153	126	—	55.1	4.450	6 500	9 700
7222A	110	200	38	2.1	1.1	162	148	97.0	—	63.7	4.490	4 900	6 500
7224C	120	215	40	2.1	1.1	199	192	132	14.6	42.4	5.420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2.1	1.1	189	184	150	—	59.1	5.420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2.1	1.1	183	177	116	—	68.3	5.450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3.0	1.1	206	209	144	14.9	44.1	6.230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3.0	1.1	196	199	163	—	62.0	6.220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3.0	1.1	189	193	127	—	72.0	6.280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3.0	1.1	238	254	172	14.8	47.1	7.910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3.0	1.1	226	242	194	—	66.5	7.910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3.0	1.1	218	234	150	—	77.3	7.970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3.0	1.1	270	305	205	14.7	50.6	11.100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3.0	1.1	258	290	231	—	71.5	11.100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3.0	1.1	248	280	179	—	83.1	11.200	3 600	4 800

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Номера подшипников с суффиксом "С": номинальный угол контакта 15°
 Номера подшипников с суффиксом "А5": номинальный угол контакта 25°
 Номера подшипников с суффиксом "А": номинальный угол контакта 30°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Характеристики

Оптимальная конструкция

Надежная конструкция, являющаяся достижением внутренней аналитической технологии компании NSK.

Оптимальная конструкция, разработанная с помощью компьютерного моделирования повышения температуры вследствие скользящего движения шарика.

Долговечность

Новая сталь SHX превосходит все другие по характеристикам термостойкости и сопротивления износу.

Увеличенный расчетный срок службы включает повышение предела заедания в условиях недостаточного смазывания и высокоскоростного режима работы.

Высокая точность

Материал элементов качения может быть адаптирован в соответствии с установками.

В радиально-упорных шариковых подшипниках серии ROBUST используются керамические шарики.

Выпускается высокоточная серия класса P2.

Научно-технические знания и опыт NSK обеспечивают подшипникам характеристику высокой степени точности.

Высокая скорость

Сепаратор для высокоскоростного режима работы.

Преимущества специально разработанного маловесного, высокопрочного полимерного сепаратора включают термостойкость и высокую жесткость, что делает данный сепаратор необходимым в установках, требующих высокоскоростных режимов.

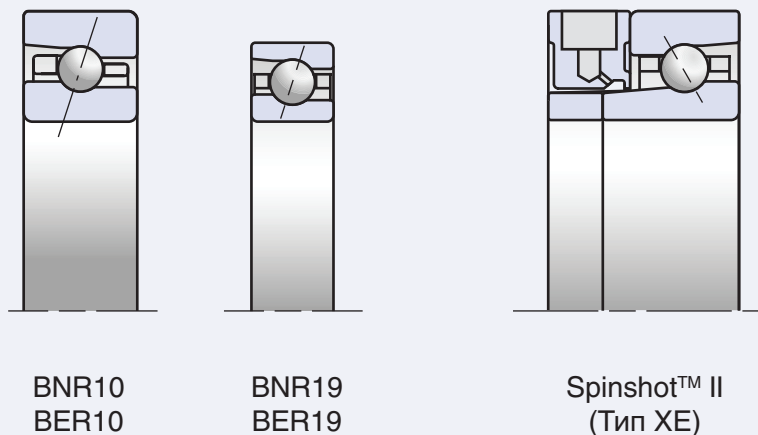
Низкий уровень шума

Более тихий ход высокоскоростного шпинделя с использованием системы смазки Spinshot TM II.

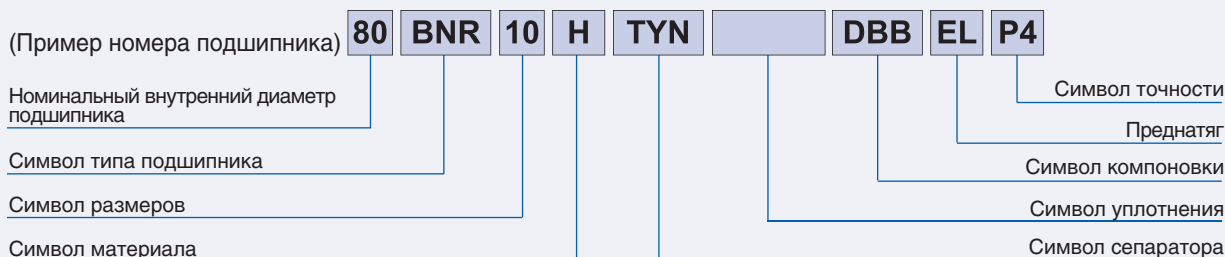
Устраняет шум, вызываемый сжатым воздухом в системе воздушно-масляной смазки.

Размерные серии

Рис. 1.4



Система обозначения сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (серия ROBUST)



			Справка																	
80	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Внутренний диаметр (мм)	60-69																	
BNR	Тип подшипника	BNR Тип подшипника BNR: угол контакта 18° BER: угол контакта 25°	38-39, 44																	
10	Размеры	10: 10 серия, 19: 19 серия	38-39,58																	
H	Код материала	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Тип</th> <th colspan="2">Материал</th> </tr> <tr> <th>Кольца</th> <th>Элементы качения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> <td>Керамика (Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX) Керамика</td> <td>Керамика (Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>XE (Spinshot™ II)</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX) Керамика</td> <td>Керамика (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Тип	Материал		Кольца	Элементы качения	S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)	H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si ₃ N ₄)	X	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si ₃ N ₄)	XE (Spinshot™ II)	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si ₃ N ₄)	12-15 20-21
		Тип		Материал																
			Кольца	Элементы качения																
		S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)																
		H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si ₃ N ₄)																
X	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si ₃ N ₄)																		
XE (Spinshot™ II)	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si ₃ N ₄)																		
TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость dmpn = 1,400,000; предельная рабочая температура = 120°C T: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенол-альдегидного полимера; предельная рабочая температура = 120°C	16-17																	
	Уплотнение	Символ отсутствует: открытый тип V1V: неконтактное резиновое уплотнение (1)	28																	
DBB	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник DU: универсальная компоновка (двухрядная) - 2 подшипника DB: компоновка "спина к спине" - 2 подшипника DF: компоновка "лицо к лицу" - 2 подшипника DT: "тандемная" компоновка - 2 подшипника DBD, DFD, DTD, DUD: триплексные компоновки - 3 подшипника DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: квадраплексные компоновки - 4 подшипника	38-39 130-133																	
EL	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг, M: средний преднатяг, H: большой преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	38-39 134-142 143-146																	
P4	Точность	P2: МОС Класс 2, P4: МОС Класс 4, P5: МОС Класс 5 P3: специальный класс (точность размеров: МОС Класс 4; точность вращения: МОС Класс 2) P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт МОС Класс 4.)	133 158-161																	

(1) Герметизированные радиально-упорные шариковые подшипники стандартизованы под компоновку SU и МОС Класс 3. Соответственные номера герметизированных радиально-упорных шариковых подшипников типа: BNR19, BER19, BNR10, BER10. Внутренний диаметр = Ø30-100 мм.

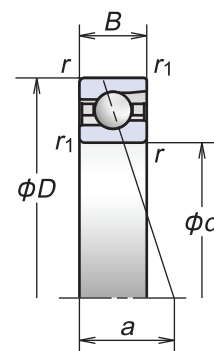
1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Серия **BNR 19**

Серия **BER 19**

Внутренний диаметр 25-80 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _д (Динамическая)	<i>C</i> _{ст} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
25BNR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.95	3.50	4.95	9.9	0.042	41 800	59 800
25BNR19H	25	42	9	0.3	0.15			3.25			53 800	83 600
25BNR19X	25	42	9	0.3	0.15			3.25			62 700	98 600
25BER19S	25	42	9	0.3	0.15	5.70	3.40	5.90	12.3	0.042	35 900	50 800
25BER19H	25	42	9	0.3	0.15			3.95			47 800	74 700
25BER19X	25	42	9	0.3	0.15			3.95			56 800	89 600
30BNR19S	30	47	9	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	10.8	0.048	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0.3	0.15			3.80			46 800	72 800
30BNR19X	30	47	9	0.3	0.15			3.80			54 600	85 800
30BER19S	30	47	9	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	13.5	0.048	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0.3	0.15			4.60			41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0.3	0.15			4.60			49 400	78 000
35BNR19S	35	55	10	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	12.3	0.072	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0.6	0.3			5.60			40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0.6	0.3			5.60			46 700	73 400
35BER19S	35	55	10	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	15.5	0.072	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0.6	0.3			6.80			35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0.6	0.3			6.80			42 300	66 700
40BNR19S	40	62	12	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	14.3	0.105	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0.6	0.3			7.10			35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0.6	0.3			7.10			41 200	64 800
40BER19S	40	62	12	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	17.9	0.105	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0.6	0.3			8.65			31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0.6	0.3			8.65			37 300	58 900
45BNR19S	45	68	12	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	15.2	0.125	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0.6	0.3			8.10			31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0.6	0.3			8.10			37 200	58 500
45BER19S	45	68	12	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	19.2	0.125	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0.6	0.3			9.85			28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0.6	0.3			9.85			33 700	53 100
50BNR19S	50	72	12	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	15.9	0.127	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0.6	0.3			9.10			29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0.6	0.3			9.10			34 500	54 100
50BER19S	50	72	12	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	20.2	0.127	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0.6	0.3			11.0			26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0.6	0.3			11.0			31 200	49 200

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

BNR 19 BER 19 Серия (продолжение)

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)		
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{0r} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
55BNR19S	55	80	13	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	17.5	0.178	20 800	29 700	
55BNR19H	55	80	13	1.0	0.6			10.6			0.158	26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1.0	0.6			0.158			31 200	48 900	
55BER19S	55	80	13	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	22.2	0.178	17 800	25 200	
55BER19H	55	80	13	1.0	0.6			12.9			0.158	23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1.0	0.6			0.158			28 200	44 500	
60BNR19S	60	85	13	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	18.3	0.190	19 400	27 600	
60BNR19H	60	85	13	1.0	0.6			11.2			0.170	24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1.0	0.6			0.170			29 000	45 600	
60BER19S	60	85	13	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	23.4	0.190	16 600	23 500	
60BER19H	60	85	13	1.0	0.6			13.6			0.170	22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1.0	0.6			0.170			26 300	41 400	
65BNR19S	65	90	13	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	19.1	0.204	18 100	25 900	
65BNR19H	65	90	13	1.0	0.6			12.3			0.181	23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1.0	0.6			0.181			27 100	42 600	
65BER19S	65	90	13	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	24.6	0.204	15 500	22 000	
65BER19H	65	90	13	1.0	0.6			14.9			0.181	20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1.0	0.6			0.181			24 600	38 800	
70BNR19S	70	100	16	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	21.8	0.328	16 500	23 600	
70BNR19H	70	100	16	1.0	0.6			17.1			0.292	21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1.0	0.6			0.292			24 800	38 900	
70BER19S	70	100	16	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	27.8	0.328	14 200	20 000	
70BER19H	70	100	16	1.0	0.6			20.7			0.292	18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1.0	0.6			0.292			22 400	35 300	
75BNR19S	75	105	16	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	22.6	0.348	15 600	22 300	
75BNR19H	75	105	16	1.0	0.6			18.0			0.310	20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1.0	0.6			0.310			23 400	36 700	
75BER19S	75	105	16	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	29.0	0.348	13 400	18 900	
75BER19H	75	105	16	1.0	0.6			21.7			0.310	17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1.0	0.6			0.310			21 200	33 400	
80BNR19S	80	110	16	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	23.4	0.366	14 800	21 100	
80BNR19H	80	110	16	1.0	0.6			18.9			0.326	19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1.0	0.6			0.326			22 200	34 800	
80BER19S	80	110	16	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	30.1	0.366	12 700	17 900	
80BER19H	80	110	16	1.0	0.6			22.8			0.326	16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1.0	0.6			0.326			20 000	31 600	

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.
Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
 Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

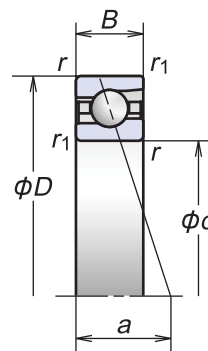
1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Серия **BNR 19**

Серия **BER 19**

Внутренний диаметр 85-150 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
85BNR19S	85	120	18	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	25.7	0.527	13 700	19 600
85BNR19H	85	120	18	1.1	0.6			24.8			17 600	27 400
85BNR19X	85	120	18	1.1	0.6			0.456			20 500	32 200
85BER19S	85	120	18	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	32.9	0.527	11 800	16 600
85BER19H	85	120	18	1.1	0.6			30.0			15 700	24 400
85BER19X	85	120	18	1.1	0.6			0.456			18 600	29 300
90BNR19S	90	125	18	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	26.5	0.552	13 100	18 700
90BNR19H	90	125	18	1.1	0.6			28.1			16 800	26 100
90BNR19X	90	125	18	1.1	0.6			0.480			19 600	30 700
90BER19S	90	125	18	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	34.1	0.552	11 200	15 900
90BER19H	90	125	18	1.1	0.6			34.0			14 900	23 300
90BER19X	90	125	18	1.1	0.6			0.480			17 700	28 000
95BNR19S	95	130	18	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	28.3	0.571	12 500	17 800
95BNR19H	95	130	18	1.1	0.6			32.5			16 000	24 900
95BNR19X	95	130	18	1.1	0.6			0.497			18 700	29 400
95BER19S	95	130	18	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	36.7	0.571	10 700	15 200
95BER19H	95	130	18	1.1	0.6			39.5			14 300	22 300
95BER19X	95	130	18	1.1	0.6			0.497			16 900	26 700
100BNR19S	100	140	20	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	29.5	0.571	11 700	16 700
100BNR19H	100	140	20	1.1	0.6			33.0			15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1.1	0.6			0.497			17 500	27 500
100BER19S	100	140	20	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	38.0	0.770	10 000	14 200
100BER19H	100	140	20	1.1	0.6			40.0			13 400	20 900
100BER19X	100	140	20	1.1	0.6			0.673			15 900	25 000
105BNR19S	105	145	20	1.1	0.6	38.5	36.5	53.0	31.5	0.795	11 200	16 000
105BNR19H	105	145	20	1.1	0.6			39.0			14 400	22 400
105BNR19X	105	145	20	1.1	0.6			0.693			16 800	26 400
105BER19S	105	145	20	1.1	0.6	37.0	35.0	62.0	40.9	0.795	9 600	13 600
105BER19H	105	145	20	1.1	0.6			42.0			12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1.1	0.6			0.693			15 200	24 000

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

BNR 19 BER 19 Серия (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
110BNR19S	110	150	20	1.1	0.6	39.0	38.0	55.5	31.1	0.838	10 800	15 400
110BNR19H	110	150	20	1.1	0.6			42.0			13 900	21 600
110BNR19X	110	150	20	1.1	0.6						16 200	25 400
110BER19S	110	150	20	1.1	0.6	37.5	36.5	65.0	40.3	0.838	9 300	13 100
110BER19H	110	150	20	1.1	0.6			44.0			12 400	19 300
110BER19X	110	150	20	1.1	0.6						14 700	23 100
120BNR19S	120	165	22	1.1	0.6	54.0	52.0	75.0	34.2	1.124	9 900	14 100
120BNR19H	120	165	22	1.1	0.6			49.0			12 700	19 700
120BNR19X	120	165	22	1.1	0.6						14 800	23 200
120BER19S	120	165	22	1.1	0.6	51.5	50.0	88.0	44.2	1.124	8 500	12 000
120BER19H	120	165	22	1.1	0.6			59.5			11 300	17 600
120BER19X	120	165	22	1.1	0.6						13 400	21 100
130BNR19S	130	180	24	1.5	1.0	59.5	58.5	85.0	37.2	1.477	9 100	13 000
130BNR19H	130	180	24	1.5	1.0			56.0			11 700	18 100
130BER19S	130	180	24	1.5	1.0	57.0	56.5	100	48.1	1.477	7 800	11 000
130BER19H	130	180	24	1.5	1.0			67.5			10 400	16 200
140BNR19S	140	190	24	1.5	1.0	60.0	61.5	89.5	38.8	1.567	8 500	12 200
140BNR19H	140	190	24	1.5	1.0			58.5			11 000	17 000
140BER19S	140	190	24	1.5	1.0	57.5	59.0	105	50.5	1.567	7 300	10 400
140BER19H	140	190	24	1.5	1.0			70.5			9 700	15 200
150BNR19S	150	210	28	2.0	1.0	77.0	78.5	114	43.2	2.459	7 800	11 200
150BNR19H	150	210	28	2.0	1.0			75.0			10 000	15 600
150BER19S	150	210	28	2.0	1.0	73.5	75.5	134	55.9	2.459	6 700	9 500
150BER19H	150	210	28	2.0	1.0			90.5			8 900	13 900

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

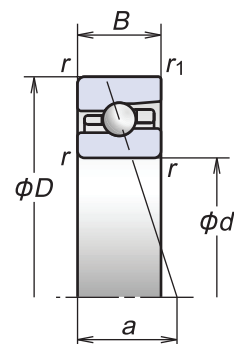
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Серия **BNR 10**
Серия **BER 10**

Внутренний диаметр 30-80 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)		
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
30BNR10S	30	55	13	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	13.3	0.124	33 000	47 100	
30BNR10H	30	55	13	1.0	0.6			5.35			0.116	42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1.0	0.6			5.35			0.116	49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	16.3	0.124	28 300	40 000	
30BER10H	30	55	13	1.0	0.6			6.50			0.116	37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1.0	0.6			6.50			0.116	44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	14.8	0.164	28 900	41 300	
35BNR10H	35	62	14	1.0	0.6			6.70			0.154	37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1.0	0.6			6.70			0.154	43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	18.2	0.164	24 800	35 100	
35BER10H	35	62	14	1.0	0.6			8.10			0.154	33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1.0	0.6			8.10			0.154	39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	16.2	0.204	26 000	37 100	
40BNR10H	40	68	15	1.0	0.6			7.50			0.193	33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1.0	0.6			7.50			0.193	38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	19.9	0.204	22 300	31 500	
40BER10H	40	68	15	1.0	0.6			9.10			0.193	29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1.0	0.6			9.10			0.193	35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	17.6	0.259	23 400	33 400	
45BNR10H	45	75	16	1.0	0.6			8.35			0.246	30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1.0	0.6			8.35			0.246	35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	21.8	0.259	20 000	28 400	
45BER10H	45	75	16	1.0	0.6			10.1			0.246	26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1.0	0.6			10.1			0.246	31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	18.4	0.281	21 600	30 800	
50BNR10H	50	80	16	1.0	0.6			9.20			0.266	27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1.0	0.6			9.20			0.266	32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	23.0	0.281	18 500	26 200	
50BER10H	50	80	16	1.0	0.6			11.1			0.266	24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1.0	0.6			11.1			0.266	29 300	46 200

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

BNR 10 BER 10 Серия (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)		
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{0r} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
55BNR10S	55	90	18	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	20.6	0.414	19 400	27 600	
55BNR10H	55	90	18	1.1	0.6			11.7			0.393	24 900	38 700
55BNR10X	55	90	18	1.1	0.6			0.393			29 000	45 600	
55BER10S	55	90	18	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	25.7	0.414	16 600	23 500	
55BER10H	55	90	18	1.1	0.6			14.1			0.393	22 100	34 500
55BER10X	55	90	18	1.1	0.6			0.393			26 300	41 400	
60BNR10S	60	95	18	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	21.5	0.443	18 100	25 900	
60BNR10H	60	95	18	1.1	0.6			12.8			0.419	23 300	36 200
60BNR10X	60	95	18	1.1	0.6			0.419			27 100	42 600	
60BER10S	60	95	18	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	26.9	0.443	15 500	22 000	
60BER10H	60	95	18	1.1	0.6			15.5			0.419	20 700	32 300
60BER10X	60	95	18	1.1	0.6			0.419			24 600	38 800	
65BNR10S	65	100	18	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	22.3	0.472	17 000	24 300	
65BNR10H	65	100	18	1.1	0.6			13.9			0.447	21 900	34 000
65BNR10X	65	100	18	1.1	0.6			0.447			25 500	40 000	
65BER10S	65	100	18	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	28.0	0.472	14 600	20 700	
65BER10H	65	100	18	1.1	0.6			16.8			0.447	19 400	30 400
65BER10X	65	100	18	1.1	0.6			0.447			23 100	36 400	
70BNR10S	70	110	20	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	24.5	0.645	15 600	22 300	
70BNR10H	70	110	20	1.1	0.6			18.8			0.605	20 000	31 200
70BNR10X	70	110	20	1.1	0.6			0.605			23 400	36 700	
70BER10S	70	110	20	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	30.8	0.645	13 400	18 900	
70BER10H	70	110	20	1.1	0.6			22.6			0.605	17 800	27 800
70BER10X	70	110	20	1.1	0.6			0.605			21 200	33 400	
75BNR10S	75	115	20	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	25.3	0.679	14 800	21 100	
75BNR10H	75	115	20	1.1	0.6			19.7			0.638	19 000	29 500
75BNR10X	75	115	20	1.1	0.6			0.638			22 200	34 800	
75BER10S	75	115	20	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	31.9	0.679	12 700	17 900	
75BER10H	75	115	20	1.1	0.6			23.7			0.638	16 900	26 400
75BER10X	75	115	20	1.1	0.6			0.638			20 000	31 600	
80BNR10S	80	125	22	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	27.5	0.921	13 700	19 600	
80BNR10H	80	125	22	1.1	0.6			23.4			0.867	17 600	27 400
80BNR10X	80	125	22	1.1	0.6			0.867			20 500	32 200	
80BER10S	80	125	22	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	34.6	0.921	11 800	16 600	
80BER10H	80	125	22	1.1	0.6			28.2			0.867	15 700	24 400
80BER10X	80	125	22	1.1	0.6			0.867			18 600	29 300	

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

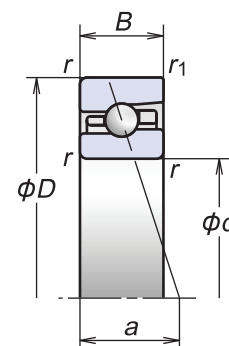
Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
 Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Серия **BNR 10**
Серия **BER 10**

Внутренний диаметр 85-150 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (2) (об/мин)		
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{0r} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
85BNR10S	85	130	22	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	28.4	0.962	13 100	18 700	
85BNR10H	85	130	22	1.1	0.6			24.5			0.906	16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1.1	0.6			24.5			0.906	19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	36.1	0.962	11 200	15 900	
85BER10H	85	130	22	1.1	0.6			29.5			0.906	14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1.1	0.6			29.5			0.906	17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	30.7	1.241	12 200	17 400	
90BNR10H	90	140	24	1.5	1.0			31.5			1.155	15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1.5	1.0			31.5			1.155	18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	38.8	1.241	10 500	14 800	
90BER10H	90	140	24	1.5	1.0			38.0			1.155	14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1.5	1.0			38.0			1.155	16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	31.3	1.298	11 700	16 700	
95BNR10H	95	145	24	1.5	1.0			32.5			1.209	15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1.5	1.0			32.5			1.209	17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	39.7	1.298	10 000	14 200	
95BER10H	95	145	24	1.5	1.0			39.5			1.209	13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1.5	1.0			39.5			1.209	15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	32.3	1.245	11 200	16 000	
100BNR10H	100	150	24	1.5	1.0			34.0			1.253	14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1.5	1.0			34.0			1.253	16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	41.2	1.245	9 600	13 600	
100BER10H	100	150	24	1.5	1.0			41.0			1.253	12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1.5	1.0			41.0			1.253	15 200	24 000
105BNR10S	105	160	26	2.0	1.0	41.0	41.0	59.5	34.5	1.698	10 600	15 100	
105BNR10H	105	160	26	2.0	1.0			39.0			1.585	13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2.0	1.0			39.0			1.585	15 900	25 000
105BER10S	105	160	26	2.0	1.0	39.0	39.5	70.0	43.9	1.698	9 100	12 900	
105BER10H	105	160	26	2.0	1.0			47.5			1.585	12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2.0	1.0			47.5			1.585	14 400	22 700

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

BNR 10 BER 10 Серия (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)		
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{0r} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
110BNR10S	110	170	28	2.0	1.0	46.0	47.0	68.0	36.7	2.133	10 000	14 300	
110BNR10H	110	170	28	2.0	1.0			44.5			1.996	12 900	20 000
110BNR10X	110	170	28	2.0	1.0			1.996			15 000	23 600	
110BER10S	110	170	28	2.0	1.0	44.0	45.0	79.5	46.7	2.133	8 600	12 200	
110BER10H	110	170	28	2.0	1.0			54.0			1.996	11 500	17 900
110BER10X	110	170	28	2.0	1.0			1.996			13 600	21 500	
120BNR10S	120	180	28	2.0	1.0	47.5	50.5	73.5	38.4	2.286	9 400	13 400	
120BNR10H	120	180	28	2.0	1.0			48.0			2.139	12 000	18 700
120BNR10X	120	180	28	2.0	1.0			2.139			14 000	22 000	
120BER10S	120	180	28	2.0	1.0	45.5	48.5	86.0	49.0	2.286	8 000	11 400	
120BER10H	120	180	28	2.0	1.0			58.0			2.139	10 700	16 700
120BER10X	120	180	28	2.0	1.0			2.139			12 700	20 000	
130BNR10S	130	200	33	2.0	1.0	60.0	61.5	89.5	43.0	3.408	8 500	12 200	
130BNR10H	130	200	33	2.0	1.0			58.5			3.194	11 000	17 000
130BER10S	130	200	33	2.0	1.0	57.5	59.0	105	54.6	3.408	7 300	10 400	
130BER10H	130	200	33	2.0	1.0			70.5			3.194	9 700	15 200
140BNR10S	140	210	33	2.0	1.0	62.5	66.5	97.0	44.6	3.647	8 000	11 500	
140BNR10H	140	210	33	2.0	1.0			63.5			3.419	10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2.0	1.0	59.5	64.0	113	56.9	3.647	6 900	9 800	
140BER10H	140	210	33	2.0	1.0			76.5			3.419	9 200	14 300
150BNR10S	150	225	35	2.1	1.0	73.5	78.0	114	47.6	4.405	7 500	10 700	
150BNR10H	150	225	35	2.1	1.0			74.5			4.129	9 600	15 000
150BER10S	150	225	35	2.1	1.0	70.0	75.0	99.5	60.8	4.405	6 400	9 100	
150BER10H	150	225	35	2.1	1.0			90.0			4.129	8 600	13 400

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

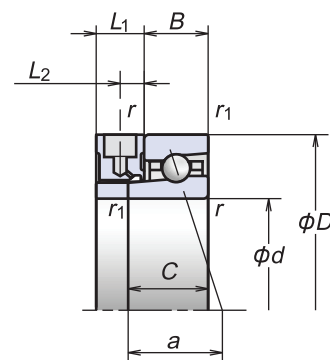
Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия Spinshot™)

Серия **BNR 19XE**
Серия **BER 19XE**

Внутренний диаметр 40-110 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)						Spinshot™ Размеры проставки (мм)		Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	C	r (мин)	r_1 (мин)	L_1 (примерно)	L_2 (примерно)	C_d (Динамическая)	C_s (Статическая)				Масло	
40BNR19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.5	7.65	7.10	19.3	0.106	64	800
40BER19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.0	7.35	8.65	22.9	0.106	58	900
45BNR19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.1	8.70	8.10	20.2	0.128	58	500
45BER19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.6	8.35	9.85	24.2	0.128	53	100
50BNR19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.8	9.75	9.10	20.9	0.129	54	100
50BER19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.3	9.35	11.0	25.2	0.129	49	200
55BNR19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.4	11.4	10.6	22.5	0.182	48	900
55BER19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	13.8	10.9	12.9	27.2	0.182	44	500
60BNR19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.6	12.0	11.2	23.3	0.196	45	600
60BER19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.0	11.5	13.6	28.4	0.196	41	400
65BNR19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	15.2	13.2	12.3	24.1	0.209	42	600
65BER19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.5	12.6	14.9	29.6	0.209	38	800
70BNR19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.3	18.1	17.1	26.8	0.328	38	900
70BER19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.4	17.3	20.7	32.8	0.328	35	300
75BNR19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.6	19.0	18.0	27.6	0.348	36	700
75BER19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.7	18.2	21.7	34.0	0.348	33	400
80BNR19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	22.0	19.9	18.9	28.4	0.366	34	800
80BER19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.0	19.1	22.8	35.1	0.366	31	600
85BNR19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	29.4	26.3	24.8	30.7	0.506	32	200
85BER19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	28.1	25.2	30.0	37.9	0.506	29	300
90BNR19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	31.5	29.7	28.1	31.5	0.532	30	700
90BER19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	30.0	28.5	34.0	39.1	0.532	28	000
95BNR19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	35.5	34.5	32.5	33.3	0.589	29	400
95BER19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	34.0	33.0	39.5	41.7	0.589	26	700
100BNR19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	38.0	35.0	33.0	34.5	0.739	27	500
100BER19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	36.0	33.5	40.0	43.0	0.739	25	000
105BNR19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	41.0	41.0	39.0	36.5	0.758	26	400
105BER19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	39.5	47.5	45.9	0.758	24	000
110BNR19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	38.0	36.5	36.1	0.804	25	400
110BER19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	37.5	36.5	44.0	45.3	0.804	23	100

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Серия BNR 10XE Серия BER 10XE

Внутренний диаметр 40-110 мм

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168

Радиально-упорные
шариковые подшипники

ROBUST

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)						Spinshot™ Размеры проставки (мм)		Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) а	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)
	d	D	B	C	r (мин)	r ₁ (мин)	L ₁ (примерно)	L ₂ (примерно)	C _d (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Масло
40BNR10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.6	7.95	7.50	21.2	0.217	61 200
40BER10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.1	7.65	9.10	24.9	0.217	55 600
45BNR10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.7	9.00	8.35	22.6	0.273	55 000
45BER10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.2	8.60	10.1	26.8	0.273	50 000
50BNR10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	12.2	9.90	9.20	23.4	0.296	50 800
50BER10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.6	9.50	11.1	28.0	0.296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.1	12.5	11.7	25.6	0.433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	14.4	12.0	14.1	30.7	0.433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.6	13.7	12.8	26.5	0.463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.0	13.1	15.5	31.9	0.463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	16.2	14.8	13.9	27.3	0.493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.5	14.2	16.8	33.0	0.493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	22.3	19.8	18.8	29.5	0.660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	21.3	18.9	22.6	35.8	0.660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	22.6	20.7	19.7	30.3	0.697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	21.6	19.8	23.7	36.9	0.697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.5	24.5	23.4	32.5	0.939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.3	23.5	28.2	39.6	0.939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.8	25.7	24.5	33.4	0.988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.6	24.6	29.5	41.1	0.988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.0	33.0	31.5	35.7	1.250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	33.5	31.5	38.0	43.8	1.250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.5	34.5	32.5	36.3	1.300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.0	33.0	39.5	44.7	1.300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	36.0	36.0	34.0	37.3	1.359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.5	34.5	41.0	46.2	1.359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	41.0	41.0	39.0	39.5	1.707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	39.0	39.5	47.5	48.9	1.707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	46.0	47.0	44.5	41.7	2.139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	44.0	45.0	54.0	51.7	2.139	21 500

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия BGR)

Характеристики

Оптимальная конструкция

Направляемый внешним кольцом сепаратор используется для усовершенствования характеристик смазочного материала.

Расточенное внутреннее кольцо улучшает движение масляного тумана, что обеспечивает стабильную подачу масла.

Долговечность

Специальная жаропрочная сталь SHX и керамические шарики значительно продлевают срок службы (подшипников X-типа).

Легкая сборка

Неразъемная конструкция внутреннего кольца в значительной мере упрощает процедуры сборки и разборки.

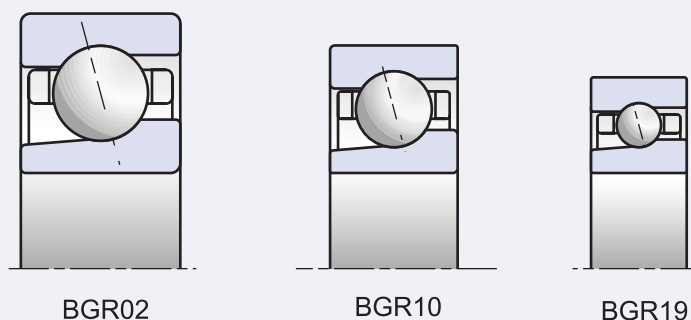
Взаимозаменяемые детали для любой компоновки, удовлетворяющей нуждам покупателя.

Высокая точность

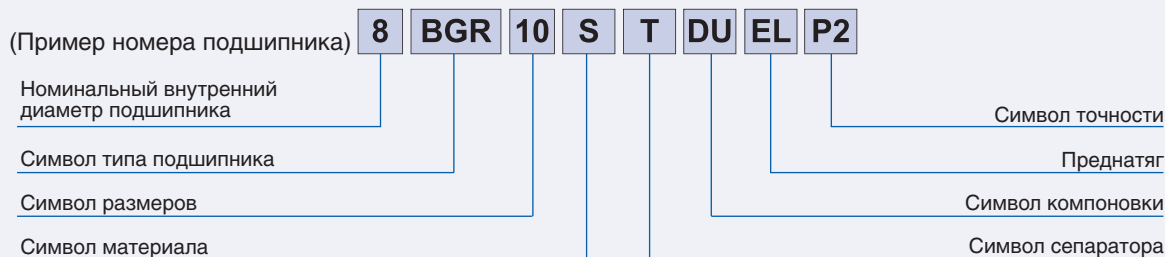
Подшипники серии BGR приведены в соответствие со стандартом MOC Класс 2 (ABMA ABEC 9).

Размерные серии

Рис. 1.5



Система обозначения высокоточных радиально-упорных шариковых подшипников (Серия BGR)



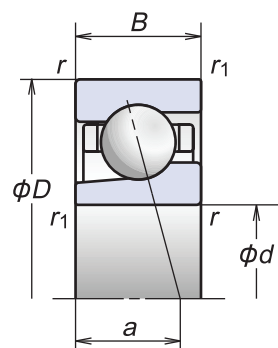
8	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Внутренний диаметр (мм)	Справка														
BGR	Тип подшипника	BGR: угол контакта 15°	38-39-44														
10	Размеры	10: 10 серия, 19: 19 серия, 02: 02 серия	38-39-70														
H	Материал	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Тип</th> <th colspan="2">Материал</th> </tr> <tr> <th>Кольца</th> <th>Элементы качения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> <td>Керамика (Si3N4)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX)</td> <td>Керамика (Si3N4)</td> </tr> </tbody> </table>	Тип	Материал		Кольца	Элементы качения	S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)	H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si3N4)	X	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si3N4)	12-15 25
		Тип		Материал													
			Кольца	Элементы качения													
		S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)													
H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si3N4)															
X	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si3N4)															
T	Сепаратор	T: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенол-альдегидного полимера; предельная рабочая температура = 120 °C	16-17														
DU	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник DU: универсальная компоновка (двухрядная) - 2 подшипника	38-39 130-133														
EL	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг	38-39 134-137-147														
P2	Точность	P2: МОС Класс 2	158-161														

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия BGR)

Серия BGR 19

Внутренний диаметр 10-25 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)		
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло	
10BGR19S	10	22	6	0.3	0.15	2.03	0.78	0.93	5.1	0.010	100 000	138 000	
10BGR19H	10	22	6	0.3	0.15						0.009	119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0.3	0.15						0.009	138 000	188 000
12BGR19S	12	24	6	0.3	0.15	2.28	0.95	1.14	5.4	0.011	88 900	123 000	
12BGR19H	12	24	6	0.3	0.15						0.010	106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0.3	0.15						0.010	123 000	167 000
15BGR19S	15	28	7	0.3	0.15	3.25	1.35	1.67	6.4	0.016	74 500	103 000	
15BGR19H	15	28	7	0.3	0.15						0.014	88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0.3	0.15						0.014	103 000	140 000
17BGR19S	17	30	7	0.3	0.15	3.40	1.50	1.86	6.6	0.017	68 100	93 700	
17BGR19H	17	30	7	0.3	0.15						0.015	80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0.3	0.15						0.015	93 700	128 000
20BGR19S	20	37	9	0.3	0.15	4.75	2.16	2.66	8.3	0.036	56 200	77 200	
20BGR19H	20	37	9	0.3	0.15						0.033	66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0.3	0.15						0.033	77 200	106 000
25BGR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.40	2.76	3.40	9.0	0.043	47 800	65 700	
25BGR19H	25	42	9	0.3	0.15						0.039	56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0.3	0.15						0.039	65 700	89 600

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BGR: номинальный угол контакта 15°

Серия BGR 10

Внутренний диаметр 6-25 мм

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

Радиально-упорные шариковые подшипники

BGR

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
6BGR10S	6	17	6	0.3	0.15	1.42	0.43	0.51	4.5	0.006	140 000	192 000
6BGR10H	6	17	6	0.3	0.15			0.34			166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0.3	0.15			0.005			192 000	261 000
7BGR10S	7	19	6	0.3	0.15	1.60	0.52	0.62	4.7	0.008	124 000	170 000
7BGR10H	7	19	6	0.3	0.15			0.40			147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0.3	0.15			0.007			170 000	231 000
8BGR10S	8	22	7	0.3	0.15	2.37	0.80	0.97	5.5	0.012	107 000	147 000
8BGR10H	8	22	7	0.3	0.15			0.63			127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0.3	0.15			0.011			147 000	200 000
10BGR10S	10	26	8	0.3	0.15	3.50	1.27	1.55	6.4	0.019	88 900	123 000
10BGR10H	10	26	8	0.3	0.15			1.00			106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0.3	0.15			0.016			123 000	167 000
12BGR10S	12	28	8	0.3	0.15	3.85	1.48	1.80	6.7	0.021	80 000	110 000
12BGR10H	12	28	8	0.3	0.15			1.17			95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0.3	0.15			0.018			110 000	150 000
15BGR10S	15	32	9	0.3	0.15	4.20	1.72	2.12	7.6	0.029	68 100	93 700
15BGR10H	15	32	9	0.3	0.15			1.37			80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0.3	0.15			0.026			93 700	128 000
17BGR10S	17	35	10	0.3	0.15	4.45	1.93	2.39	8.5	0.038	61 600	84 700
17BGR10H	17	35	10	0.3	0.15			1.55			73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0.3	0.15			0.035			84 700	116 000
20BGR10S	20	42	12	0.6	0.3	7.45	3.35	4.10	10.2	0.066	51 700	71 000
20BGR10H	20	42	12	0.6	0.3			2.67			61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0.6	0.3			0.059			71 000	96 800
25BGR10S	25	47	12	0.6	0.3	7.90	3.75	4.65	10.8	0.076	44 500	61 200
25BGR10H	25	47	12	0.6	0.3			3.05			52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0.6	0.3			0.068			61 200	83 400

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

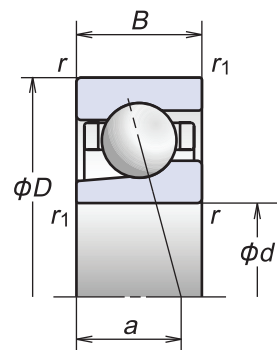
Замечание: Тип подшипника BGR: номинальный угол контакта 15°

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия BGR)

Серия BGR 02

Внутренний диаметр 10-25 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{ор} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
10BGR02S	10	30	9	0.6	0.3	3.60	1.33	1.62	7.2	0.032	80 000	110 000
10BGR02H	10	30	9	0.6	0.3			1.06			95 000	140 000
10BGR02X	10	30	9	0.6	0.3			0.029			110 000	150 000
12BGR02S	12	32	10	0.6	0.3	5.30	1.99	2.46	7.9	0.036	72 800	100 000
12BGR02H	12	32	10	0.6	0.3			1.60			86 400	128 000
12BGR02X	12	32	10	0.6	0.3			0.032			100 000	137 000
15BGR02S	15	35	11	0.6	0.3	5.80	2.34	2.90	8.8	0.045	64 000	88 000
15BGR02H	15	35	11	0.6	0.3			1.89			76 000	112 000
15BGR02X	15	35	11	0.6	0.3			0.040			88 000	120 000
17BGR02S	17	40	12	0.6	0.3	7.25	2.98	3.65	9.8	0.065	56 200	77 200
17BGR02H	17	40	12	0.6	0.3			2.39			66 700	98 300
17BGR02X	17	40	12	0.6	0.3			0.057			77 200	106 000
20BGR02S	20	47	14	1.0	0.6	9.70	4.10	5.10	11.5	0.103	47 800	65 700
20BGR02H	20	47	14	1.0	0.6			3.30			56 800	83 600
20BGR02X	20	47	14	1.0	0.6			0.091			65 700	89 600
25BGR02S	25	52	15	1.0	0.6	11.1	5.20	6.45	12.7	0.127	41 600	57 200
25BGR02H	25	52	15	1.0	0.6			4.20			49 400	72 800
25BGR02X	25	52	15	1.0	0.6			0.112			57 200	78 000

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Замечание: Тип подшипника BGR: номинальный угол контакта 15°

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ



Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники

Серия подшипников высокой жесткости



Однорядные цилиндрические роликовые подшипники

Стандартная серия



Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники

Серия ROBUST

Цилиндрические

Цилиндрические роликовые подшипники

Цилиндрические роликовые подшипники 78-85

Характеристики

Система обозначения

Таблицы подшипников

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия высокой жесткости)

Серия 30

Серия 39

Серия 49

Однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Стандартная серия)

Серия 10

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия ROBUST)

Серия 10

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Характеристики

Высокая жесткость двухрядных цилиндрических роликовых подшипников NSK делает их идеальными для применения в шпинделях станочного оборудования. Как правило, однорядные и двухрядные цилиндрические роликовые подшипники имеют либо цилиндрическое, либо коническое внутреннее отверстие. Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники с коническим внутренним отверстием часто устанавливаются на главный вал в качестве заземляющих. Простота конструкции и возможность выверки радиального внутреннего зазора после сборки позволяют этим подшипникам пользоваться постоянным спросом среди производителей, применяющих механические станки.

Компания NSK предлагает несколько типов цилиндрических роликовых подшипников. Клиент может заказать конфигурацию подшипников E44, которая включает как смазочные отверстия, так и обработанную на станке смазочную канавку на внешней поверхности наружного кольца. Имеются следующие типы подшипников: NNU с двойным ребристым наружным кольцом и NN с возможностью стока смазочного вещества в течение периода начальной приработки и поддержкой равномерной циркуляции смазки по всему внутреннему пространству подшипника.

Подшипники с тонким сечением больше соответствуют более узкой серии NN39, чем широкой NN49, благодаря меньшей степени тепловыделения и значительно большей стабильности ролика. Для цилиндрических роликовых подшипников наиболее распространены сепараторы из точеной латуни. NSK предлагает для серии NN30 направляемые роликами сепараторы из полифениленсульфидного полимера и сепараторы из полимера PEEK (полиэфир алкоксикетон), направляемые наружным кольцом, для N10 - серии сверхскоростных однорядных цилиндрических роликовых подшипников.

Тип подшипника	Символ сепаратора	Техническое описание	Выпускаемые размеры
NN	MB	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	NN3005-NN3040 NN3920-NN3956 NN4920-NN4940
	TB	Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера	NN3006-NN3026
NNU	MB	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	NNU4920-NNU4940
N	MR	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	N1006-N1028
	TP	Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK	N1009-N1017

Технические характеристики внутренних диаметров и смазочных отверстий

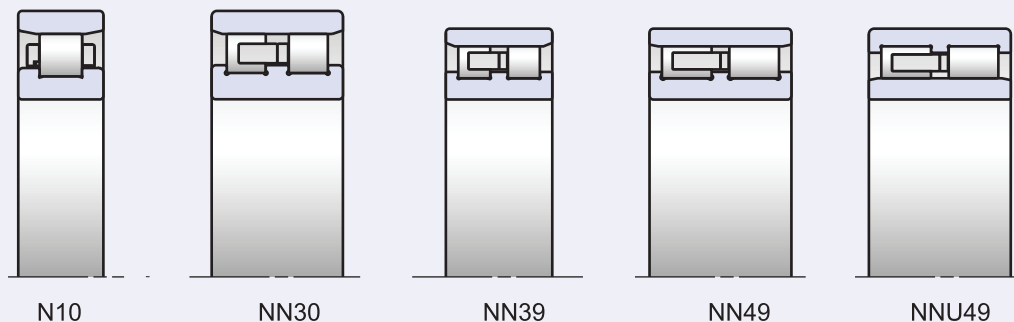
Рис. 2.1



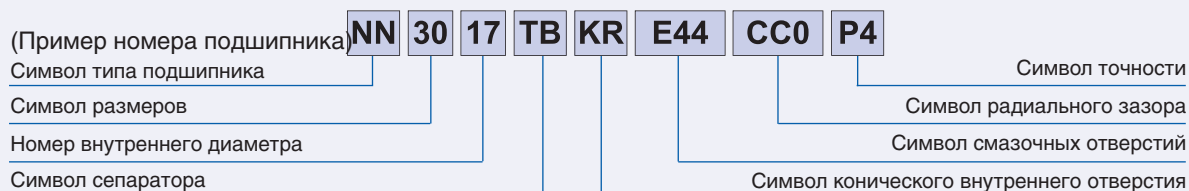
Двухрядные и однорядные подшипники, выпускаемые с цилиндрическим или коническим внутренним отверстием. Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники, выпускаемые с точеной смазочной канавкой и смазочными отверстиями (лучшее решение для смазывания жидким смазочным материалом).

Тип подшипника и размерные серии

Рис. 2.2

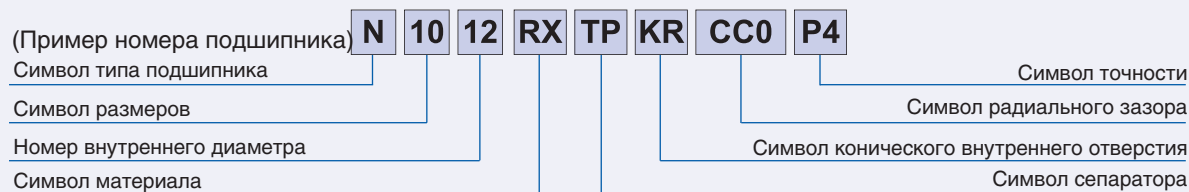


Система обозначения двухрядных цилиндрических роликовых подшипников (Серия высокой жесткости)



			Справка
NN	Тип подшипника	NN: двухрядный цилиндрический роликовый подшипник с тройным ребристым внутренним кольцом NNU: двухрядный цилиндрический роликовый подшипник с тройным ребристым наружным кольцом	40-41, 78
30	Размеры	30: 30 серия, 39: 39 серия, 49: 49 серия	40-41, 78
17	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника = номер внутреннего диаметра X5 (мм)	80-83
MB	Сепаратор	TB: направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера; предельная рабочая температура = 220°C MB: Направляемый роликами латунный точеный сепаратор; предельная рабочая температура = 300°C	16-17 22-23
KR	Коническое внутреннее отверстие	KR: 1/12 коническое внутреннее отверстие (Пропустите этот символ, если Вам нужно цилиндрическое внутреннее отверстие)	162-163
E44	Смазочное отверстие	E44: наружное кольцо с точеной смазочной канавкой и смазочными отверстиями (Пропустите этот символ, если Вам не нужны смазочные отверстия)	80-83
CC0	Радиальный зазор	CC1: стандартный зазор для цилиндрического внутреннего отверстия CC0: стандартный зазор для конического внутреннего отверстия CCG: специальный радиальный зазор	40-41 151
P4	Точность	P2: МОС Класс 2, P4: МОС Класс 4, P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт МОС Класс 4.)	133 158-163

Система обозначения однорядных цилиндрических роликовых подшипников (Стандартная серия и серия ROBUST)



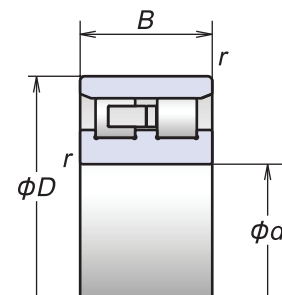
			Справка														
N	Тип подшипника	N: однорядный цилиндрический роликовый подшипник с двойным ребристым внутренним кольцом	40-41, 78														
10	Размеры	10: 10 серия	40-41, 78														
12	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника = номер внутреннего диаметра X5 (мм)	84-85														
RX	Код материала	Отсутствие символа обозначает наш стандартный материал для цилиндрических роликовых подшипников (кольца и элементы качения изготовлены из подшипниковой стали SUJ2). RSRXRXH: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (серия ROBUST)	12-15 22-23														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Тип</th> <th colspan="2">Материал</th> </tr> <tr> <th>Кольца</th> <th>Элементы качения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> <td>Подшипниковая сталь (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>RX</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX)</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX)</td> </tr> <tr> <td>RXH</td> <td>Жаропрочная сталь (SHX)</td> <td>Керамика (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Тип	Материал		Кольца	Элементы качения	RS	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)	RX	Жаропрочная сталь (SHX)	Жаропрочная сталь (SHX)	RXH	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si ₃ N ₄)	
Тип	Материал																
	Кольца	Элементы качения															
RS	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)															
RX	Жаропрочная сталь (SHX)	Жаропрочная сталь (SHX)															
RXH	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si ₃ N ₄)															
TP	Сепаратор	TP: Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK; предельная рабочая температура = 240°C MR: Направляемый роликами латунный точеный сепаратор; предельная рабочая температура = 300°C	16-17														
KR	Коническое внутреннее отверстие	KR: 1/12 коническое внутреннее отверстие (Пропустите этот символ, если Вам нужно цилиндрическое внутреннее отверстие)	162-163														
CC0	Радиальный зазор	CC1: стандартный зазор для цилиндрического внутреннего отверстия CC0: стандартный зазор для конического внутреннего отверстия CCG: специальный радиальный зазор	40-41 151														
P4	Точность	P2: МОС Класс 2, P4: МОС Класс 4, P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт МОС Класс 4.)	133 158-163														

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия высокой жесткости)

Серия 30

Внутренний диаметр 25-200 мм

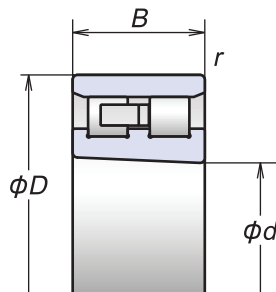


* цилиндрическое
внутреннее отверстие

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{ор}</i> (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
NN3005MBKR	25	47	16	0.6	25.8	30.0	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	1.060	8 400	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	1.110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	1.030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1.1	119	186	1.540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1.1	119	186	1.440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1.1	122	194	1.630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1.1	122	194	1.520	8 000	9 400

⁽¹⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.



Коническое внутреннее отверстие

Серия 30 (продолжение)

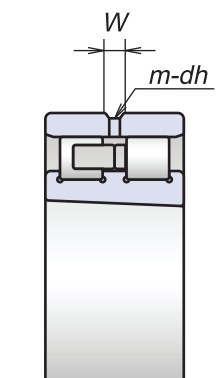
Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{or}</i> (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
NN3018MBKR	90	140	37	1.5	143	228	2.090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1.5	143	228	1.930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1.5	146	238	2.190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1.5	146	238	2.030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1.5	149	247	2.280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1.5	149	247	2.120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2.0	192	310	2.880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2.0	192	310	2.690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2.0	222	360	3.710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2.0	222	360	3.440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2.0	233	390	4.040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2.0	233	390	3.750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2.0	284	475	5.880	4 600	5 500
NN3026TBKR	130	200	52	2.0	284	475	5.470	5 200	6 100
NN3028MBKR	140	210	53	2.0	298	515	6.340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2.1	335	585	7.760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2.1	375	660	9.410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2.1	450	805	12.80	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2.1	565	995	16.80	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2.1	595	1 080	17.80	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2.1	655	1 170	22.70	3 000	3 600

(¹) О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Размеры смазочных отверстий (Спецификация E44)

Единица: мм

Ширина наружного кольца		Смазочное отверстие <i>dh</i>	Точная смазочная канавка <i>W</i>	Количество отверстий <i>m</i>
Свыше	Включит.			
—	30	2	3.5	4
30	40	2.5	5	
40	50	3	6	
50	60	4	8	
60	80	5	9	
80	120	6	12	
120	160	8	15	
160	200	10	18	
200	—	12	20	



Дополнительные сведения см. на страницах.

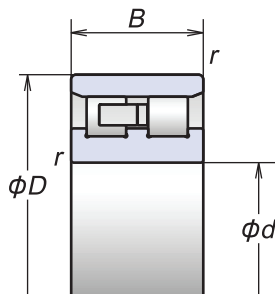
- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Радиальный зазор..... 151
- Размеры упорных буртов и скруглений..... 168
- Положение смазочного сопла..... 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

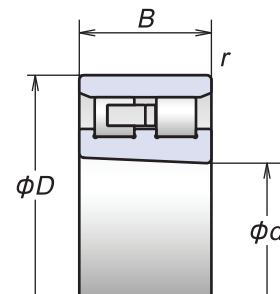
Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия высокой жесткости)

Серия 39

Внутренний диаметр 100-280 мм



*NN39 Цилиндрическое внутреннее отверстие

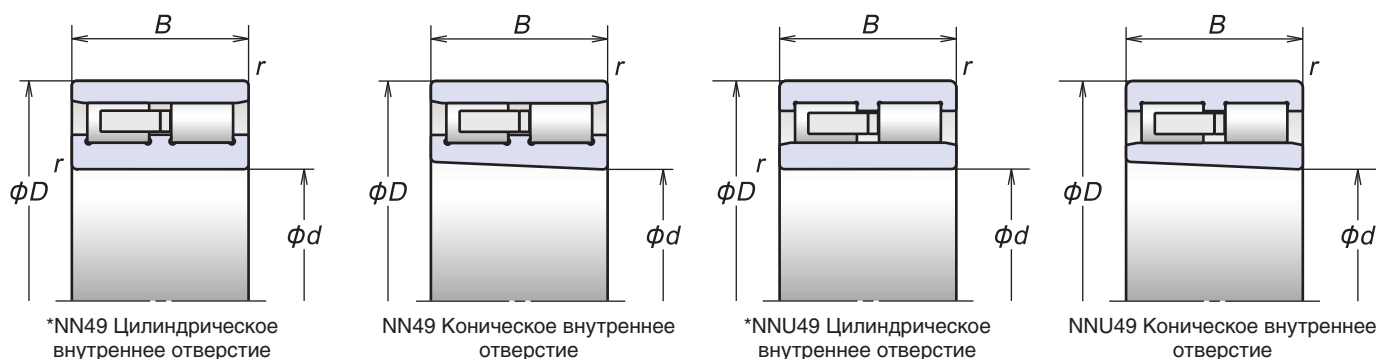


NN39 Коническое внутреннее отверстие

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{ор}</i> (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
NN3920MBKR	100	140	30	1.1	106	182	1.32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1.1	110	194	1.50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1.1	114	207	1.41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1.1	138	251	1.99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1.5	173	325	2.64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1.5	201	375	2.97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2.0	262	490	4.47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2.0	271	520	4.75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2.0	280	550	5.01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2.0	340	655	7.76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2.0	345	680	7.46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2.1	420	815	10.60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2.1	440	895	11.40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2.1	460	975	12.10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2.1	670	1 380	21.40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2.1	695	1 460	22.70	2 300	2 800

⁽¹⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.



Серия 49

Внутренний диаметр 100-200 мм

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{or}</i> (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
NN4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	1.76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	1.90	6 300	7 500
NN4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	2.00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	1.99	6 000	7 200
NN4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	2.10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	2.07	5 800	7 000
NN4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	2.87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	2.85	5 300	6 400
NN4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	3.84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	3.85	4 900	5 900
NN4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	4.07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	4.08	4 600	5 500
NN4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	6.36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	6.39	4 200	5 000
NN4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	6.77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	6.76	4 000	4 800
NN4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	7.13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	7.12	3 800	4 500
NN4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	10.4	3 500	4 200
NNU4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	10.4	3 500	4 200
NN4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	10.9	3 400	4 000
NNU4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	10.9	3 400	4 000
NN4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	15.3	3 200	3 800
NNU4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	15.3	3 200	3 800

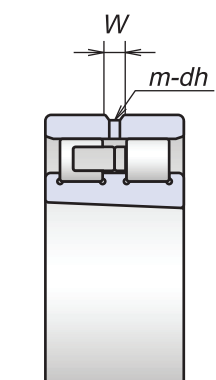
(¹) О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

Размеры смазочных отверстий (Спецификация E44)

Единица: мм

Ширина наружного кольца		Смазочное отверстие <i>dh</i>	Точеная смазочная канавка <i>W</i>	Количество отверстий <i>m</i>
Свыше	Включит.			
—	30	2	3.5	4
30	40	2.5	5	
40	50	3	6	
50	60	4	8	
60	80	5	9	
80	120	6	12	
120	160	8	15	
160	200	10	18	
200	—	12	20	



Дополнительные сведения см. на страницах.

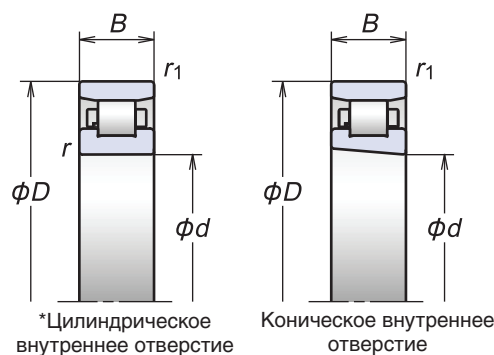
- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Радиальный зазор..... 151
- Размеры упорных буртов и скруглений..... 168
- Положение смазочного сопла..... 174
- Количество закладываемой консистентной смазки 157

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Стандартная серия)

Серия 10

Внутренний диаметр 30-140 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{sr} (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
N1006MR1KR	30	55	13	1.0	0.6	19.7	19.6	0.133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1.0	0.6	22.6	23.2	0.153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1.0	0.6	27.3	29.0	0.192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1.0	0.6	32.5	35.5	0.318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1.0	0.6	32.0	36.0	0.339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1.1	1.0	40.0	48.5	0.519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1.1	1.0	41.0	51.0	0.541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1.1	1.0	50.0	63.0	0.752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1.1	1.0	60.0	74.5	0.935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1.1	1.0	63.5	82.0	1.038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	1.067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1.5	1.1	88.0	114	1.200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1.5	1.1	83.0	114	1.260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1.5	1.1	93.0	126	1.320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2.0	1.1	109	149	1.670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2.0	1.1	126	173	2.070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2.0	1.1	139	191	2.190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2.0	1.1	172	238	3.320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2.0	1.1	164	240	3.810	4 600	7 500

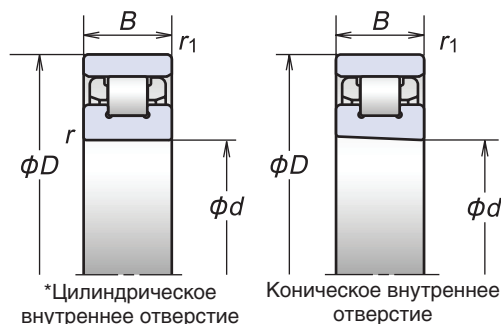
⁽¹⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

Сверхскоростные цилиндрические роликовые подшипники (Серия ROBUST)

Серия 10

Внутренний диаметр 45-85 мм



Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Радиальный зазор 151
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>C</i> _r (Динамическая)	<i>C</i> _{ст} (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
N1009RSTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.262	22 000	30 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.262	25 000	42 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.228	29 000	50 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.283	20 000	28 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.283	24 000	39 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.246	27 000	47 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.372	18 000	25 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.372	21 000	35 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.324	24 000	42 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.442	17 000	24 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.442	20 000	33 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.385	22 000	39 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.518	16 000	22 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.518	19 000	31 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.451	21 000	37 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.648	15 000	20 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.648	17 000	28 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.564	19 000	34 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.672	14 000	19 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.585	16 000	27 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.585	18 000	32 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.926	13 000	18 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.926	15 000	25 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.812	17 000	30 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.943	13 000	17 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.943	14 000	24 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.826	16 000	28 000

⁽¹⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ



Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники с угловым контактом

(серия ROBUST)



Двухнаправленные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом

(серия TAC)

Упорно-радиаль

Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом

Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом 88-95

Характеристики

Система обозначения

Таблицы подшипников

Высокоскоростные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (серия ROBUST)

Серия VAR10

Серия VTR10

Двухнаправленные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (Серия TAC)

Серия TAC29X

Серия TAC20X

ные шариковые

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ

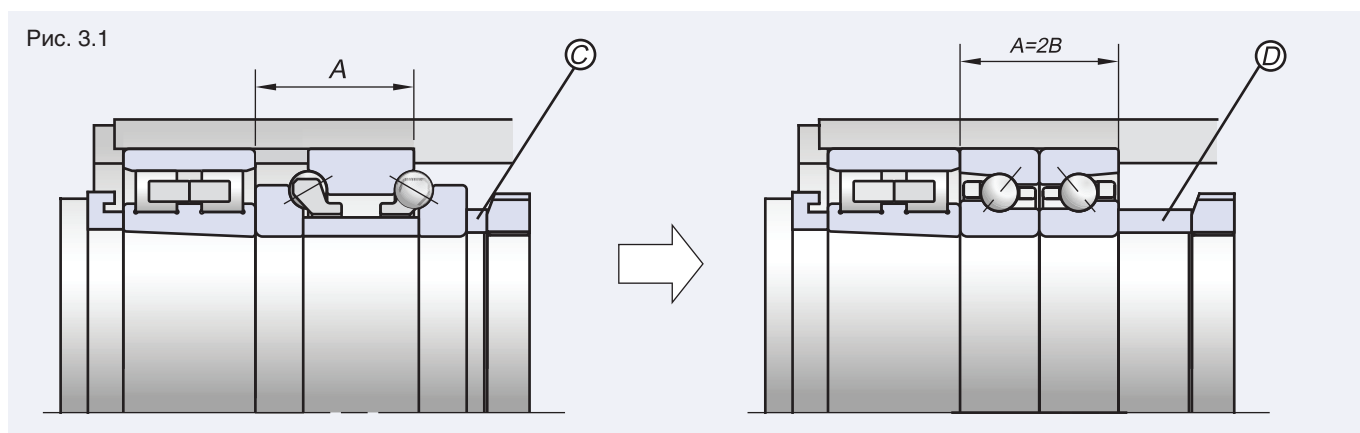
Характеристики

В применении шпинделей механических станков для шариковых подшипников, используемых в комбинациях с двухрядными цилиндрическими роликовыми подшипниками, необходимы характеристики высокой скорости и жесткости. Для того, чтобы покупатель мог сделать адекватный характеристикам данного оборудования выбор, компания NSK выпускает три типа подшипников.

Все эти подшипники обладают специальными допусками внешних диаметров наружных колец (Классы P4A и P2A) для обеспечения зазора между внешней границей поверхности наружного кольца и отверстием корпуса во избежание каких бы то ни было нагрузок. Выпускаемые компанией NSK в серии ROBUST высокоскоростные упорно-радиальные подшипники с угловым контактом способны работать в высокоскоростном режиме, поддерживая в то же время высокую жесткость. Диаметр и количество шариков совпадают с этими же показателями подшипников серии TAC. Подшипники BTR имеют угол контакта в 40° , а подшипники BAR - в 30° . В результате мы получаем высокоскоростные характеристики при минимизации тепловыделения.

Взаимозаменяемость

Покупатели легко могут заменить используемые ими подшипники серии TAC20X на подшипники NSK серий BAR и BTR без необходимости замены вала или корпуса шпинделя механического станка. Оба этих типа подшипников располагают уникальным значением ширины, благодаря чему в них вмещается новая прокладка (D), заменяющая старую (C) (см. рис. 3.1).



Угол контакта

В том, что касается изменений угла контакта, подшипники типа TAC отличаются высочайшим уровнем жесткости; им немного уступают подшипники BTR, а замыкает цепочку тип подшипников BAR. Однако в случае с повышением температуры наружного кольца характеристики располагаются в обратном порядке: подшипники BAR обладают самой высокой устойчивостью, за ними следуют подшипники BTR, а менее всего стойки подшипники TAC.

Убедитесь в том, что Вы выбрали изделие, которое лучше всего отвечает конкретным требованиям условий эксплуатации Вашего оборудования.

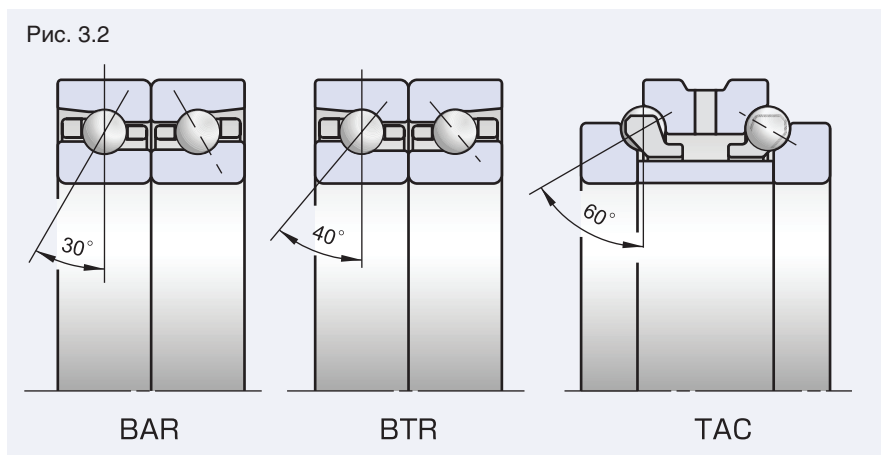
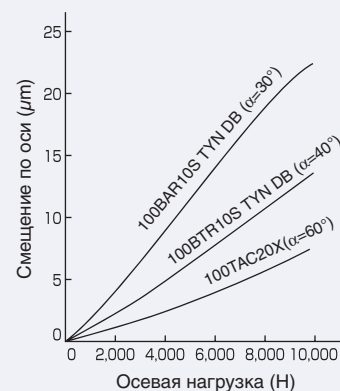
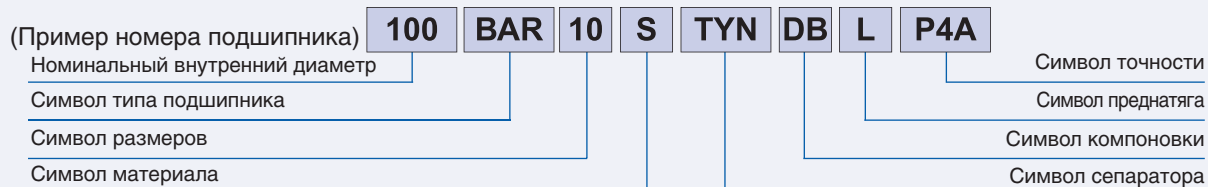


Рис. 3.3 Осевая нагрузка и смещение по оси

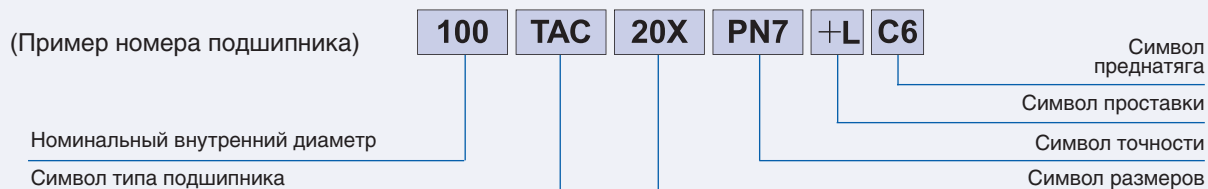


Система обозначения сверхскоростных упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом (Серия ROBUST)



			Справка
100	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	90-93
BAR	Тип подшипника	BAR: угол контакта 30° BTR: угол контакта 40°	24, 38-39, 88
10	Размер	10: 10 серия (Доступна информация о внутреннем диаметре, внешнем диаметре и конкретных размерах NSK)	38-39, 88
S	Материал	S: подшипниковая сталь (SUJ2) H: керамический шарик (Si ₃ N ₄)	12-15, 24
TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость dmn = 1,400,000; предельная рабочая температура = 120°C (10 серия с максимальным внутренним диаметром 150 мм) (Если Вам нужен латунный точеный сепаратор, оставьте поле этого символа пустым)	16-17
DB	Компоновка	DB: компоновка "спина к спине" - 2 подшипника:	38-39, 130-133
L	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	38-39, 134-137, 148
P4A	Точность	P2A: MOC Класс 2 за исключением внешнего диаметра P4A: MOC Класс 4 за исключением внешнего диаметра	164

Система обозначения двунаправленных упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом (Серия TAC)



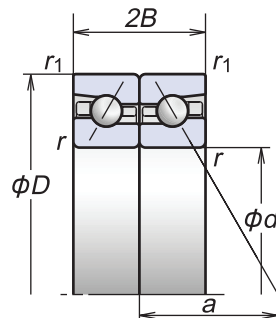
			Справка
100	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	94-95
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом; угол контакта 60°	24, 38-39, 88
20X	Размер	20X: объединено с серией NN30 29X: объединено с сериями NN39 и NN49	38-39, 88
PN7	Точность	PN7: специальный класс точности	164
+L	Проставка	Проставка внутреннего кольца	—
C6	Преднатяг	C6: стандартный преднатяг для смазывания консистентной смазкой C7: стандартный преднатяг для смазывания масляной смазкой	38-39 134-137 149

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ

Высокоскоростные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (серия ROBUST)

Серия **BAR 10**
Серия **BTR 10**

Внутренний диаметр 50-105 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) a	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	2B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
50BAR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	14.7	27.7	18.4	25.7	0.272	11 600	14 700
50BAR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			12.6			0.257	13 100
50BTR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	17.4	31.5	21.5	34.1	0.272	10 000	13 100
50BTR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			15.5			0.257	11 600
55BAR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	18.2	35.0	23.4	28.9	0.412	10 400	13 200
55BAR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			16.0			0.391	11 800
55BTR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	21.6	40.0	26.4	38.3	0.412	9 000	11 800
55BTR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			19.7			0.391	10 400
60BAR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	18.9	38.0	25.5	30.4	0.420	9 700	12 300
60BAR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			17.5			0.397	11 000
60BTR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	22.4	43.5	25.8	40.4	0.420	8 400	11 000
60BTR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			21.5			0.397	9 700
65BAR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	19.5	41.5	27.7	31.8	0.447	9 100	11 600
65BAR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			19.0			0.406	10 400
65BTR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	23.1	47.0	27.3	42.5	0.447	7 900	10 400
65BTR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			23.3			0.406	9 100
70BAR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	26.9	55.0	37.5	34.7	0.601	8 400	10 600
70BAR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			25.5			0.561	9 500
70BTR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	32.0	63.0	35.0	46.3	0.601	7 300	9 500
70BTR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			31.5			0.561	8 400
75BAR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	27.3	58.0	39.0	36.1	0.634	7 900	10 000
75BAR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			26.7			0.592	9 000
75BTR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	32.5	65.5	36.5	48.4	0.634	6 900	9 000
75BTR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			33.0			0.592	7 900

(¹) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

(²) О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L)

Замечание: Тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

BAR 10 BTR 10 Серия (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) <i>a</i>	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>2B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{0r}</i> (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
80BAR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	32.0	68.5	46.5	39.4	0.875	7 400	9 300
80BAR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			32.0			8 300	10 300
80BTR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	38.0	78.0	43.0	52.7	0.875	6 400	8 300
80BTR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			39.0			7 400	9 300
85BAR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	32.5	71.5	48.5	41.1	0.971	7 000	8 900
85BAR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			33.0			8 000	9 800
85BTR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	38.5	81.5	50.5	55.2	0.971	6 100	8 000
85BTR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			41.0			7 000	8 900
90BAR10S	90	140	45	1.5	1.0	42.5	92.5	62.5	44.4	1.198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45	1.5	1.0			43.0			7 400	9 200
90BTR10S	90	140	45	1.5	1.0	50.0	105	58.0	59.5	1.198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45	1.5	1.0			52.5			6 600	8 300
95BAR10S	95	145	45	1.5	1.0	43.0	96.5	65.0	45.5	1.320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45	1.5	1.0			44.5			7 100	8 800
95BTR10S	95	145	45	1.5	1.0	51.0	110	69.0	61.0	1.320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45	1.5	1.0			55.0			6 300	8 000
100BAR10S	100	150	45	1.5	1.0	43.5	100	68.0	47.3	1.399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45	1.5	1.0			46.5			6 800	8 400
100BTR10S	100	150	45	1.5	1.0	51.5	114	66.5	63.7	1.399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45	1.5	1.0			57.0			6 000	7 600
105BAR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	49.5	115	78.0	50.6	1.740	5 700	7 200
105BAR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			53.5			6 500	8 000
105BTR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	58.5	131	84.0	68.0	1.740	5 000	6 500
105BTR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			65.5			5 700	7 200

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L).

Замечание: тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

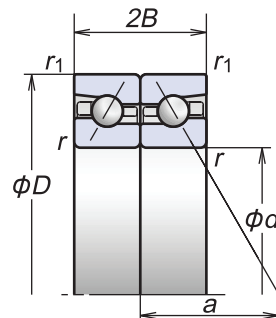
Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ

Высокоскоростные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (серия ROBUST)

Серия **BAR 10**
Серия **BTR 10**

Внутренний диаметр 110-200 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка ⁽¹⁾ (кН)	Центр приложения нагрузки (мм) а	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)	
	d	D	2B	r (мин)	r ₁ (мин)	C _r (Динамическая)	C _{or} (Статическая)				Консистентная смазка	Масло
110BAR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	55.5	131	89.0	53.9	2.11	5 400	6 800
110BAR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			60.5			1 972	6 100
110BTR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	66.0	148	82.5	72.2	2.11	4 700	6 100
110BTR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			74.5			1 972	5 400
120BAR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	57.0	141	96.0	56.8	2.262	5 000	6 400
120BAR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			65.5			2 114	5 700
120BTR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	68.0	160	88.5	76.4	2.262	4 400	5 700
120BTR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			80.5			2 114	5 000
130BAR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	72.5	172	117	63.4	3.362	4 600	5 800
130BAR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			79.5			3 148	5 200
130BTR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	86.0	195	106	85.0	3.362	4 000	5 200
130BTR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			98.0			3 148	4 600
140BAR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	78.5	200	135	66.2	3.558	4 300	5 500
140BTR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	93.0	227	84	89.1	3.558	3 800	4 900
150BAR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	92.5	234	160	71	4.354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	110	267	165	95.5	4.354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	98.5	250	104	75.7	5.64	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	117	284	184	101.9	5.64	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	115	295	207	82.3	7.90	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	136	335	220	110.5	7.90	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	151	385	262	88.8	10.2	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	179	440	255	118.9	10.2	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	151	390	273	91.8	10.7	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	179	445	281	123.2	10.7	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	169	444	300	98.3	13.8	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	201	505	310	131.7	13.8	2 600	3 400

⁽¹⁾ О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 129.

⁽²⁾ О применении предельных скоростей см. на стр. 152.

Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L).

Замечание: Тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

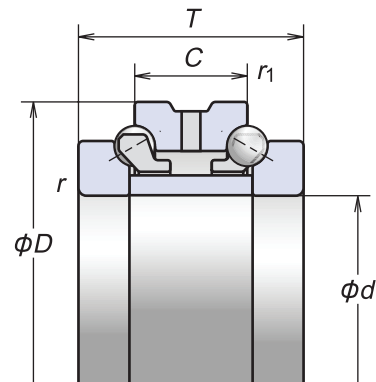
Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ

Двухнаправленные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (Серия ТАС)

Серия **ТАС 29Х**
Серия **ТАС 20Х**

Внутренний диаметр 35-280 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)						Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _р (Динамическая)	<i>C</i> _{ор} (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
35ТАС20Х+L	35	62	34	17	1.0	0.6	22.8	53.5	0.375	10 000	11 000
40ТАС20Х+L	40	68	36	18	1.0	0.6	23.6	59.0	0.460	9 000	10 000
45ТАС20Х+L	45	75	38	19	1.0	0.6	26.3	67.5	0.580	8 000	9 000
50ТАС20Х+L	50	80	38	19	1.0	0.6	27.2	74.0	0.625	7 000	8 000
55ТАС20Х+L	55	90	44	22	1.1	0.6	33.5	94.0	0.945	6 300	6 900
60ТАС20Х+L	60	95	44	22	1.1	0.6	35.0	102	1.000	5 900	6 500
65ТАС20Х+L	65	100	44	22	1.1	0.6	36.0	110	1.080	5 500	6 100
70ТАС20Х+L	70	110	48	24	1.1	0.6	49.5	146	1.460	5 000	5 600
75ТАС20Х+L	75	115	48	24	1.1	0.6	50.0	152	1.550	4 800	5 300
80ТАС20Х+L	80	125	54	27	1.1	0.6	59.0	181	2.110	4 400	4 900
85ТАС20Х+L	85	130	54	27	1.1	0.6	59.5	189	2.210	4 200	4 700
90ТАС20Х+L	90	140	60	30	1.5	1.0	78.5	246	2.930	4 000	4 400
95ТАС20Х+L	95	145	60	30	1.5	1.0	79.5	256	3.050	3 800	4 200
100ТАС29Х+L	100	140	48	24	1.1	0.6	55.0	196	1.950	3 800	4 200
100ТАС20Х+L	100	150	60	30	1.5	1.0	80.5	267	3.200	3 600	4 000
105ТАС29Х+L	105	145	48	24	1.1	0.6	56.5	208	2.040	3 600	4 000
105ТАС20Х+L	105	160	66	33	2.0	1.0	91.5	305	4.100	3 400	3 800
110ТАС29Х+L	110	150	48	24	1.1	0.6	57.0	215	2.120	3 500	3 900
110ТАС20Х+L	110	170	72	36	2.0	1.0	103	350	5.150	3 300	3 600
120ТАС29Х+L	120	165	54	27	1.1	0.6	66.5	256	2.940	3 200	3 600
120ТАС20Х+L	120	180	72	36	2.0	1.0	106	375	5.500	3 000	3 400
130ТАС29Х+L	130	180	60	30	1.5	1.0	79.5	315	3.950	3 000	3 300
130ТАС20Х+L	130	200	84	42	2.0	1.0	134	455	8.200	2 800	3 100

(¹) Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся на основе рекомендованного стандартного преднатяга (С6 и С7)

Замечание: Тип подшипника ТАС29Х: номинальный угол контакта 60°
Тип подшипника ТАС20Х: номинальный угол контакта 60°

Дополнительные сведения см. на страницах.

- Динамическая эквивалентная нагрузка..... 121
- Статическая эквивалентная нагрузка..... 128
- Преднатяг и жесткость 134
- Размеры упорных буртов и скруглений 168
- Положение смазочного сопла 174
- Количество закладываемой консистентной смазки. 157

TAC 29X TAC 20X Серия (продолжение)

Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)						Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>C</i> _{<i>r</i>} (Динамическая)	<i>C</i> _{<i>or</i>} (Статическая)		Консистентная смазка	Масло
140TAC29D+L	140	190	60	30	1.5	1.0	91.5	365	4.200	2 800	3 100
140TAC20D+L	140	210	84	42	2.0	1.0	145	525	8.750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2.0	1.0	116	465	6.600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2.1	1.1	172	620	10.700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2.0	1.0	118	490	7.000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2.1	1.1	185	680	13.000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2.0	1.0	120	520	7.350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2.1	1.1	218	810	17.700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2.0	1.0	158	655	10.700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2.1	1.1	281	1 020	23.400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2.0	1.0	161	695	11.200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2.1	1.1	285	1 060	24.400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2.1	1.1	204	855	15.700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2.1	1.1	315	1 180	31.500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2.1	1.1	210	930	17.000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2.1	1.1	213	980	18.300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2.1	1.1	315	1 390	31.500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2.1	1.1	320	1 470	33.500	1 400	1 600

⁽¹⁾ Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся на основе рекомендованного стандартного преднатяга (С6 и С7)

Замечание: Тип подшипника TAC29X: номинальный угол контакта 60°
Тип подшипника TAC20X: номинальный угол контакта 60°



Применения в станочном оборудовании

Серия TAC B



Электрические литейные машины

Серии TAC 02 и 03

Упорно-радиальные шариковые подшипники с

Упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом для шарико-винтовых опор

Упорно-радиальные шариковые подшипники
с угловым контактом для шарико-винтовых опор 98-103

Характеристики

Система обозначения

Таблицы подшипников

Применения в станочном оборудовании

Серия ТАС В

Электрические литейные машины

Серии ТАС 02 и 03

Характеристики

Высокоточные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом для поддержки прецизионных шариковых винтовых пар имеют лучшие рабочие характеристики по сравнению с использовавшимися ранее комбинациями радиально-упорных шариковых подшипников или упорных подшипников. В особенности эти подшипники подходят для высокоточных подающих механизмов станочного оборудования и тому подобных установок.

Серия TAC B

Эта серия подшипников обладает высокой осевой жесткостью благодаря большому количеству шариков и углу контакта в 60° . По сравнению с коническими или цилиндрическими роликовыми подшипниками данный тип обладает более низким начальным моментом вращения; вследствие этого возможно более гладкое вращение при меньшей движущей силе.

В подшипники серии TAC B устанавливаются недавно разработанные компанией NSK сепараторы из литого полиамида. Кроме того, изготовление внутренних и наружных колец из особо чистой стали (EP) еще больше увеличило срок службы этих подшипников. Наша сталь EP производится путем контролирования количества вредных неметаллических примесей на основе оксидов, когда уничтожаются крупные включения, в результате чего сталь отличается более высокой степенью чистоты, чем сталь вакуумно-дугового переплава.

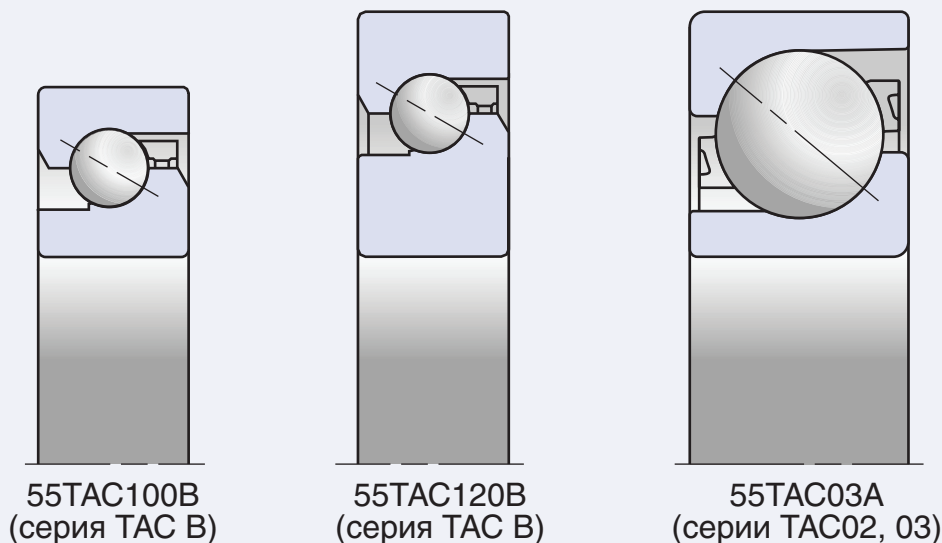
Серии TAC 02 и 03

В сериях TAC 02 и 03 представлены шариковые подшипники с угловым контактом, которые обеспечивают опору для шариковых винтовых пар большого размера, действуя под большой нагрузкой движущего механизма электрических литейных машин. Оптимальная конструкция шариковых подшипников позволяет достичь небольшого момента вращения. Пользователи могут значительно сократить момент вращения подшипников, заменив применяемые ими роликовые подшипники на подшипники этих серий.

Различия между подшипниками серий TAC B и TAC 02, 03

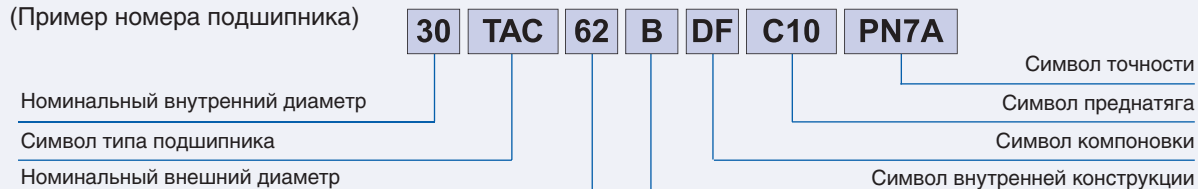
Электрические литейные машины прилагают более высокую нагрузку на подшипники для шарико-винтовых опор, чем станочное оборудование. Подшипники TAC 02 и 03 специально предназначены для работы в таком тяжелом режиме нагрузки. Напротив, подшипники TAC B сконструированы для усиленной допустимой нагрузки путем увеличения количества шариков и ширины подшипника.

Рис. 4.1



Система обозначения упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом для шарико-винтовых опор (применения в станочном оборудовании)

(Пример номера подшипника)

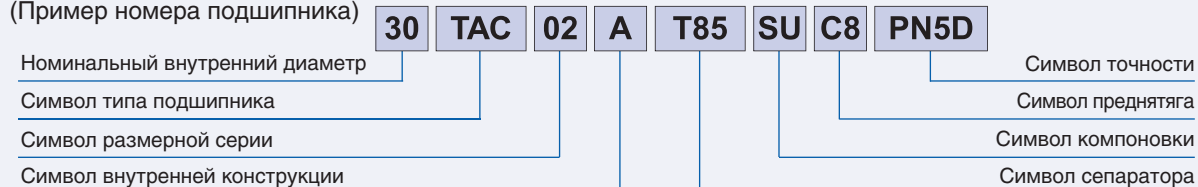


Справка

30	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	100-101
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом; угол контакта 60°	26, 98
62	Номинальный внешний диаметр	Наружный диаметр (мм)	100-101
B	Внутренняя конструкция		–
DF	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник SU: универсальная компоновка (однорядная) - 2 подшипника DB: компоновка "спина к спине" - 2 подшипника DF: компоновка "лицо к лицу" - 2 подшипника DT: "тандемная" компоновка - 2 подшипника DBD, DFD, DTD: триплексные компоновки - 3 подшипника DBB, DFF, DBT, DFT, DTT: квадруплексные компоновки - 4 подшипника	130-133
C10	Преднатяг	C10: стандартный преднатяг C9: легкий преднатяг (характеристика низкого момента вращения)	134-137, 150
PN7A	Точность	PN7A: стандартная точность (эквивалент стандарта МОС Класс 4) PN7B: специальная точность (Внутренний и внешний диаметр принадлежат исключительно компании NSK. Эквивалент стандарта МОС Класс 4. Только для компоновки SU.)	165

Система обозначения упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом для шарико-винтовых опор (электрические литьевые машины)

(Пример номера подшипника)



Справка

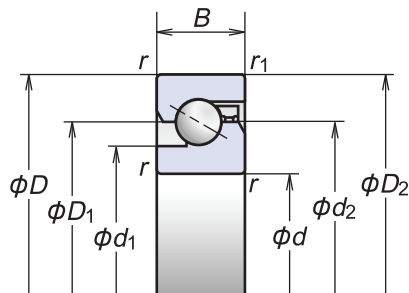
30	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	102-103
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом; угол контакта 60°	27, 98
02	Серия размерности	02: 02 серия, 03: 03 серия	98
A	Внутренняя конструкция		–
T85	Сепаратор	T85: полиамидный сепаратор M: латунный точеный сепаратор	–
SU	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник	130-133
C8	Преднатяг	C8: стандартный преднатяг	134-137, 150
PN5D	Точность	PN5D: стандартная точность (эквивалент стандарта МОС Класс 5)	165

4. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ ДЛЯ ШАРИКО-ВИНТОВЫХ ОПОР

Для применения в станочном оборудовании

Серия ТАС В

Внутренний диаметр 15-60 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)				Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	Консистентная смазка	Масло
15 ТАС 47В	15	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	6 000	8 000
17 ТАС 47В	17	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	6 000	8 000
20 ТАС 47В	20	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	6 000	8 000
25 ТАС 62В	25	62	15	1.0	0.6	37	45	45	50.7	4 500	6 000
30 ТАС 62В	30	62	15	1.0	0.6	39.5	47	47	53.2	4 300	5 600
35 ТАС 72В	35	72	15	1.0	0.6	47	55	55	60.7	3 600	5 000
40 ТАС 72В	40	72	15	1.0	0.6	49	57	57	62.7	3 600	4 800
40 ТАС 90В	40	90	20	1.0	0.6	57	68	68	77.2	3 000	4 000
45 ТАС 75В	45	75	15	1.0	0.6	54	62	62	67.7	3 200	4 300
45 ТАС 100В	45	100	20	1.0	0.6	64	75	75	84.2	2 600	3 600
50 ТАС 100В	50	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	2 600	3 400
55 ТАС 100В	55	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	2 600	3 400
55 ТАС 120В	55	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	2 200	3 000
60 ТАС 120В	60	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	2 200	3 000

⁽¹⁾ Предельные скорости приводятся на основе преднатяга С10. В случае с нагрузкой С9 приведенные выше числовые данные умножаются в 1,3 раза.

Замечание: Тип подшипника ТАС В: номинальный угол контакта 60°

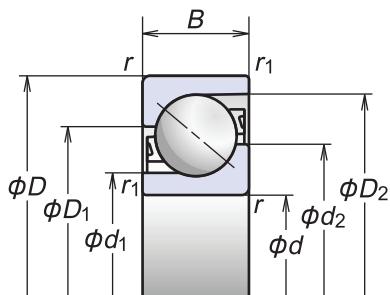
Номинальная динамическая грузоподъемность C_a			Предельная осевая нагрузка			Масса (кг) (примерно)
Однорядная нагрузка DF	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DFF	Трехрядная нагрузка DTD, DFT	Однорядная нагрузка DF	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DFF	Трехрядная нагрузка DTD, DFT	
(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
33.0	53.5	71.0	57.0	114	170	0.270
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842
63.0	102	136	104	208	310	0.778
63.0	102	136	104	208	310	0.714
67.5	109	145	123	246	370	1.230
67.5	109	145	123	246	370	1.160

4. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ С УГЛОВЫМ КОНТАКТОМ ДЛЯ ШАРИКО-ВИНТОВЫХ ОПОР

Для электрических литевых машин

Серии ТАС 02 и 03

Внутренний диаметр 15-120 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)				Угол контакта	Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (мин)	<i>r</i> ₁ (мин)	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂		Консистентная смазка	Масло
15ТАС02АТ85	15	35	11	0.6	0.3	19.5	23.5	26.5	31.9	50	8 000	10 000
25ТАС02АТ85	25	52	15	1.0	0.6	30.5	36.6	40.4	47.4	50	5 100	7 000
ТАС35-2Т85	35	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	50	3 000	4 100
40ТАС03АТ85	40	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	50	3 000	4 100
45ТАС03АТ85	45	100	25	1.5	1.0	55.8	68.6	76.4	91.0	50	2 700	3 700
ТАС45-2Т85	45	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	50	2 500	3 300
50ТАС03АТ85	50	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	50	2 500	3 300
55ТАС03АТ85	55	120	29	2.0	1.0	67.1	82.7	92.3	110.1	50	2 200	3 000
60ТАС03АТ85	60	130	31	2.1	1.1	72.1	89.8	100.2	119.4	50	2 100	2 800
80ТАС03АМ	80	170	39	2.1	1.1	94.0	118.5	131.5	152.5	50	1 500	2 100
100ТАС03СМС	100	215	47	3.0	1.1	122.5	156.9	158.1	188.1	55	1 200	1 600
120ТАС03СМС	120	260	55	3.0	1.1	153.0	189.3	190.7	223.5	55	1 000	1 300

(¹) Предельные скорости, перечисленные на этой странице, приводятся на основе стандартного преднатяга (С8)

Номинальная динамическая грузоподъемность C_a			Предельная осевая нагрузка		
Однорядная нагрузка DF	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DFF	Трехрядная нагрузка DTD, DFT	Однорядная нагрузка DF	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DFF	Трехрядная нагрузка DTD, DFT
(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)
18.8	30.5	40.5	11.5	22.9	34.5
33.5	54.5	72.0	22.7	45.5	68.0
102	166	220	75.5	151	226
102	166	220	75.5	151	226
120	195	259	91.5	183	274
150	243	325	116	232	350
150	243	325	116	232	350
171	278	370	133	266	400
196	320	425	152	305	455
274	445	590	238	475	715
365	595	795	231	460	690
430	700	930	295	590	885

5. ПРЕЦИЗИОННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ



Прецизионные радиальные шариковые подшипники

Двигатели общего назначения, высокоскоростные электрошпиндели

Электрошпиндели деревообрабатывающих станков

Радиальные шарик

Прецизионные радиальные шариковые подшипники

Прецизионные радиальные шариковые подшипники..... 106-109

Характеристики

Система обозначения

Таблица подшипников

60, 62 и 63 серии (типы T1X и TУА)

60 и 62 серии

Прецизионные радиальные
шариковые подшипники

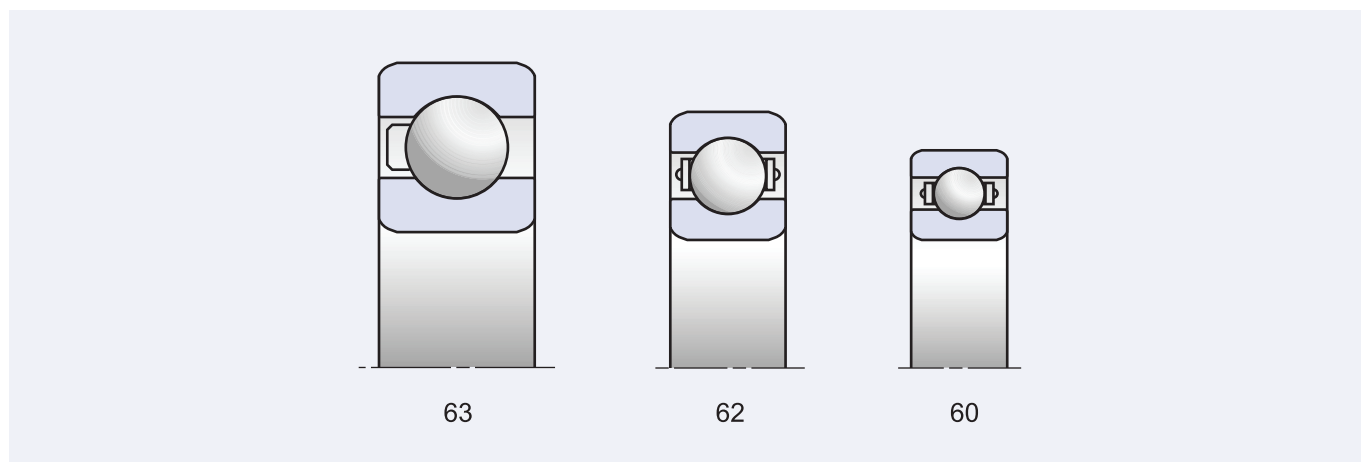
ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

5. ПРЕЦИЗИОННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

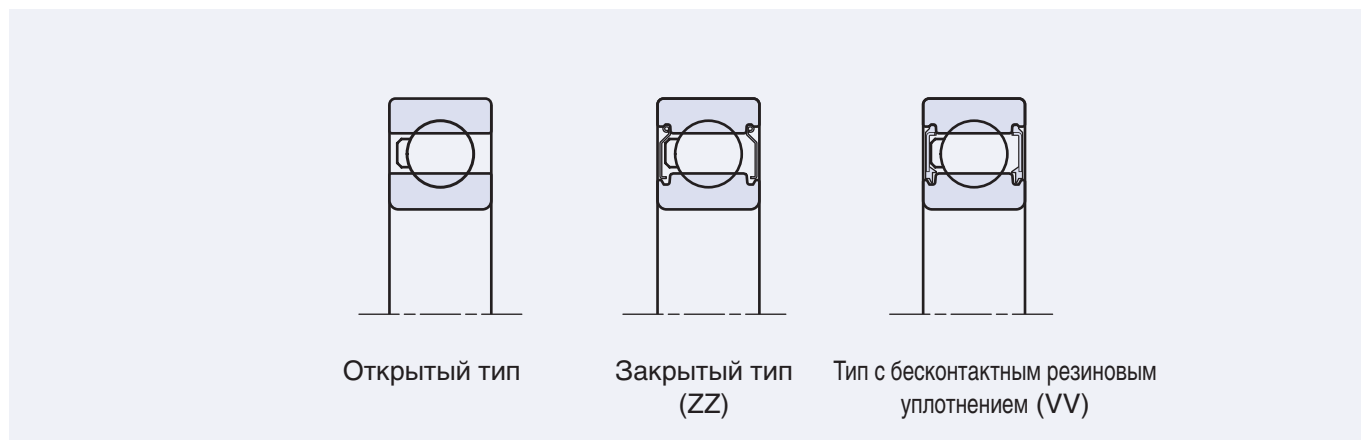
Характеристики

- Могут нести не только радиальные, но и осевые нагрузки в обоих направлениях.
- Момент трения невелик, что позволяет использовать эти подшипники для операций, требующих высокоскоростного режима, низкого уровня шума и вибраций.
- Выпускаются три типа: открытый, закрытый (со стальной защитной шайбой) и герметизированный (с резиновым уплотнением).

Размерные серии



Конструкция

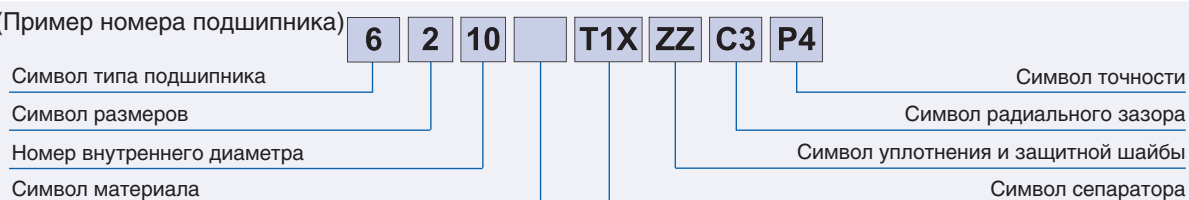


Сепараторы

- T1X** Направляемый шариками полиамидный сепаратор: обеспечивает превосходную износостойкость подшипника для двигателей общего назначения.
- TYA** Направляемый шариками полиамидный сепаратор: разработан на основе тех же принципов конструкции, что и радиально-упорные шариковые подшипники для высокоскоростных двигателей.
- T** Направляемый внутренним кольцом сепаратор из феноло-альдегидного полимера: устойчивая симметрия, благодаря которой достигается превосходная термостойкость при высокоскоростном режиме работы шпинделей деревообрабатывающих станков.

Система обозначения прецизионных радиальных шариковых подшипников

(Пример номера подшипника)



			Справка
6	Тип подшипника	6: однорядный радиальный шариковый подшипник	106
2	Размеры	0: 10 серия, 2: 02 серия, 3: 03 серия	106
10	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника менее 03 00: 10 мм, 01: 12 мм, 02: 15 мм, 03: 17 мм Внутренний диаметр подшипника более 04: Номер внутреннего диаметра x 5 (мм)	108-109
	Код материала	Символ отсутствует: подшипниковая сталь (SUJ2) SN24: керамический шарик (Si3N4)	12-15, 25
T1X	Сепаратор	T1X: направляемый шариками полиамидный сепаратор T1YA: высокоскоростной, направляемый шариками полиамидный сепаратор T: направляемый внутренним кольцом сепаратор из феноло-альдегидного полимера	106
ZZ	Уплотнение и защитная шайба	Символ отсутствует: открытый тип ZZ: стальная защитная шайба VV: бесконтактное резиновое уплотнение	106
C3	Радиальный зазор	Символ отсутствует: обычный зазор C3: зазор больше обычного; CM: специальный зазор для электродвигателя; CG: специальный радиальный зазор	—
P4	Точность	P2: МOC Класс 2, P4: МOC Класс 4, P5: МOC Класс 5	158-161

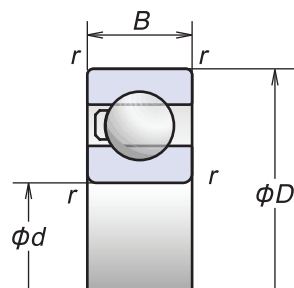
5. ПРЕЦИЗИОННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Тип T1X (полиамидный сепаратор)

Серии 60, 62 и 63

Внутренний диаметр 10-85 мм

Открытый тип: 6000
 Тип защитной шайбы: ZZ
 Тип уплотнителя: VV



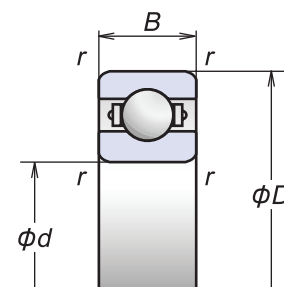
Номера подшипников ⁽¹⁾	Тип защитной шайбы	Тип уплотнения	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Предельные скорости ⁽²⁾ (об/мин)
			<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_d</i> (Динамическая)	<i>C_{st}</i> (Статическая)	
6000T1X	ZZ	VV	10	26	8	0.3	4.55	1.87	38 900
6200T1X	ZZ	VV	10	30	9	0.6	5.10	2.39	35 000
6001T1X	ZZ	VV	12	28	8	0.3	5.10	2.37	35 000
6201T1X	ZZ	VV	12	32	10	0.6	6.80	3.05	31 900
6301T1X	ZZ	VV	12	37	12	1.0	9.70	4.20	28 600
6002T1X	ZZ	VV	15	32	9	0.3	5.60	2.83	29 800
6202T1X	ZZ	VV	15	35	11	0.6	7.65	3.75	28 000
6302T1X	ZZ	VV	15	42	13	1.0	11.4	5.45	24 600
6003T1X	ZZ	VV	17	35	10	0.3	6.00	3.25	27 000
6203T1X	ZZ	VV	17	40	12	0.6	9.55	4.80	24 600
6303T1X	ZZ	VV	17	47	14	1.0	13.6	6.65	21 900
6004T1X	ZZ	VV	20	42	12	0.6	9.40	5.00	22 600
6204T1X	ZZ	VV	20	47	14	1.0	12.8	6.60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0.6	10.1	5.85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1.0	14.0	7.85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1.5	20.6	11.2	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1.0	13.2	8.30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1.0	19.5	11.3	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2.0	26.7	14.1	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1.0	16.0	10.3	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1.0	25.7	15.3	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2.5	33.5	18.0	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1.0	16.8	11.5	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1.0	29.1	17.9	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2.5	40.5	22.6	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1.0	20.9	15.2	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1.0	31.5	20.4	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1.0	21.8	16.6	10 800
6210GT1X	ZZ	VV	50	90	20	1.0	35.0	23.2	10 000

- (¹) Сепараторы TYA предназначаются для установки в высокоскоростных двигателях. За подробной информацией обратитесь в компанию NSK.
- (²) Данные о предельных скоростях приводятся для T1X.
 Для сепараторов TYA значения предельных скоростей равны 115% от приведенных.

Тип Т (Сепаратор из феноло-альдегидного полимера)

Серии 60 и 62

Внутренний диаметр 20-120 мм



Номера подшипников	Сопрягаемые размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Предельные скорости ⁽¹⁾ (об/мин)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Динамическая)	<i>C_{ор}</i> (Статическая)	Консистентная смазка	Масло
6004Т	20	42	12	0.6	9.38	5.03	32 000	48 000
6204Т	20	47	14	1.0	12.8	6.58	35 000	44 000
6005Т	25	47	12	0.6	10.1	5.85	27 000	45 200
6205Т	25	52	15	1.0	14	7.83	26 000	42 800
6006Т	30	55	13	1.0	13.2	8.27	23 000	40 000
6206Т	30	62	16	1.0	19.5	11.3	21 000	37 300
6007Т	35	62	14	1.0	16	10.3	22 000	35 800
6207Т	35	72	17	1.0	25.7	15.3	18 500	32 700
6008Т	40	68	15	1.0	16.8	11.5	21 000	32 400
6208Т	40	80	18	1.0	29.1	17.9	16 600	26 700
6009Т	45	75	16	1.0	19.9	14	18 800	29 000
6209Т	45	85	19	1.0	32.7	20.4	15 300	26 000
6010Т	50	80	16	1.0	20.8	15.4	17 300	26 700
6210Т	50	90	20	1.0	35.1	23.2	14 300	24 200
6011Т	55	90	18	1.0	28.3	21.2	16 700	23 800
6211Т	55	100	21	1.5	43.4	29.2	12 000	21 900
6012Т	60	95	18	1.0	29.4	23.2	15 700	21 900
6212Т	60	110	22	1.5	52.5	36	11 700	19 700
6013Т	65	100	18	1.0	29.2	23.5	13 300	20 600
6213Т	65	120	23	1.5	57.5	40	10 800	17 800
6014Т	70	110	20	1.0	38.1	30.9	11 900	18 400
6214Т	70	125	24	1.5	62	44	10 200	16 700
6015Т	75	115	20	1.0	37.8	31.2	11 100	17 200
6215Т	75	130	25	1.5	66	49	10 100	15 600
6016Т	80	125	22	1.0	47.6	39.7	10 200	15 700
6216Т	80	140	26	2.0	72.5	53	9 200	14 300
6017Т	85	130	22	1.0	47.5	40	9 500	14 700
6217Т	85	150	28	2.0	84	62	8 500	13 100
6018Т	90	140	24	1.5	58.2	49.6	8 700	13 500
6019Т	95	145	24	1.5	58	50	8 100	12 600
6020Т	100	150	24	1.5	60	54	7 800	12 000
6022Т	110	170	28	2.0	85	73	6 500	10 100
6024Т	120	180	28	2.0	85	80	6 100	9 400

Прецизионные радиальные шариковые подшипники

(¹) О применении предельных скоростей см. на стр. 152.



Калибры и воздушно-масляно-

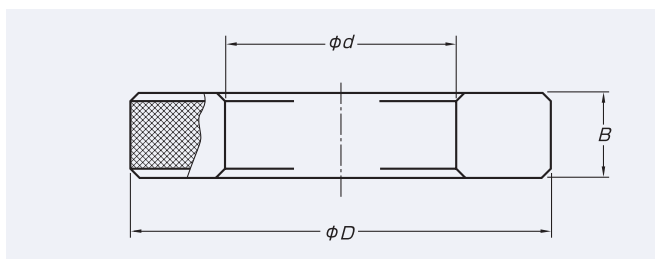
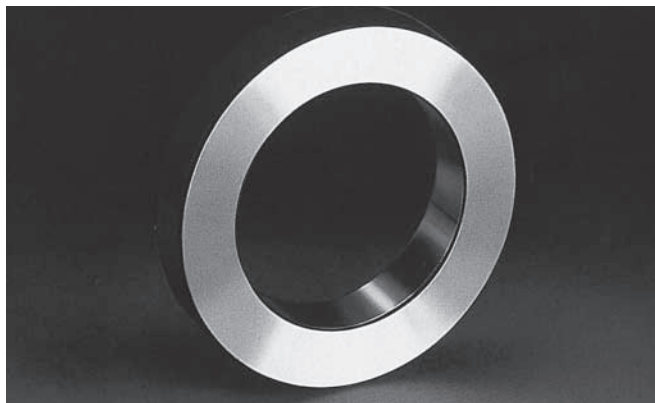
Калибры и воздушно-масляный смазочный материал

Калибры	112-115
Калибры GR	
Характеристики	
Система обозначения	
Калибры GTR	
Характеристики	
Система обозначения	
Калибры GN	
Характеристики	
Система обозначения	
Воздушно-масляное устройство для смазки	116-117

6. КАЛИБРЫ И ВОЗДУШНО-МАСЛЯНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СМАЗКИ

Кольцевые калибры серии GR

Прецизионные измерительные калибры внутреннего диаметра корпуса



Для того, чтобы прецизионные подшипники качества для шпинделей станочного оборудования приобрели удовлетворительные рабочие характеристики, важно, чтобы они имели точную посадку в отношении вала и корпуса.

Для достижения точной посадки необходимо точно измерить наружный диаметр вала и внутренний диаметр корпуса.

Кольцевые калибры NSK серии GR служат эталонными калибрами для измерения внутренних диаметров корпусов с точностью до 0,001 мм.

Характеристики

- Конструкция кольца обеспечивает надежные параметры цилиндрической калибровки.
- Толщина кольца исключает вызываемые в процессе измерения деформации.
- Термическая обработка при изготовлении колец уничтожает любые следствия износа для их размерности.
- Точная калибровка возможна благодаря прецизионным измерениям, которые отмечены на калибрах в единицах 0,001 мм в направлениях X и Y.

Применяемые подшипники					Номер калибра	Сопрягаемые размеры (мм)			Масса (кг) (примерно)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		d	D	B	
—	—	00	—	—	GR 26	26	75	20	0.6
02	—	01	—	—	GR 28	28	75	20	0.6
03	—	—	—	00	GR 30	30	80	20	0.7
—	—	02	—	01	GR 32	32	80	20	0.7
—	—	03	—	02	GR 35	35	85	20	0.7
04	—	—	—	—	GR 37	37	85	20	0.7
—	—	—	—	03	GR 40	40	90	20	0.8
05	—	04	—	—	GR 42	42	95	20	0.9
06	—	05	—	04	GR 47	47	95	20	0.8
07	—	—	—	05	GR 52	52	100	20	0.9
—	—	06	30	—	GR 55	55	100	20	0.9
08	—	07	35	06	GR 62	62	100	20	0.8
09	—	08	40	—	GR 68	68	110	20	0.9
10	50	—	—	07	GR 72	72	115	20	1.0
—	—	09	45	—	GR 75	75	115	20	0.9
11	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1.2
12	60	—	—	09	GR 85	85	130	25	1.5
13	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1.5
—	—	12	60	—	GR 95	95	140	25	1.6
14	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1.7
15	75	—	—	—	GR 105	105	150	25	1.8
16	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2.1
—	—	15	75	—	GR 115	115	165	25	2.1
17	85	—	—	13	GR 120	120	170	25	2.2
18	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2.3
19	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2.4
20	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2.5
21	105	19	95	—	GR 145	145	200	30	3.5
22	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3.6
—	—	21	105	18	GR 160	160	215	30	3.8
24	120	—	—	—	GR 165	165	220	30	3.9
—	—	22	110	19	GR 170	170	225	30	4.0
26	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3.8
28	140	—	—	21	GR 190	190	240	30	4.0
—	—	26	130	22	GR 200	200	250	30	4.1

Конусные калибры серии GTR30

Измерительные калибры для конуса вала



Подшипники NN30XXKR - это двухрядные цилиндрические роликовые подшипники с коническим внутренним отверстием, обладающие высокой жесткостью и подходящие для работы в высокоскоростном режиме, вследствие чего они часто используются в шпинделях механических станков.

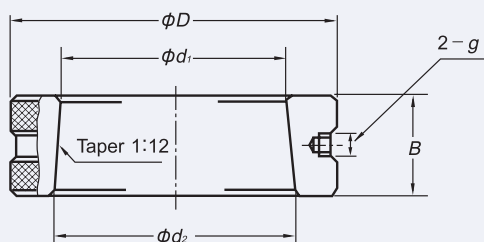
В применении данных подшипников важно, чтобы конус внутреннего отверстия подшипника в точности совпадал с коническим отверстием шпинделя. Конус подшипника (конус 1:12) подвергается прецизионному контролю и изготавливается с особой точностью. Конусный калибр GTR30 - это калибр, внутреннее отверстие которого завершается прецизионным конусом, идентичным коническому отверстию подшипника.

Посредством механической обработки конуса шпинделя для соответствия этому конусному калибру обеспечивается его точный контакт с подшипником.

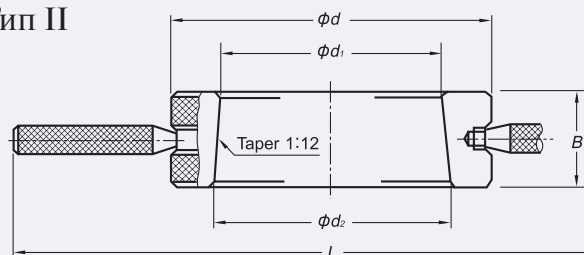
Характеристики

- Толщина кольца исключает вызываемые в процессе измерения деформации.
- Термическая обработка при изготовлении колец уничтожает любые следствия износа для их размерности.

Тип I

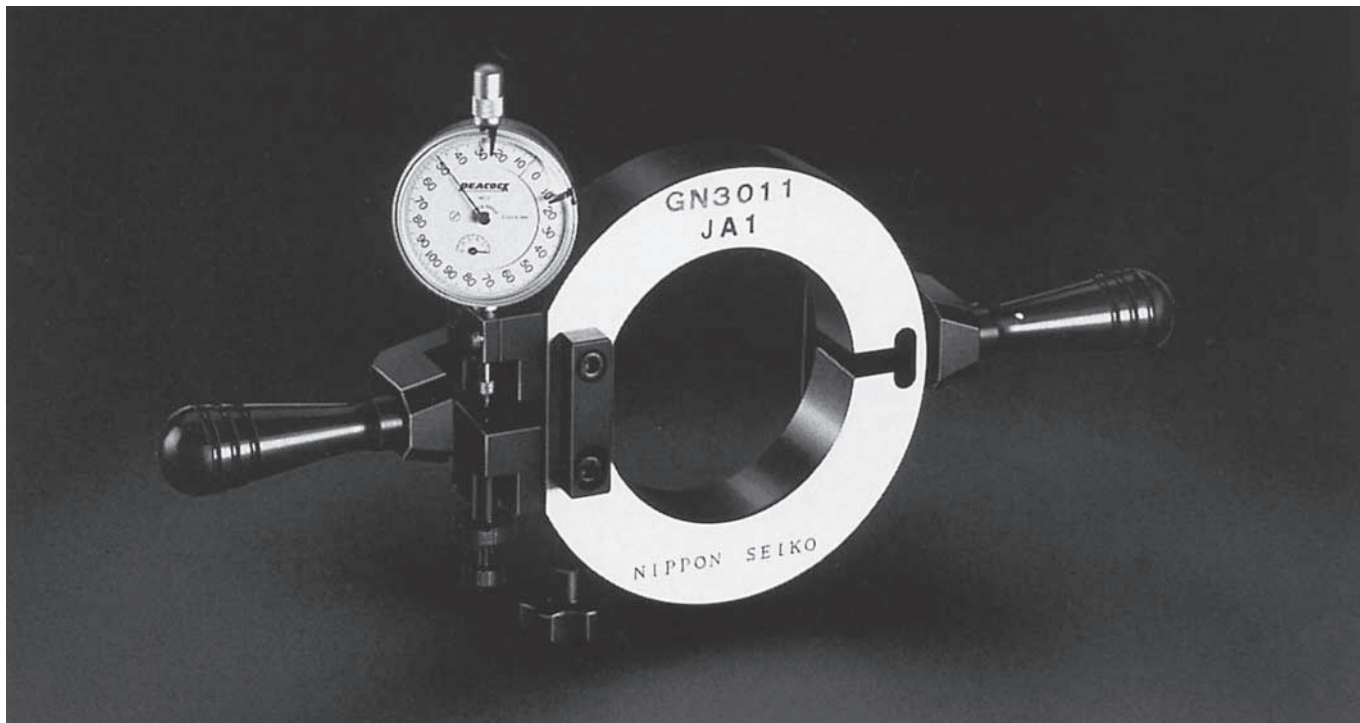


Тип II



Применяемые подшипники	Калибр подшипников	Типы	Сопрягаемые размеры (мм)						Масса (кг) (примерно)
			d_1	d_2	D	B	L	g	
NN3006KR	GTR3006	I	30	31.583	70	19	—	M3×0.5	0.5
NN3007KR	GTR3007	I	35	36.667	75	20	—	M3×0.5	0.5
NN3008KR	GTR3008	I	40	41.750	80	21	—	M3×0.5	0.6
NN3009KR	GTR3009	I	45	46.917	85	23	—	M5×0.8	0.7
NN3010KR	GTR3010	I	50	51.917	90	23	—	M5×0.8	0.8
NN3011KR	GTR3011	I	55	57.167	95	26	—	M5×0.8	0.9
NN3012KR	GTR3012	I	60	62.167	100	26	—	M5×0.8	1.0
NN3013KR	GTR3013	I	65	67.167	105	26	—	M5×0.8	1.0
NN3014KR	GTR3014	I	70	72.500	110	30	—	M5×0.8	1.3
NN3015KR	GTR3015	I	75	77.500	115	30	—	M5×0.8	1.3
NN3016KR	GTR3016	I	80	82.833	125	34	—	M5×0.8	1.8
NN3017KR	GTR3017	I	85	87.833	130	34	—	M5×0.8	1.9
NN3018KR	GTR3018	II	90	93.083	140	37	358	—	2.5
NN3019KR	GTR3019	II	95	98.083	145	37	363	—	2.6
NN3020KR	GTR3020	II	100	103.083	150	37	368	—	2.7
NN3021KR	GTR3021	II	105	108.417	160	41	376	—	3.5
NN3022KR	GTR3022	II	110	113.750	165	45	381	—	4.0
NN3024KR	GTR3024	II	120	123.833	170	46	386	—	3.9
NN3026KR	GTR3026	II	130	134.333	180	52	396	—	4.6
NN3028KR	GTR3028	II	140	144.417	190	53	406	—	5.0
NN3030KR	GTR3030	II	150	154.667	210	56	426	—	7.0
NN3032KR	GTR3032	II	160	165.000	220	60	436	—	7.8

Калибры GN Серии GN30 Прецизионные измерительные калибры для остаточного внутреннего зазора двухрядных цилиндрических роликовых подшипников (NN30XX)



При установке на вал двухрядного цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием важно сделать так, чтобы конус шпинделя в точности совпал с коническим отверстием подшипника, а также убедиться в том, что после монтажа будет получен желаемый радиальный внутренний зазор.

Если присутствует чрезмерный остаточный радиальный внутренний зазор, то главный вал будет подвержен некоторому биению, и пострадает точность работы оборудования. Если зазор окажется слишком маленьким, то, несмотря на небольшие изменения или отсутствие всяких изменений жесткости, начнется избыточное тепловыделение, и усталостная долговечность качения серьезно сократится. (См. стр. 137)

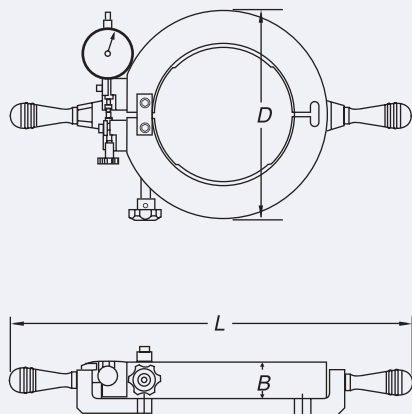
В связи с современными тенденциями увеличения скорости и точности операций необходимо тщательнее контролировать остаточный радиальный внутренний зазор. Раньше методы измерения радиального зазора были очень сложными и требовали высокой квалификации.

Калибры GN, разработанные компанией NSK для измерений остаточного радиального внутреннего зазора двухрядных цилиндрических роликовых подшипников, упрощают монтаж подшипников и повышают его точность. (Использование калибров GN также требует применения калибра для измерения цилиндрического внутреннего отверстия.)

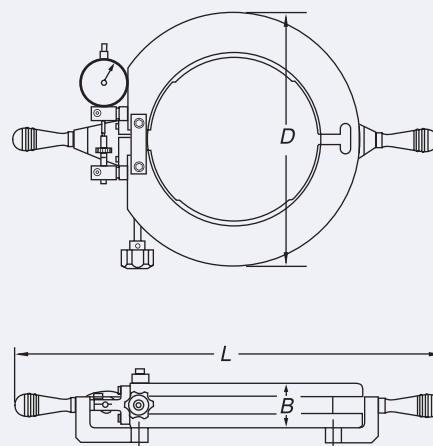
Характеристики

- Возможность проведения простых, надежных и точных измерений.
- Больше не нужно производить сложные вычисления для поправок на взаимное влияние наружного кольца и корпуса.
- Можно измерять как положительный, так и отрицательный зазор (предварительное натяжение).
- Точность измерений достигается благодаря тому, что все калибры GN выверены для измерения давления.

Тип I



Тип II



Применяемые подшипниками	Калибр подшипников	Типы	Сопрягаемые размеры (мм)			Масса (кг) (примерно)
			D	B	L	
NN3007	GN3007	I	102	23	292	1.3
NN3008	GN3008	I	108	23	297	1.4
NN3009	GN3009	I	115	23	305	1.5
NN3010	GN3010	I	120	23	310	1.6
NN3011	GN3011	I	131	26	324	2.1
NN3012	GN3012	I	138	26	329	2.2
NN3013	GN3013	I	145	26	335	2.4
NN3014	GN3014	I	156	30	347	3.0
NN3015	GN3015	I	162	30	353	3.1
NN3016	GN3016	I	175	33	374	4.2
NN3017	GN3017	I	185	33	381	4.3
NN3018	GN3018	I	195	35	393	5.2
NN3019	GN3019	I	204	35	399	5.6
NN3020	GN3020	I	210	35	411	6.1
NN3021	GN3021	I	224	39	419	7.1
NN3022	GN3022	I	233	44	433	8.5
NN3024	GN3024	II	254	44	470	7.5
NN3026	GN3026	II	280	50	492	9.5
NN3028	GN3028	II	289	50	500	9.5
NN3030	GN3030	II	314	54	520	12
NN3032	GN3032	II	329	54	540	13

6. КАЛИБРЫ И ВОЗДУШНО-МАСЛЯНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СМАЗКИ

Воздушно-масляное устройство для смазки FINE-LUBE

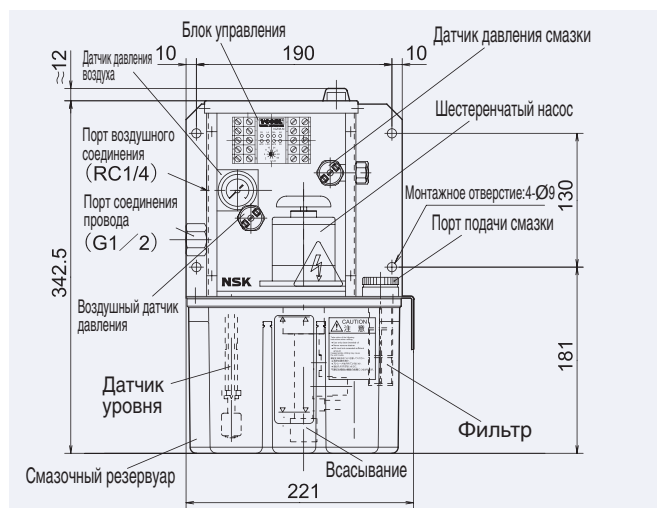
[Характеристики]

В области станочного оборудования продолжают выдающиеся технологические нововведения. В частности, электрошпиндели теперь работают быстрее, чем раньше. Следовательно, решающими становятся новые разработки по усовершенствованию подшипников и методов смазывания, способствующим функционированию при высоких скоростях.

Компания NSK разработала множество усовершенствований в области систем воздушно-масляного смазывания и оборудования по подаче масла. В 1984 г. NSK выпустила на рынок воздушно-масляный смазочный материал FINE-LUBE, и в настоящий момент этот продукт продолжает пользоваться успехом. Смазка FINE-LUBE развивалась со временем и была принята к использованию на многих механических станках, заслужив репутацию чрезвычайно эффективного и высоконадежного продукта.

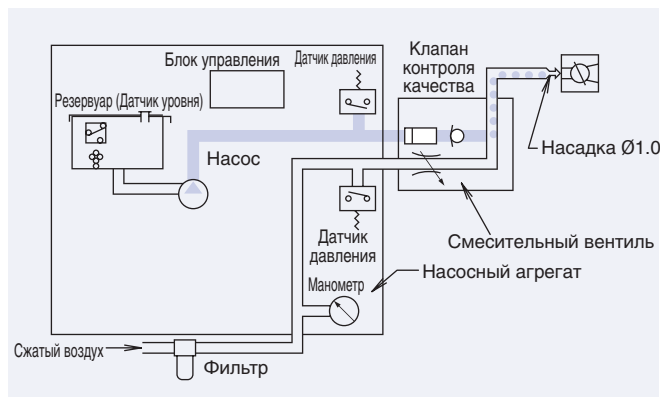
Воздушно-масляное устройство для смазки FINE-LUBE занимает ведущую позицию на рынке воздушно-масляных устройств для смазки. Данное устройство обеспечивает воздушно-масляное смазывание посредством системы, состоящей из насоса, смесительных вентилялей и блока управления. Встроенные в систему предохранительные устройства еще больше повышают его надежность.

Насосный агрегат OАEG



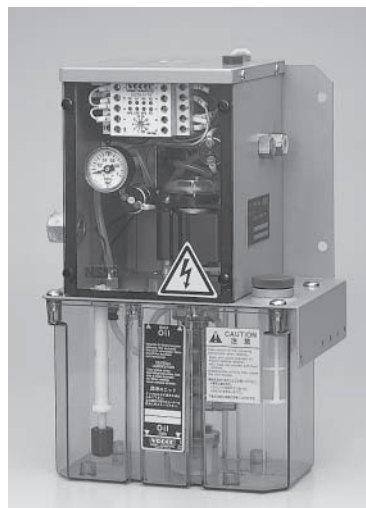
[Характеристики]

- Агрегат OАEG представляет собой недавно разработанный шестеренчатый насос с низким коэффициентом вязкости. (Диапазон рабочей вязкости смазки: 10 - 68 сст/°C)
- Для задания смазочных интервалов в 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64 или 128 минут применяется специальный блок управления.
- Стандартные предохранительные устройства включают:
 - 1 Датчик уровня смазки
 - 2 Сигнал нарушения энергоснабжения
 - 3 Воздушный датчик давления
 - 4 Датчик давления смазки



[Меры предосторожности]

- Используйте чистый и сухой сжатый воздух под давлением 0,2~0,4 МПа.
- Используйте свежую чистую смазку с коэффициентом вязкости MOC VG 10 или выше. С особой тщательностью избегайте загрязнения смазки, которое может сократить срок службы оборудования.
- Тщательно выбирайте качественные смазочные линии для использования между насосом и смесительными вентилями. При превышении линии более 5 м обратитесь в компанию NSK.
- Длина смазочных линий между смесительным вентилем и шпинделем не должна превышать 1,5-5м.



Номер модели:
OАEG (С блоком управления)
OАEG-N (Без блока управления)

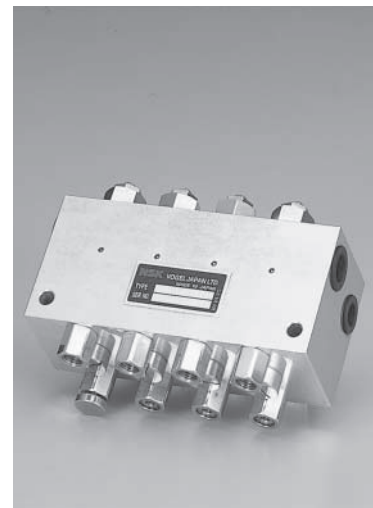
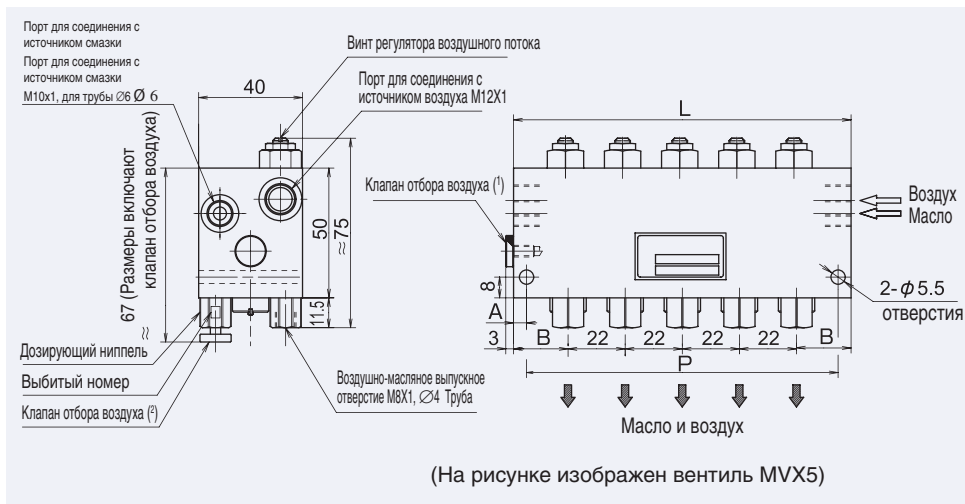
- Смазывание: масло для высокоскоростных шпинделей или турбинное масло
- Электропитание: 100 В
- Вместимость резервуара: 2,7 л
- Оптимальный уровень масла: 1,7 л

- Компоненты насосного агрегата: блок управления, датчик давления воздуха, датчик давления смазки и поплавковый переключатель.

Компания NSK также предлагает более экономичный насосный агрегат, одобренный ЕС и получивший отметку CE Mark.

Данный насос может управляться исключительно посредством нашего блока управления или же программируемым командоаппаратом машинного оборудования.

Смесительный вентиль MVX



[Характеристики]

- Поршневой контроль для подачи небольших, фиксированных порций смазочного материала.
- Можно выбрать объем подачи в 0,01, 0,03 и 0,06 см³ на ход.
- Облегчает процедуру отбора воздуха по сравнению со стандартными смешивающими вентилями MVA.
- Количество выпускных отверстий и объем подачи смазки можно выбирать в зависимости от индивидуальных требований эксплуатации.

Номер типа	Количество вентиляей	L	A	P	B
MVX1	1	42	10	22	21
MVX2	2	64	9.5	45	21
MVX3	3	86	8	70	21
MVX4	4	108	6.5	95	21
MVX5	5	130	5	120	21
MVX6	6	155	5	145	22.5

Объем подачи (см ³ /ход)	Выбитый номер	Кодовый номер
0.01	1	P1
0.03	3	P2
0.06	6	P3

Примечания

- (1) При нормальной работе смешивающего вентиля закройте клапан отбора воздуха.
- (2) Для отбора воздуха откройте клапан отбора воздуха.

Дополнительные детали оборудования

[Контроллер]

(Устанавливается на ОАЕГ)

- Блок управления контролирует работу насоса. При первом признаке отклонения в смазочном процессе подается аварийный сигнал, и шпиндель механического станка может быть остановлен.
- Светодиодный индикатор помогает пользователю в точности установить каждое из семи различных состояний отказа.



[Датчик давления]

OAG

- Следит за повышениями давления воздуха и смазки, а также любыми перепадами давления смазки. (Устанавливается на ОАЕГ)



[Масляный фильтр]

OAV-02/03

- Фильтры удаляют из смазки мелкие посторонние частицы.
- Выпускаются два типа: 3 μm и 20 μm

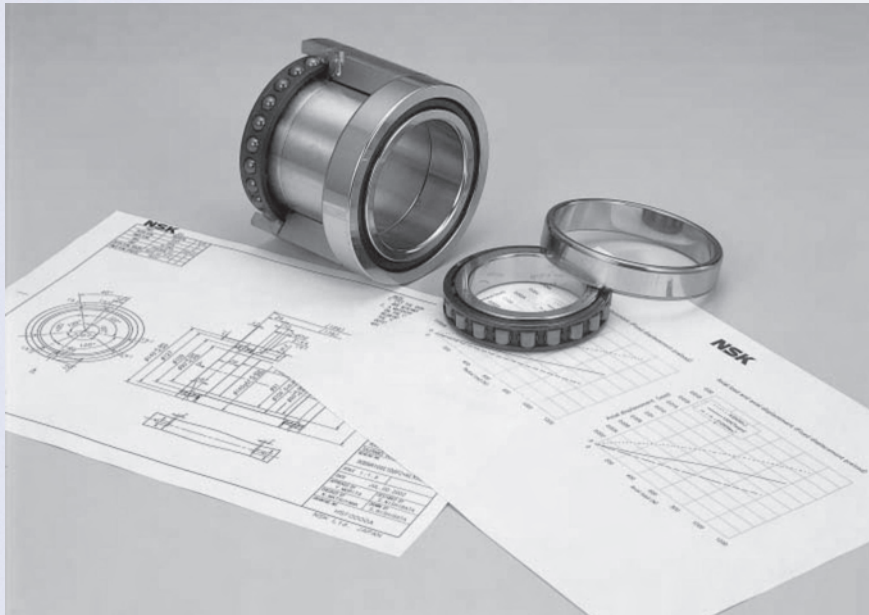


[Клапан отбора воздуха]

OAV-01

- Клапаны отбора облегчают процесс отбора воздуха после отсоединения смазочных линий для ухода за смазочным материалом.





Техническое

Техническое руководство

1. Долговечность	120-127
• Усталостная долговечность качения и номинальная грузоподъемность	
• Новая теория долговечности	
2. Статическая номинальная грузоподъемность и статические эквивалентные нагрузки.....	128-129
3. Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников	130-133
• Характеристики каждой комбинации	
• Универсальная комбинация	
4. Преднатяг и Жесткость.....	134-151
• Типы преднатяга и жесткости	
• Таблицы-Преднатяг и Жесткость	
5. Предельная скорость	152-153
6. Смазка.....	154-157
7. Точность подшипника	158-165
• Точность радиального подшипника	
• Точность конусного отверстия	
• Точность упорно-радиального шарикового подшипника с угловым контактом	
8. Конструкция вала и корпуса.....	166-170
• Посадка вала и корпуса	
• Точность вала и корпуса	
• Сопрягаемые размеры	
• Размеры фаски	
9. Проставка.....	171-175
• Размеры проставки	
• Положение распылительной насадки	

Долговечность

Статическая номинальная
грузоподъемность и статические
эквивалентные нагрузки

Комбинации радиально-
упорных шариковых
подшипников

Предварительная
нагрузка и жесткость

Предельная скорость

Смазывание

Точность подшипника

Конструкция вала
и корпуса

Проставка

руководство

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Усталостная долговечность качения и номинальная грузоподъемность

Долговечность подшипника

Различные функции подшипников качения меняются в зависимости от конкретного применения подшипников. Эти функции должны выполняться продолжительное время. Даже в условиях надлежащей установки и корректной эксплуатации подшипники в конечном счете выходят из строя вследствие повышения уровня шума и вибраций, потери точности хода, ухудшения свойств смазки или усталостного растрескивания поверхностей качения.

Долговечностью подшипника в широком смысле слова называется период, в течение которого подшипник продолжает действовать и выполнять требуемые от него функции. Долговечность подшипника может быть определена как шумовая, абразивная, смазочная долговечность или усталостная долговечность качения, в зависимости от того, какой причиной вызвана потеря эксплуатационных качеств подшипника.

Помимо выхода из строя по причине естественного изнашивания, подшипники могут выходить из строя вследствие нагрева, появления трещин, появления царапин на поверхностях колец, износа уплотнений или возникновения других повреждений. Эти обстоятельства не следует понимать как нормальный выход подшипника из строя, поскольку они возникают в результате ошибок при выборе подшипников, неправильной конструкции или метода производства смежного оборудования, неправильной сборки или неудовлетворительного технического обслуживания подшипников.

Усталостная долговечность качения и номинальная долговечность

При эксплуатации подшипников качения под нагрузкой дорожки качения их внутренних и внешних колец и элементы качения подвергаются многократному циклическому напряжению. Вследствие усталости металла контактных поверхностей дорожек и элементов качения от материала подшипников могут отслаиваться частицы.

Это явление называется отслаиванием. Усталостная долговечность качения представляет собой общее число оборотов, за которое поверхность подшипника начнет слоиться вследствие напряжения. Это называется усталостной долговечностью. Даже внешне идентичные подшипники, одинакового размера, одного и того же типа, сделанные из одного и того же материала, подвергающиеся одинаковым тепловым воздействиям и другим нагрузкам, обладают весьма различной усталостной долговечностью качения даже в идентичных условиях эксплуатации. Это происходит вследствие отслаивания материалов из-за их усталости, которая зависит от многих других параметров. Следовательно, "номинальная долговечность", в отношении которой усталостная долговечность рассматривается как статистическое явление, в использовании предпочтительнее, чем фактическая усталостная долговечность качения.

Предположим, что некоторое количество подшипников одного и того же типа работают по отдельности в одинаковых условиях. Через определенный промежуток времени 10% этих подшипников выйдут из строя в результате отслаивания,

вызванного усталостью качения. Общее число оборотов на этой стадии определяется как номинальная долговечность, или, если скорость постоянна, номинальная долговечность часто выражается через общее количество рабочих часов, прошедших до того момента как 10% подшипников вышли из строя из-за отслаивания.

При определении срока службы подшипника часто принимают во внимание только номинальную долговечность. Однако в расчет следует принимать и другие факторы. Например, можно оценивать смазочную долговечность подшипников, заправленных перед установкой консистентной смазкой. Поскольку о шумовой и абразивной долговечности судят по индивидуальным стандартам различных установок, конкретные значения шумовой или абразивной долговечности следует определять опытным путем.

Номинальная динамическая грузоподъемность

Номинальная динамическая грузоподъемность определяется как постоянная нагрузка, прилагаемая на подшипники с неподвижными наружными кольцами, которую могут выдержать внутренние кольца за номинальный срок службы в один миллион оборотов (10^6 об). Номинальная грузоподъемность радиальных подшипников определяется как центральная радиальная нагрузка, направление и значение которой постоянны, тогда как номинальная грузоподъемность упорных подшипников является осевой нагрузкой постоянного значения, прилагаемой в одинаковом с центральной осью направлении. Значения номинальной грузоподъемности в таблицах размерности приводятся под обозначениями C_r для радиальных подшипников и C_a для упорных подшипников.

Номинальная долговечность

Между нагрузкой подшипника и номинальной долговечностью существует следующее отношение:

$$\text{Для шариковых подшипников } L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \\ L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (\text{h})$$

$$\text{Для роликовых подшипников } L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \\ L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \quad (\text{h})$$

где L_{10} : Номинальная долговечность (10^6 об или ч)
 P : Нагрузка подшипника (эквивалентная нагрузка) (Н).
(см. стр. 121)

C : Номинальная динамическая грузоподъемность подшипника (Н).
Для радиальных подшипников C обозначается как C_r .
Для упорных подшипников, C обозначается как C_a .
 n : Частота вращения (об/мин).

Если подшипники работают с постоянной скоростью, удобно выражать усталостную долговечность в часах.

Динамическая эквивалентная нагрузка

В некоторых ситуациях прилагаемые к подшипникам нагрузки являются исключительно радиальными или осевыми, однако в большинстве случаев эти нагрузки сочетаются. Кроме того, такие нагрузки обычно неустойчивы как по величине, так и по направлению.

В подобных случаях фактически прилагаемые к подшипникам нагрузки нельзя использовать для вычисления долговечности; отсюда вытекает необходимость оценки гипотетической нагрузки, имеющей постоянную величину, проходящей через центр подшипника, и дающей ту же долговечность подшипника, которое бы получилось в фактических условиях нагрузки и вращения. Такая гипотетическая нагрузка называется динамической эквивалентной нагрузкой.

Если принять, что эквивалентная радиальная нагрузка равна P_r , радиальная нагрузка - F_r , осевая нагрузка - F_a , а угол контакта - α , то отношение между эквивалентной радиальной нагрузкой и нагрузкой подшипника может быть приблизительно следующим:

$$P_r = XF_r + YF_a,$$

где X : Коэффициент радиальной нагрузки
 Y : Коэффициент осевой нагрузки } См. таблицу 1.1

Коэффициент осевой нагрузки изменяется в зависимости от угла контакта. Для роликовых подшипников угол контакта остается постоянным, вне зависимости от величины осевой нагрузки. В случае с однорядными радиальными шариковыми подшипниками и радиально-упорными шариковыми подшипниками угол контакта увеличивается при повышении осевой нагрузки. Такое изменение угла контакта может быть выражено с помощью отношения номинальной статической грузоподъемности C_{or} и осевой нагрузки F_a . В таблице 1.1 приведены коэффициенты осевой нагрузки для углов контакта в соответствии с этим отношением. При рассмотрении радиально-упорных шариковых подшипников воздействие изменения угла контакта на коэффициент нагрузки в нормальных условиях можно игнорировать даже при больших значениях угла контакта, например, 25°, 30° или 40°.

Для упорного подшипника с углом контакта $\alpha \neq 90^\circ$, несущего одновременно радиальную и осевую нагрузки, эквивалентная осевая нагрузка P_a становится следующей:

$$P_a = XF_r + YF_a.$$

Таблица 1.1 Значение коэффициентов X и Y

Нормальный угол контакта	$\frac{ifoF_a}{C_{or}}$	e	Одиночная компоновка, DT				DB или DF			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0.178	0.38				1.47		1.65		2.39
	0.357	0.40				1.40		1.57		2.28
	0.714	0.43				1.30		1.46		2.11
	1.070	0.46				1.23		1.38		2.00
	1.430	0.47	1	0	0.44	1.19	1	1.34	0.72	1.93
	2.140	0.50				1.12		1.26		1.82
	3.570	0.55				1.02		1.14		1.66
5.350	0.56				1.00		1.12		1.63	
18	-	0.57	1	0	0.43	1.00	1	1.09	0.70	1.63
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	0.67	1.41
30	-	0.80	1	0	0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.60	0.56	0.81	1
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.90	0.55	0.92	1

* i равно 2 для DB, DF и 1 для DT

Таблица 1.2 Номинальная грузоподъемность многорядных компоновок РУШП

Двухрядная		Трёхрядная		Четырёхрядная	
C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}
В 1,62 раза больше по сравнению с однорядной	В 2 раза больше по сравнению с однорядной	В 2,15 раза больше по сравнению с однорядной	В 3 раза больше по сравнению с однорядной	В 2,64 раза больше по сравнению с однорядной	В 4 раза больше по сравнению с однорядной

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Вычисление долговечности составной группы подшипников

При использовании составной комбинации подшипников качения в одной машине можно определить усталостную долговечность отдельных подшипников, если известна воздействующая на каждый подшипник нагрузка. Как бы то ни было, в большинстве случаев машина выходит из строя при отказе подшипника на любом из ее компонентов. Таким образом, в некоторых случаях может возникнуть необходимость знать усталостную долговечность группы подшипников, используемых в одной машине.

Усталостная долговечность подшипников может сильно расходиться, и применяемое нами для расчета усталостной долговечности уравнение $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ распространяется на 90% случаев (что также называется номинальной усталостной долговечностью, являющейся либо суммарным числом оборотов, либо часов, за которые 90% группы одинаковых подшипников, функционирующей в одних и тех же условиях, выходят из строя).

Другими словами, расчетная усталостная долговечность для одного подшипника имеет вероятность 90%. Поскольку вероятность долговечности на определенный промежуток времени для составной группы подшипников выводится из вероятности долговечности на тот же промежуток времени для отдельных подшипников, номинальная усталостная долговечность составной группы подшипников определяется не только исходя из кратчайшей усталостной долговечности среди отдельных подшипников. Фактически срок службы группы оказывается гораздо короче срока службы подшипника с самой низкой усталостной долговечностью.

Принимая номинальную усталостную долговечность отдельных подшипников равной $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$, а номинальную усталостную долговечность всей группы подшипников равной L , получаем нижеследующее равенство:

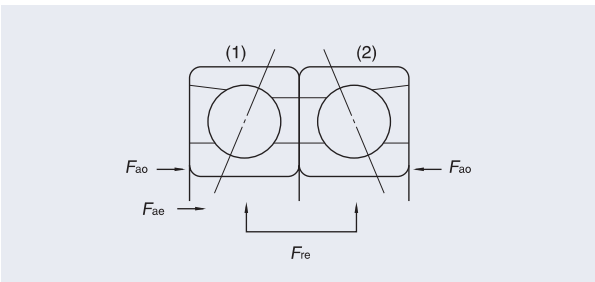
$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e}$$

где $e=1.1$ (как для шариковых, так и для роликовых подшипников)

Расчет долговечности радиально-упорных шариковых подшипников с преднатягом

Для установления суммарного радиального (F_r) и осевого (F_a) компонентов нагрузки на каждый подшипник в групповой компоновке радиально-упорных шариковых подшипников с преднатягом в расчет следует принимать внешние радиальную (F_{re}) и осевую (F_{ae}) нагрузки, осевую предварительную нагрузку (F_{ao}) и распределение нагрузки. Последнее является функцией элемента качения по сопротивлению деформации дорожек, пропорциональной значению нагрузки в степени $2/3$. Процедура расчета для распространенных вариантов сборки одинаковых подшипников описывается ниже.

Компоновка "спина к спине", два подшипника



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарная преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

когда $F_{ap} < F_{ao}$, используется $F_{ap} = F_{ao}$

Суммарный осевой компонент нагрузок (F_{a1}, F_{a2}) с приложенной к каждому подшипнику (1 и 2) осевой нагрузкой:

$$F_{a1} = 2/3 F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{ae}$$

когда $F_{a2} < 0$, преднатяг снижается, таким образом: $F_{a1} = F_{ao}$ и $F_{a2} = 0$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник устанавливается согласно отношению осевой нагрузки каждого подшипника к общей осевой нагрузке, где каждый компонент возводится в степень $2/3$:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = X F_{r1} + Y F_{a1}$$

$$P_{r2} = X F_{r2} + Y F_{a2}$$

Значения X и Y берутся из таблицы 1.1 (стр. 121)

Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника является следующей:

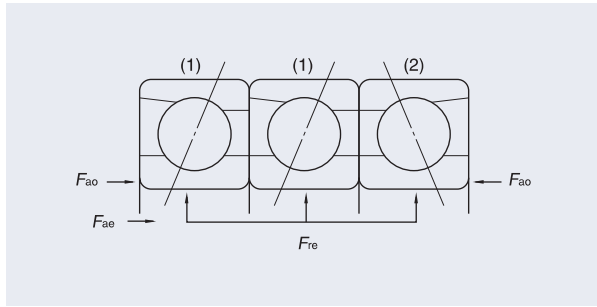
$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C}{P_{r1}}\right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C}{P_{r2}}\right)^3 \quad (h)$$

Два подшипника могут быть приняты за единицу оборудования, и, согласно теории вероятности, долговечность этой единицы, или пары подшипников, будет меньше, чем самая низкая номинальная долговечность этих подшипников по отдельности. Таким образом:

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}} + \frac{1}{L_{10(2)}}\right)^{1/1.1}} \quad (h)$$

Компоновка подшипников DBD



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарная преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

когда $F_{ap1} < F_{ao}/2$, используется $F_{ap1} = F_{ao}/2$

и $F_{ap2} < F_{ao}$, используется $F_{ap2} = F_{ao}$

Суммарный осевой компонент нагрузки (F_{a1} , F_{a2}) на каждый подшипник с прилагаемой осевой нагрузкой:

$$F_{a1} = 0.4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} - 0.2F_{ae}$$

Когда $F_{a2} < 0$, преднатяг снижается, таким образом:

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad F_{a2} = 0$$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

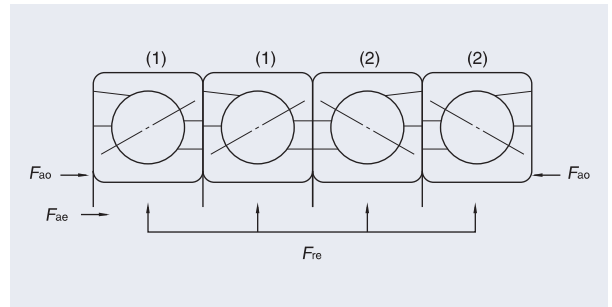
Значения X и Y следует брать в таблице 1.1, стр. 121. Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника:

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10} \text{ для группы} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}} + \frac{2}{L_{10(2)}} \right)^{1/1.1}} \quad (h)$$

Компоновка подшипников DBB



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарный преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

когда $F_{ap} < F_{ao}/2$, используется $F_{ap} = F_{ao}/2$

Суммарный осевой компонент нагрузки (F_{a1} , F_{a2}) на каждый подшипник с прилагаемой осевой нагрузкой

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/6F_{ae}$$

Когда $F_{a2} < 0$, предварительная нагрузка снижается, таким образом:

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad \text{и} \quad F_{a2} = 0$$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Значения X и Y следует брать в таблице 1.1, стр. 121. Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника:

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10} \text{ для группы} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}} + \frac{2}{L_{10(2)}} \right)^{1/1.1}} \quad (h)$$

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Новая теория долговечности

Введение

В последние годы технология подшипников интенсивно развивалась, в особенности в областях точности размеров и чистоты материалов. Благодаря этому подшипники теперь могут эксплуатироваться в более чистой среде и обладают большей усталостной долговечностью качения по сравнению с результатами вычисления долговечности по традиционной формуле МОС. Таким увеличением срока службы мы отчасти обязаны существенным технологическим достижениям, имеющим отношение к подшипникам, например, технологии чистоты смазочных материалов и фильтрации.

Обычная формула расчета долговечности, основанная на теориях Дж. Лундберга и А. Пальмгрена (далее - теория L-P), принимает во внимание только подповерхностное отслаивание. Это явление, при котором трещины, появляющиеся вследствие воздействия динамического касательного напряжения непосредственно под поверхностью качения, затем постепенно достигают поверхности в виде отслаивания.

$$\ln \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_0^c \cdot N^e \cdot V}{Z_0^h}$$

Новая формула расчета долговечности NSK предполагает, что усталостная долговечность качения является общим результатом сочетания воздействий одновременно возникающих подповерхностного и поверхностного видов отслаивания.

Новая формула расчета долговечности компании NSK

(1) Подповерхностное отслаивание

Предпосылкой для подповерхностного отслаивания подшипников качения является контакт элементов качения с дорожками качения с использованием достаточного и непрерывно поддерживаемого слоя чистого смазочного материала.

На рис. 1.1 приведена долговечность L_{10} для каждого условия испытаний с максимальным поверхностным контактным давлением (P_{max}) и числом приложенных циклических нагрузок по ординате и абсциссе, соответственно.

Линия теоретической долговечности L_{10} на рисунке - это теоретическая линия, построенная при помощи обычной формулы расчета долговечности. По мере уменьшения давления максимального контакта поверхностей линия фактической долговечности отделяется от линии, построенной при помощи обычного теоретического расчета, и движется по направлению к большей долговечности. Это отделение предполагает наличие предела усталостной нагрузки P_u , ниже которого усталости качения не возникает. Подробнее это проиллюстрировано на рис. 1.2.

Рис. 1.1 Результаты испытаний на долговечность при использовании чистой смазки

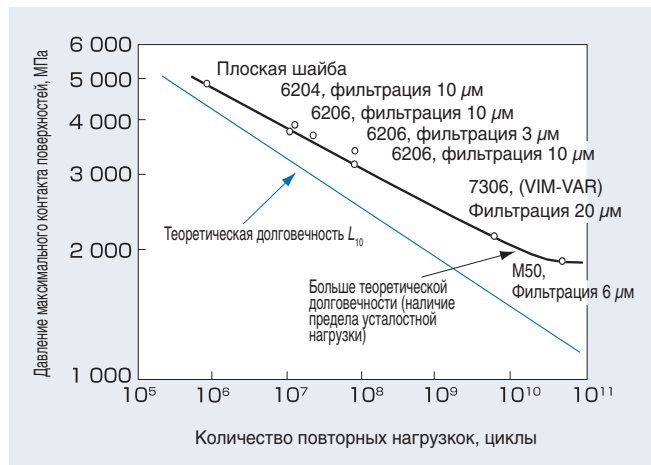
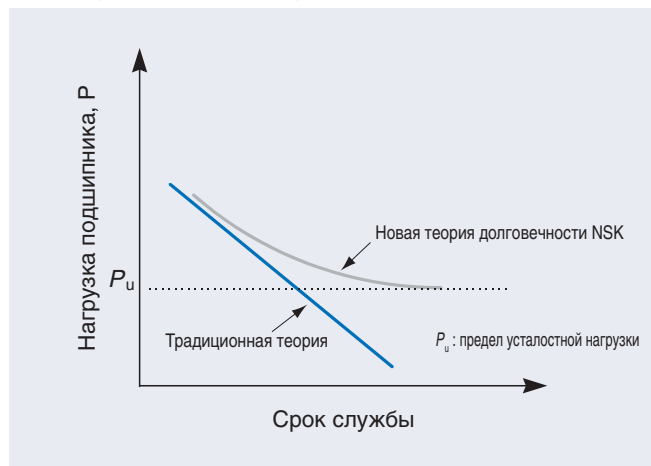


Рис. 1.2 Новая теория долговечности NSK, учитывающая предел усталостной нагрузки



(2) Поверхностное отслаивание

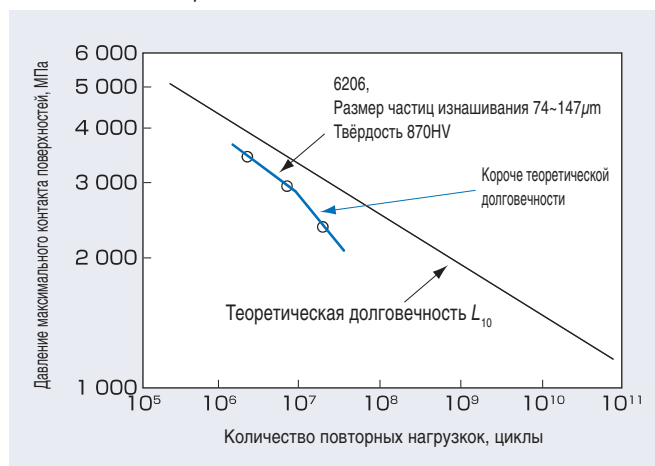
При фактической эксплуатации подшипников смазочный материал часто загрязняется такими посторонними частицами, как металлическая стружка, грат, песок и т.д. Смешавшись со смазочным материалом, инородные частицы вдавливаются элементами качения в дорожки качения, и на поверхностях дорожек и элементов качения появляются вмятины. Напряжение концентрируется по краям вмятин, в результате чего возникают трещины, которые со временем развиваются в процесс отслаивания поверхностей дорожек и элементов качения.

Как показано на рис. 1.3, в условиях эксплуатации совместно с загрязненным смазочным материалом под низким максимальным поверхностным давлением фактическая долговечность оказывается меньше долговечности, рассчитанной по обычной формуле. Линия фактической долговечности отделяется от линии, построенной с помощью расчетов теоретической долговечности, и движется в сторону уменьшения. Это показывает, что фактическая долговечность подшипников в условиях загрязненности смазки оказывается еще короче теоретической долговечности вследствие снижения давления максимального контакта поверхностей.

Таблица 1.3 Значение коэффициента загрязнения a_c

	Очень чистая	Чистая	Нормальная	Загрязненная	Сильно загрязненная
Фактор a_c	1	0,8	0,5	0,4-0,1	0,05
Руководство по применению	Фильтрация -10 μm	Фильтрация 10~30 μm	Фильтрация 30~100 μm	Фильтрация свыше 100 μm или нет фильтрации (масляная ванна, циркуляционное смазывание и т.д.)	Фильтрации нет, наличие множества тонкодисперсных включений
Примеры применения	Герметизированный подшипник, смазанный консистентной смазкой, предназначенный для эксплуатации совместно с электроприборами и информационным оборудованием и т.д.	Герметизированный подшипник с консистентной смазкой для электродвигателей. Герметизированный подшипник с консистентной смазкой для железнодорожных букс и станочного оборудования и т.д.	Стандартное применение. Подшипник для автомобильной ступицы и т.д.	Подшипник для автомобильной трансмиссии; подшипник для промышленной коробки передач; подшипник для строительной машины и т.д.	—

Рис. 1.3 Результаты испытаний на долговечность при использовании загрязненной смазки



Таким образом, в новой формуле расчета долговечности NSK принимается во внимание направление результатов испытаний на долговечность в условиях чистой эксплуатационной среды и в зоне действия низкой нагрузки. Полученное на основании этих результатов новое равенство долговечности - это функция $(P - P_u)/C$, зависящая от конкретных условий смазки, определяемых параметром смазывания. Кроме того, предполагается, что воздействие различных видов и форм посторонних частиц сильно зависит от нагрузки подшипника и текущих условий смазки, и что такое отношение можно выразить как функцию параметра нагрузки. Это отношение новой формулы расчета долговечности определяется так: $(P - P_u)/C \cdot 1/a_c$. Формула расчета поверхностного отслаивания, базирующаяся на приведенной выше концепции, выглядит так:

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} - 1 \right\}$$

V = интенсивность напряжения

Коэффициент загрязнения, относящийся к области чистоты смазывания, отображен в таблице 1.3. Результаты испытаний шариковых и роликовых подшипников при смазывании консистентной смазкой и фильтрацией примесей показывают, что срок их службы в данном случае оказывается во много раз дольше, чем в условиях загрязнения. Тем не менее если жесткость посторонней частицы превышает значение $Hv350$, она становится самостоятельным фактором воздействия, и на дорожке качения возникает вмятина. Усталостные разрушения, вызываемые такими вмятинами, могут быстро перейти в отслаивание. Результаты испытаний шариковых и роликовых подшипников в условиях загрязнения инородными частицами показывают, что долговечность подшипников сокращается до 1/3 - 1/10 долговечности, рассчитанной по обычной формуле. На основе результатов этих испытаний коэффициент загрязнения a_c раскладывается на пять составляющих для новой теории долговечности NSK.

(3) Новая формула расчета долговечности. Нижеследующая формула, объединяющая подповерхностный и поверхностный виды отслаивания, предлагается в качестве новой формулы расчета долговечности.

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

$$L_{\text{table}} = a_1 \cdot a_{\text{NSK}} \cdot L_{10}$$

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Поправочный коэффициент долговечности a_{NSK}
 Поправочный коэффициент долговечности a_{NSK} - это функция параметра смазки $(P - P_U)/C \cdot 1/a_c$, согласно приведенной ниже формуле.

$$a_{NSK} \propto F \left\{ a_L, \left(\frac{P - P_U}{C \cdot a_c} \right) \right\}$$

Новая теория NSK, корректируя фактор загрязнения a_c , учитывает влияние усовершенствованного материала и термообработки на срок службы изделия. Кроме того, в теории используется коэффициент вязкости k ($k = \nu/\nu_1$, где ν - рабочая вязкость, а ν_1 - требуемая вязкость), поскольку параметр смазки a_c изменяется по мере формирования масляной пленки в зависимости от смазочного материала и рабочей температуры. Теория показывает: чем лучше условия смазывания (выше k), тем дольше срок службы подшипника.

На рис. 1.4 и 1.5 отображены схемы воздействия поправочного коэффициента a_{NSK} как функции новой формулы расчета долговечности. Помимо этого в новой формуле расчета долговечности точечный и линейный контакты учитываются по отдельности для шариковых и роликовых подшипников соответственно.

Новая формула расчета долговечности L_{able}

Концепция новой формулы расчета долговечности приводится к простейшему виду одного коэффициента согласно приведенной ниже формуле, в которой традиционная формула расчета долговечности (L_{10}) умножается на поправочный коэффициент (a_{NSK}) и коэффициент надежности (a_1 ; таблица 1.4)

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

Таблица 1.4 Коэффициент надежности

Надежность (%)	90	95	96	97	98	99
Коэффициент надежности	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

Новая теория долговечности в приложении к прецизионным подшипникам для механических станков

При расчете долговечности прецизионных подшипников по новой формуле коэффициент a_{NSK} определяется как:

$$a_{NSK} \doteq 14$$

Рис. 1.4 Новая схема расчета долговечности шариковых подшипников

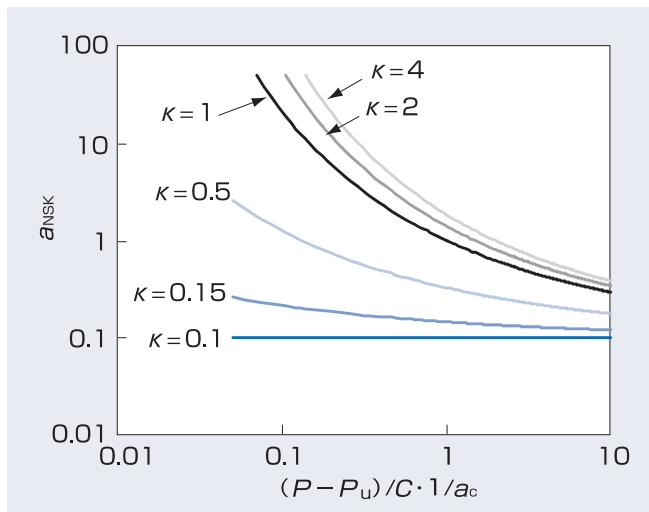
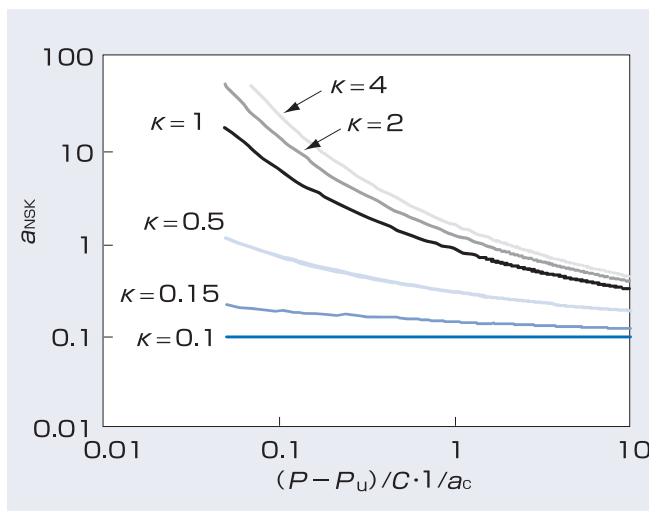


Рис. 1.5 Новая схема расчета долговечности роликовых подшипников



Эти данные приводятся для прецизионных подшипников NSK, изготовленных из стандартной стали Z, в которых используется консистентная смазка или смазочный материал коэффициента вязкости VG22 - VG68 в чистой эксплуатационной среде.

Доступ к вычислительным инструментам компании NSK

Посетите наш веб-сайт по адресу <http://www.nsk.com/>

Долговечность высокоскоростных подшипников

При высокоскоростном режиме работы подшипников помимо внешней нагрузки следует принимать во внимание и внутреннюю нагрузку, порождаемую воздействующей на элементы качения центробежной силой.

Для расчета режима нагрузки подшипников, выполняющих высокоскоростные операции (свыше 800 000 dmn), следует использовать компьютер.

Равновесие между силами, воздействующими на элементы качения и внутреннее/наружное кольца, а также изменения угла контакта достигаются посредством использования конвергентных расчетов ⁽¹⁾, основанных на данных о режиме нагрузки подшипника (куда входят радиальная нагрузка, осевая нагрузка, воздействующая на элементы качения центробежная сила и т.д.)

Вначале рассчитывается долговечность каждого по отдельности элемента качения под нагрузкой между внутренним и наружным кольцами, а затем вычисляется долговечность подшипника в целом.

⁽¹⁾ Расчеты сходимости позволяют NSK с большой степенью точности вычислять действующую на шарики центробежную силу, а также нагрузки на каждый элемент качения.

За информацией о расчетах долговечности для подшипников, используемых в высокоскоростных установках, обратитесь в компанию NSK.

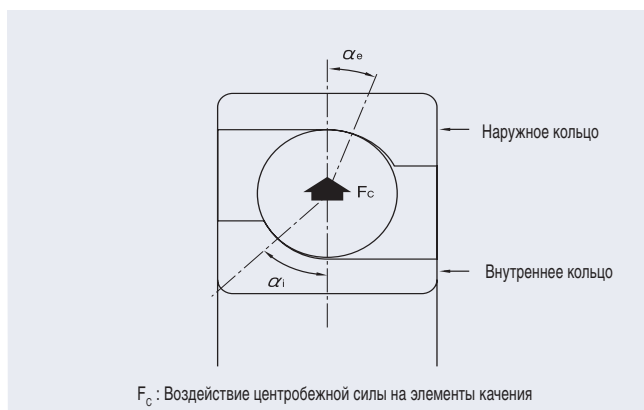
Долговечность керамических гибридных подшипников

Значений C_r , C_{or} и стандартов L_{10} по МС281 для керамических подшипников не существует.

Как бы то ни было, долговечность керамических подшипников имеет тенденцию быть выше долговечности обычных стальных шариковых подшипников в одинаковых подходящих им условиях эксплуатации.

Особенно верным это может оказаться в тех ситуациях, когда воздействие центробежной силы на шарики оказывается значительными.

Рис. 1.6 Изменения угла контакта, обусловленные центробежной силой



Статическая номинальная грузоподъемность

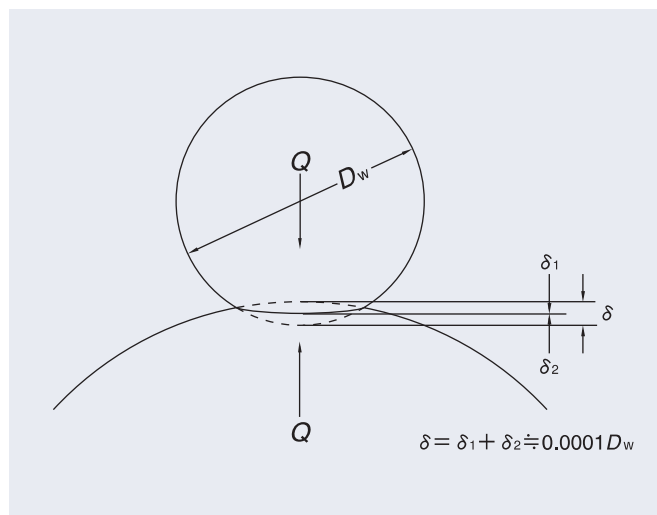
Под чрезмерной или сильной ударной нагрузкой подшипники качения могут подвергнуться местной остаточной деформации элементов качения и поверхностей дорожек качения, если превышен предел упругости. Неупругая деформация увеличивается по площади и глубине по мере повышения нагрузки, и, когда нагрузка превышает определенный предел, гладкий ход подшипников начнет затрудняться.

Номинальная статическая нагрузка определяется как эта статическая нагрузка, создающая рассчитанное контактное напряжение в центре области контакта между элементом качения, подверженным максимальному напряжению, и поверхностью дорожки качения.

Для шариковых подшипников : 4200MPa
 Для роликовых подшипников : 4000MPa

В области максимального напряжения сумма остаточной деформации элемента качения и дорожки качения равняется приблизительно 0,0001 диаметра элемента качения. Номинальная статическая грузоподъемность C_0 в таблицах подшипников обозначается C_{0r} для радиальных и C_{0a} для упорных подшипников.

Рис. 2.1 Отношение между вдавливанием и номинальной статической грузоподъемностью



Статические эквивалентные нагрузки

Статическая эквивалентная нагрузка - это гипотетическая нагрузка, вызывающая контактное напряжение, равное максимальному напряжению, в фактических рабочих условиях, в неподвижном состоянии (включая очень медленное вращение или колебание), в области контакта между теми элементами качения, на которые приходится самое сильное напряжение, и дорожками качения подшипника.

Статическая радиальная нагрузка, проходящая через центр подшипника, принимается в качестве статической эквивалентной нагрузки для радиальных подшипников, тогда как статическая осевая нагрузка в направлении, совпадающем с центральной осью, принимается в качестве статической эквивалентной нагрузки для упорных подшипников.

Статическая эквивалентная нагрузка на радиальные подшипники. Большее из двух значений, выведенных из нижеследующих равенств, следует принимать в качестве значения статической эквивалентной нагрузки на радиальные подшипники.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

$$P_0 = F_r$$

Статическая эквивалентная нагрузка на упорные подшипники

$$P_0 = X_0 F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ$$

Таблица 2.1 Статическая эквивалентная нагрузка $P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$

Угол Контакта	Одиночная компонента DT		DB или DF		где
	X_0	Y_0	X_0	Y_0	
15	0.5	0.46	1	0.92	P_0 : Статическая эквивалентная нагрузка (Н) F_r : Радиальная нагрузка (Н) F_a : Осевая нагрузка (Н) X_0 : Коэффициент статической радиальной нагрузки Y_0 : Коэффициент статической осевой нагрузки
18	0.5	0.42	1	0.84	
25	0.5	0.38	1	0.76	
30	0.5	0.33	1	0.66	
40	0.5	0.26	1	0.52	

При одиночной сборке или комбинации DT и значении $F_r > 0.5 F_r + Y_0 F_a$ используйте $P_0 = F_r$

Коэффициент допустимой статической нагрузки

Допустимая статическая эквивалентная нагрузка на подшипники изменяется в зависимости от номинальной статической грузоподъемности, а также установки и условий эксплуатации этих подшипников.

Коэффициент допустимой статической нагрузки служит фактором безопасности, применяемым к номинальной статической грузоподъемности, и определяется при помощи отношения в составе нижеследующего равенства:

$$f_s = (C_0 / P_0)$$

где

C_0 : Номинальная статическая грузоподъемность (Н)
 P_0 : Статическая эквивалентная нагрузка (Н)

Таблица 2.2 Значения коэффициента допустимой статической нагрузки f_s

Рабочие условия	Нижний предел f_s	
	Шариковые подшипники	Роликовые подшипники
Установки с низким уровнем шума	2.0	3.0
Подшипники, подвергающиеся вибрации и ударным нагрузкам	1.5	2.0
Стандартные рабочие условия	1.0	1.5

Допустимая осевая нагрузка

В целях оптимизации эксплуатационных характеристик подшипников компания NSK определила статистику допустимых осевых нагрузок на основе двух нижеследующих ситуаций:

1 - Предельная нагрузка, при которой между шариком и дорожкой качения создается эллипс контакта вследствие изменений угла контакта, когда радиальный подшипник, несущий осевую нагрузку, выходит за кромку дорожки качения.

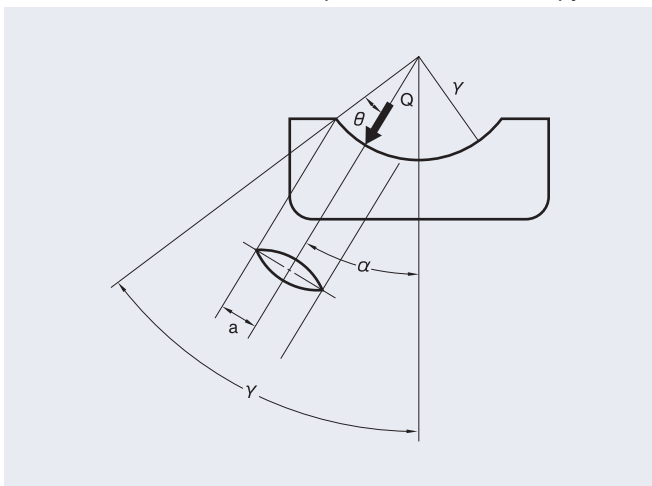
2 - Значение статической эквивалентной нагрузки P_0 , которое выводится из значения номинальной статической грузоподъемности C_0 при использовании коэффициента статической осевой нагрузки Y_0 .

Допустимая осевая нагрузка обладает наименьшим из двух определенных выше значений.

Это значение проверено на практике и включает фактор безопасности.

(Сведения о допустимых осевых нагрузках см. в таблицах подшипников).

Рис. 2.2. Эллипс контакта и предельная осевая нагрузка



3. КОМБИНАЦИИ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников, выпускаемые компанией NSK

Как правило, NSK предлагает сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники в двухрядной, трехрядной и четырехрядной комбинациях. Для фиксированной стороны шпинделя обычно применяются двухрядные (DB), трехрядные (DBD) и четырехрядные (DBB) компоновки. Однако, в случае 3-х рядных компоновок, в силу неравномерного распределения предварительной нагрузки на каждый подшипник диапазона оптимальных вариантов преднатяга очень ограничен, что делает такие компоновки непригодными для высокоскоростных режимов.

Групповые наборы подшипников производятся в комплекте, благодаря чему при их установке автоматически достигается заданный преднатяг. Отклонения значений внутреннего и внешнего диаметров для парных подшипников корректируются до менее 1/3 от поля допуска.

Таблица 3.1 Характеристики каждой комбинации

	DB	DF	DT	DBD	DBB
Направление нагрузки	↔	↔	→	↔	↔
Мгновенная жесткость	◎	○	△	◎	◎
Высокоскоростные качества	◎	◎	◎	△	○
Тепловыделение	◎	◎	◎	△	○
Жесткость	○	○	△	◎	◎

◎Превосходно ◎Отлично ○Хорошо △Удовлетворительно →Только одно направление ↔Два направления

Характеристики каждой комбинации

● Компоновка "спина к спине", DB

Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки. Из-за большого расстояния между центрами полезной нагрузки такая компоновка пригодна, если есть моменты приложения сил.

Тем не менее если корпус не обладает достаточной точностью, а шпиндель разрегулирован, то внутренние нагрузки подшипников могут значительно возрасти и вызвать преждевременный выход из строя подшипников вследствие большей мгновенной жесткости.

● Компоновка "лицо к лицу", DF

По сравнению с видом DB расстояние между центрами полезной нагрузки небольшое, поэтому способность воспринимать моменты приложения сил у этой компоновки уступает аналогичной способности DB.

С другой стороны, этот вид компоновки подходит к совместному применению с корпусами, обладающими меньшим классом точности или большим смещением вала вследствие его низкой изгибной жесткости.

● "Тандемная" компоновка, DT

Может нести осевые нагрузки в одном направлении, а также радиальные нагрузки. Поскольку осевая жесткость этого вида компоновки в два раза превышает аналогичное значение для однорядной компоновки, это соединение используется при высокой осевой нагрузке в одном направлении.

● Трехрядная компоновка, DBD

Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки.

Однако преднатяг на каждый подшипник распределяется неодинаково, а преднатяг на противоположную сторону (одиночную сторону) в два раза превышает аналогичное значение для другой стороны.

Следовательно, этот вид компоновки не подходит для высокоскоростных режимов из-за сильного увеличения внутренней нагрузки на одну из сторон, которое повышает вероятность выхода подшипника из строя.

● Четырехрядная компоновка, DBB

Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки.

В расположениях с тем же осевым зазором, что и в компоновке DB, преднатяг и жесткость в два раза превышают аналогичные значения для DB. Кроме того, допустимая осевая нагрузка в четырехрядной компоновке превышает аналогичное значение для компоновки DB.

Рис. 3.1 Расстояние между центрами полезной нагрузки для компоновок "спина к спине" и "лицо к лицу"

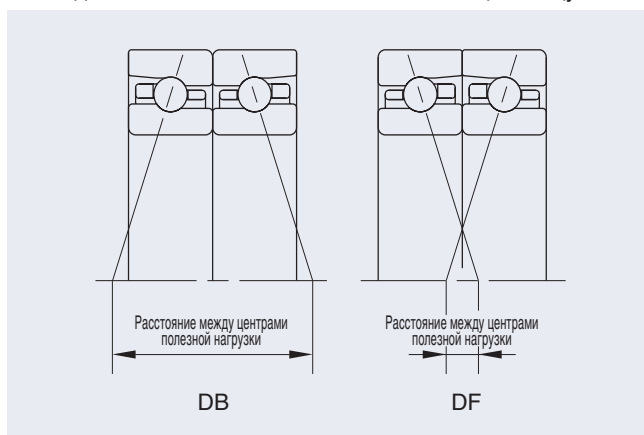


Рис. 3.2 Направление нагрузки в компоновках "спина к спине" - 2 подшипника и "тандем" - 2 подшипника

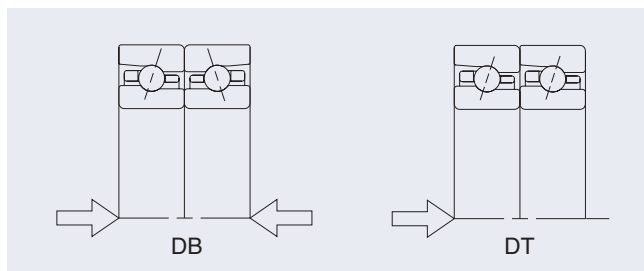
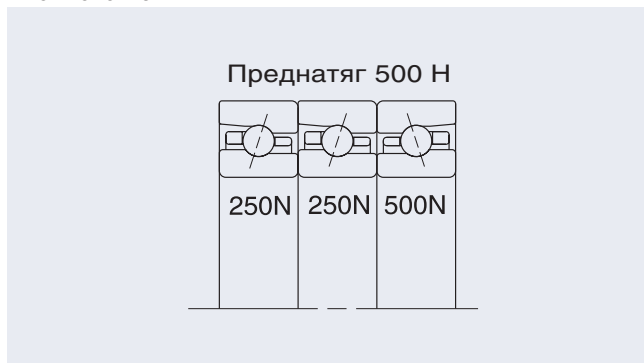


Рис. 3.3 Внутренний преднатяг в компоновке DBD



Сравнение изгиба вала при компоновках "спина к спине" и "лицо к лицу"

Жесткость момента для компоновок "спина к спине" и "лицо к лицу" различна, как показано в приведенном ниже примере расчета сравнения изгиба вала. В этом примере на передней стороне использованы радиально-упорные шариковые подшипники (75BNR10XET); типичные формы отклонения вала показаны для обеих компоновок DB и DF. Если к торцу шпинделя прикладывается радиальная нагрузка величиной 1000Н, радиальные смещения торца шпинделя вычисляются следующим образом:

$$\sigma_{DB} = 2.4079 \times 10^{-2}$$

$$\sigma_{DF} = 2.9853 \times 10^{-2}$$

Это показывает, как влияет расстояние между центрами полезной нагрузки на изгиб шпинделя.

Инструкция по монтажу радиально-упорных шариковых подшипников - метод совмещения

Направление совмещения

Для совмещаемых подшипников огромное значение имеют порядок монтажа и направление приложения нагрузки.

На поверхностях внешних диаметров подшипников присутствует знак "V", как показано на рисунке справа. Если подшипники установлены так, что их отметки образуют правильный знак "V", это значит, что совмещение и ориентировка верны.

Символ "O" на боковой поверхности или скошенной части внутренних колец означает позицию максимального радиального биения. Оптимальная точность достигается при установке подшипника, поэтому символ "O" размещается строго напротив по отношению к позиции максимального эксцентриситета вала.

Рис. 3.5 Символ для позиции максимального радиального биения внутреннего кольца

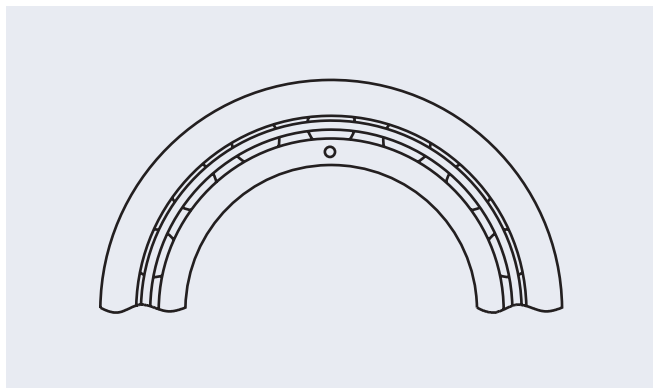
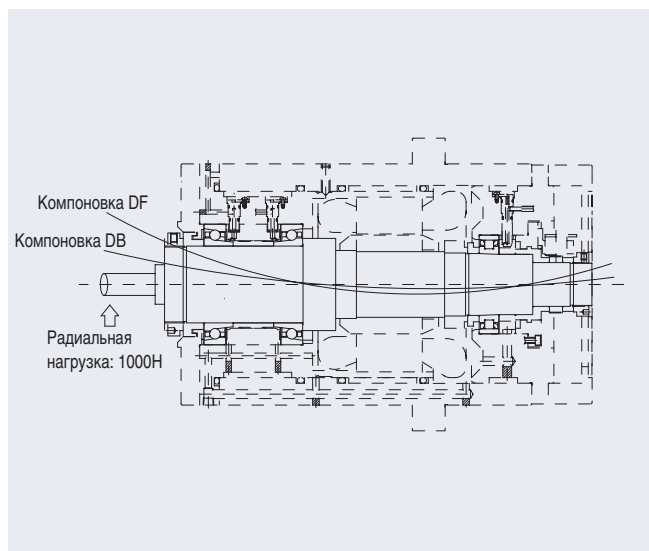
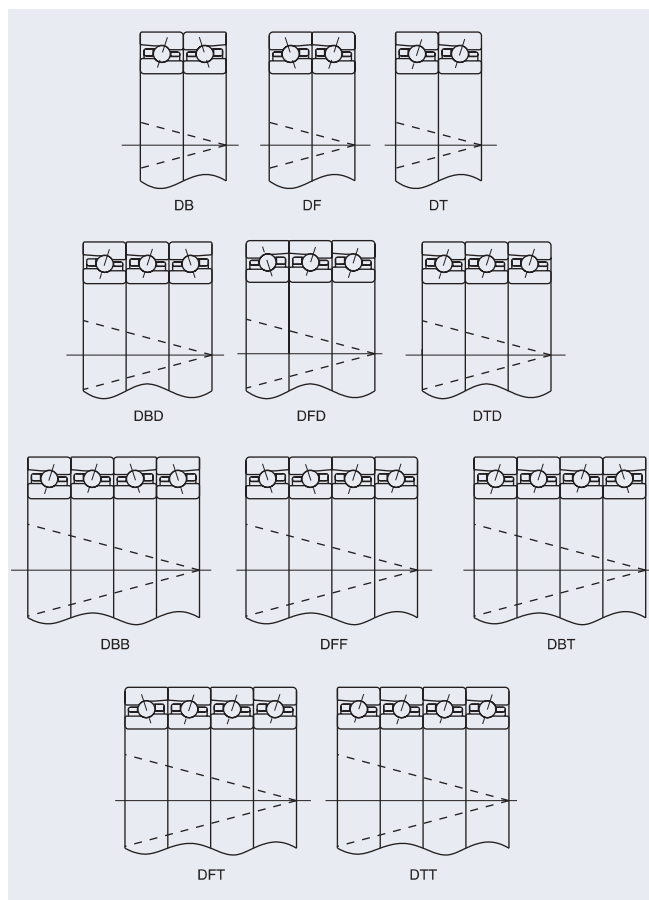


Рис. 3.4 Кривая смещения шпинделя



Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников

Рис. 3.6 Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников

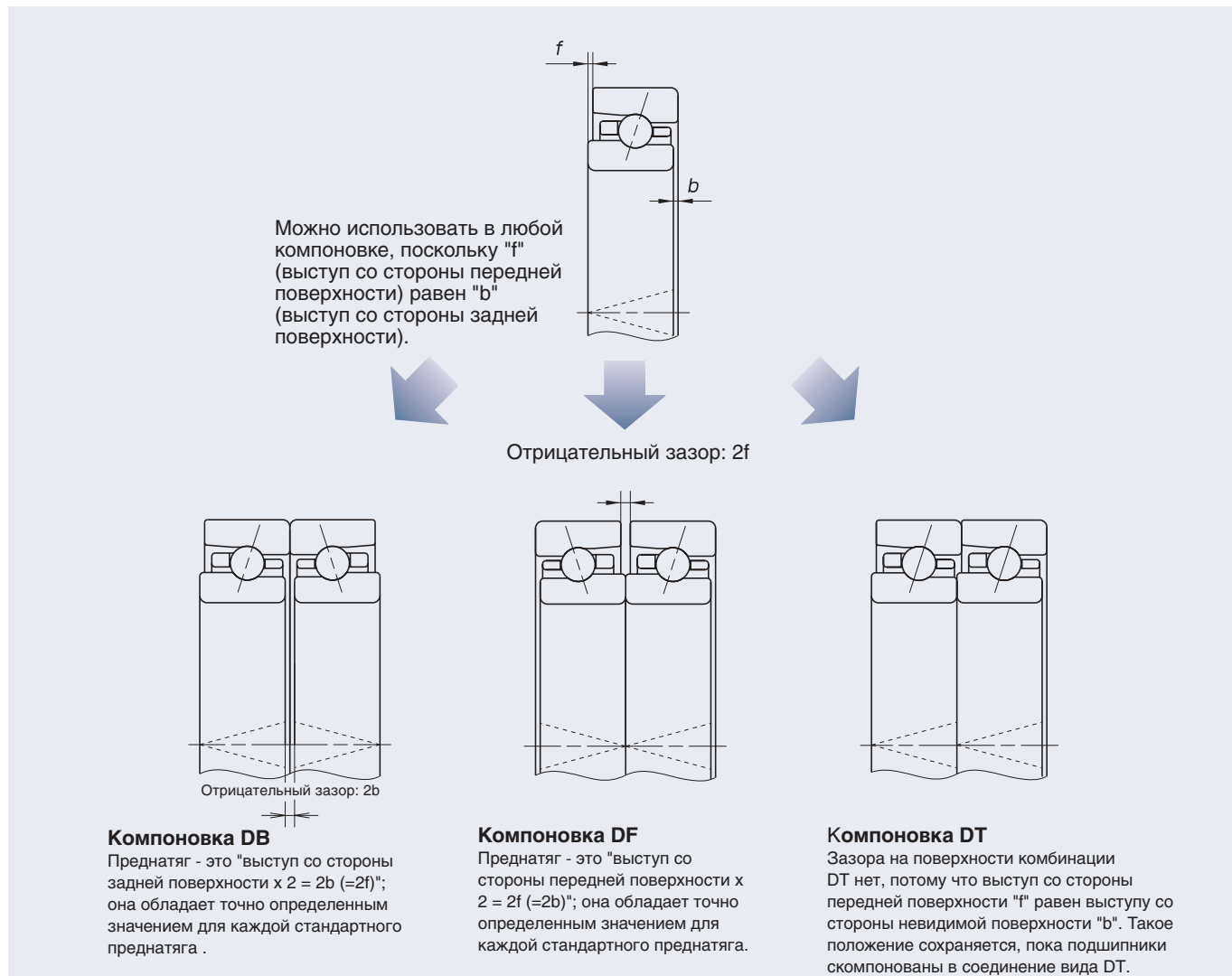


3. КОМБИНАЦИИ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Универсальная комбинация

Компания NSK предлагает универсальные радиально-упорные подшипники для групповых комбинаций с одинаковыми выступами передней и задней поверхностей. Это означает, что когда между собой комбинируются подшипники одного и того же идентификационного номера, они все имеют заданную величину для каждого стандартного варианта. Для подшипников в универсальной компоновке монтажные знаки "V", расположенные на внешней поверхности наружного кольца, предотвращают ошибки в "ориентации", обеспечивают правильное совмещение деталей при монтаже и указывают направление угла контакта.

Рис. 3.7 Универсальная комбинация



Различия между подшипниками в комбинациях SU и DU

Есть два вида универсальной комбинации подшипников NSK, существующие между ними различия приведены в таблице ниже.

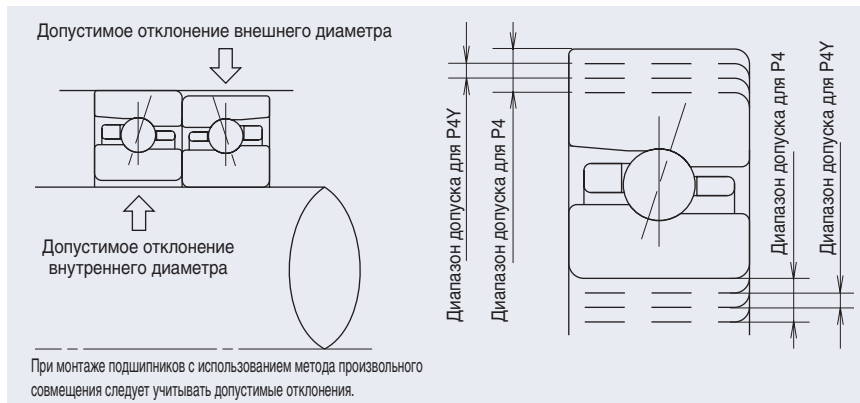
Таблица 3.2 Характеристики компоновок подшипников SU и DU

	SU	DU
Количество рядов подшипников	1	2
Допустимые отклонения внутреннего и внешнего диаметров	—	Контролируются в пределах 1/3 от допустимого

Замечания по поводу применения одинарной универсальной компоновки подшипников (SU)

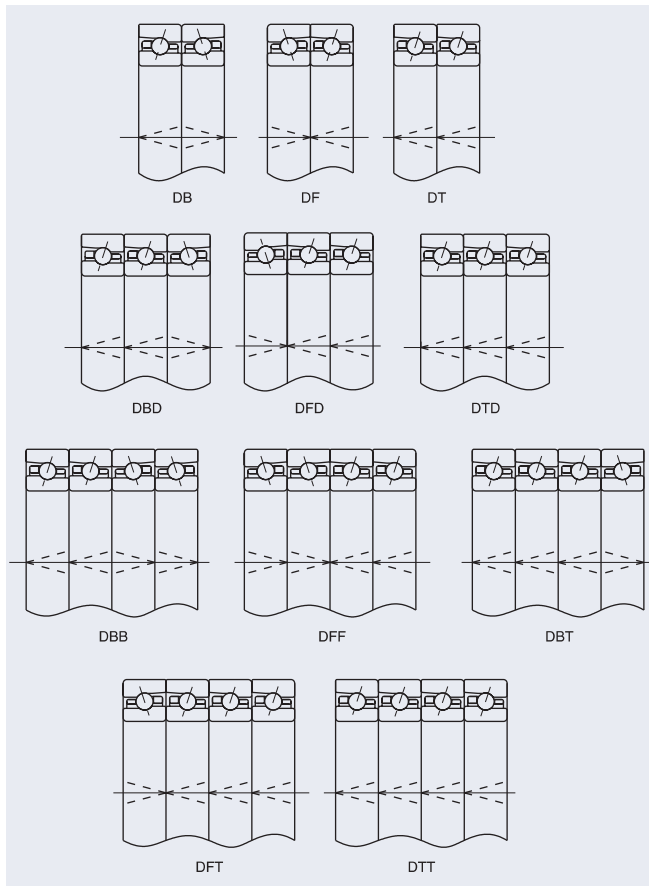
- При использовании этих подшипников в качестве компонента множественной комбинации подшипников рекомендуется контролировать отклонения внутреннего и внешнего диаметров в пределах 1/3 от допустимого.
- Есть также специальные подшипники с особым классом точности "P4Y", которые позволяют компенсировать небольшие отклонения внутреннего и внешнего диаметров. Допуск "P4Y" включает ту же точность вращения, что и P4, но по сравнению с ним имеет более узкий диапазон допустимых отклонений внутреннего и внешнего диаметров. Он подходит для универсальных составных подшипников (метод "произвольного совмещения").
- "P4Y" подходит для универсальных составных подшипников (метод "произвольного совмещения"). Однако при эксплуатации этих подшипников со скоростью свыше 1 500 000 dmn существует возможность, что очень небольшое отклонение посадки для вала или корпуса вызовет повреждение подшипника из-за диспропорции внутренней нагрузки для каждого ряда. Если эти подшипники используются для выполнения операций с высокой скоростью, нужно принимать во внимание вероятность такого повреждения.

Рис. 3.8 Допустимые отклонения точности P4 и P4Y



Монтажный знак и метод совмещения для универсальных комбинаций подшипников

Рис. 3.9 Универсальные комбинации подшипников



Допустимые отклонения внутреннего и внешнего диаметров (точность P4Y)

Таблица 3.3 Допустимые отклонения внутреннего диаметра внутреннего кольца. Единица измерения: μm

Внутренний диаметр		P4		P4Y (регулируется в пределах среднего значения)	
Свыше	Включительно	Высокий	Низкий	Верхнее	Нижнее
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

※Допустимые отклонения для подшипников с внутренним диаметром менее 30 мм совпадают с допустимыми отклонениями для подшипников с внутренним диаметром 30-50 мм.

Таблица 3.4 Допустимые отклонения наружного диаметра наружного кольца. Единица измерения: μm

Внешний диаметр		P4		P4Y (регулируется в пределах среднего значения)	
Свыше	Включительно	Высокий	Низкий	Верхнее	Нижнее
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	Under 215	0	-11	-2	-9

※Допустимые отклонения для подшипников с внешним диаметром менее 50 мм совпадают с допустимыми отклонениями для подшипников с внешним диаметром 50-80 мм.

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Рассматривая вопрос жесткости шпинделей станочного оборудования, подшипники можно представить в роли пружин. Когда к шпинделю прикладывается осевая нагрузка, смещение по оси определяется осевой жесткостью подшипников зафиксированного конца шпинделя. Когда к валу прикладывается осевая нагрузка, то вследствие изгиба вала происходит его радиальная деформация; как бы то ни было, деформацию подшипника игнорировать нельзя.

При необходимости в высокой радиальной жесткости, как правило, используются цилиндрические роликовые подшипники. Осевые нагрузки обычно несут радиально-упорные шариковые подшипники. Чем больше угол контакта радиально-упорных шариковых подшипников, тем выше осевая жесткость. Подшипники с внутренним диаметром одинакового размера и большим количеством элементов качения (серии по диаметру 0 и 9 или серии BNR10 и BNR19) обладают большей степенью жесткости, несмотря на то что диаметр их элементов качения меньше.

Преднатяг обычно прилагается к подшипникам в целях увеличения жесткости шпинделей станочного оборудования. Но в том случае, если преднатяг окажется чрезмерно высоким, это приведет к отслаиванию и, возможно, заеданию подшипника. Многие увеличивают степень жесткости при помощи комбинации двух и более радиально-упорных шариковых подшипников. Особенно подходят для этой задачи подшипники для шарико-винтовых опор, для которых высокая жесткость обязательна, угол контакта велик, а преднатяг выше, чем у шпинделя. Осевые нагрузки часто прикладывают к двум или трем подшипникам.

Назначение

Основными задачами подшипников с преднатягом при работе со шпинделями станочного оборудования являются:

- Повышение и поддержание точности хода вала.
- Увеличение жесткости подшипников
- Минимизация шума из-за осевых вибраций и резонанса.
- Предотвращение ложного бринеллирования.
- Предупреждение проскальзывания между элементами качения и беговыми дорожками вследствие гироскопических моментов.
- Поддержание элементов качения в правильном положении.

Обычно преднатяг прикладывается к подшипникам при использовании комбинации из двух и более подшипников, например, радиально-упорных шариковых или конических роликовых подшипников.

Преднатяг цилиндрических роликовых подшипников достигается при отрицательном радиальном внутреннем зазоре.

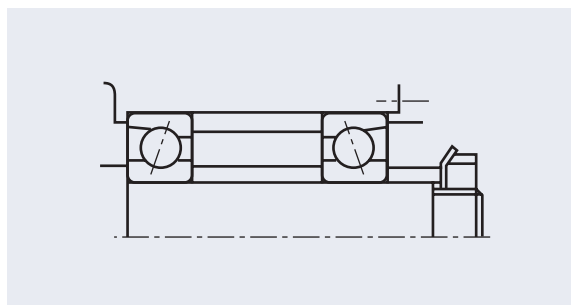
(1) Установочный преднатяг

Установочный преднатяг достигается посредством фиксации двух подшипников с противоположно направленными осями в положении, которое во время выполнения операции остается неизменным. На практике для получения позиционного преднатяга используются в основном следующие три метода:

1. Применение дуплексной компоновки подшипников с предварительно выверенными размерами выступа и осевым зазором.
2. Использование проставки или прокладки соответствующего размера для достижения необходимого расположения и преднатяга (см. рис. 4.1).
3. Применение для выверки осевого преднатяга болтов или гаек. (В этом случае для контроля преднатяга следует измерить пусковой момент вращения.

Однако не рекомендуется применять данный метод для шпинделей высокоточных механических станков из-за сложности проверки преднатяга и вытекающего из этого риска вертикального смещения (наклона) подшипника.

Рис. 4.1 Установочный преднатяг

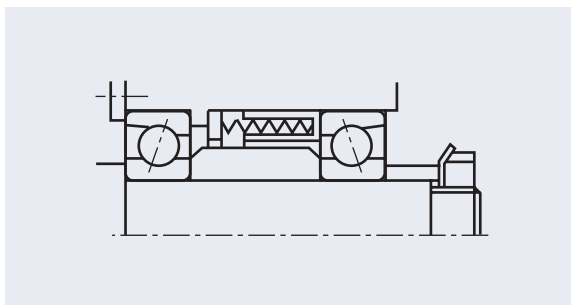


(2) Преднатяг постоянного давления

Преднатяг постоянного давления достигается посредством использования цилиндрической или пластинчатой пружины.

Даже в том случае, если взаимное положение подшипников в течение операции меняется, величина преднатяга остается сравнительно постоянной. Компоновка радиально-упорных шариковых подшипников для вращения с высокой скоростью изображена на рис. 4.2.

Рис. 4.2 Преднатяг постоянного давления



Изменение жесткости с помощью преднатяга

Установочный преднатяг и осевая жесткость

Когда внутренние кольца спаренных подшипников, изображенных на рис. 4.3, зафиксированы по оси, подшипники А и В смещаются на δ_{ao} , и осевое пространство $2 \delta_{ao}$ между внутренними кольцами уничтожается. В этих условиях к каждому подшипнику прикладывается преднатяг F_{ao} . Отношение между осевой нагрузкой, F_a и смещением в дуплексной компоновке показано на рис. 4.4. Рисунки 4.5 и 4.6 отображают ту же идею для компоновки DBD.

Компоновка "спина к спине"- 2 подшипника, DB

Рис. 4.3 Компоновка DB с преднатягом

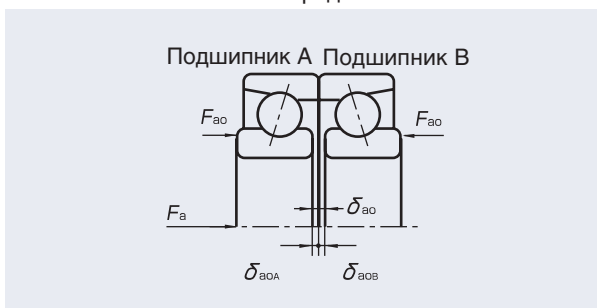
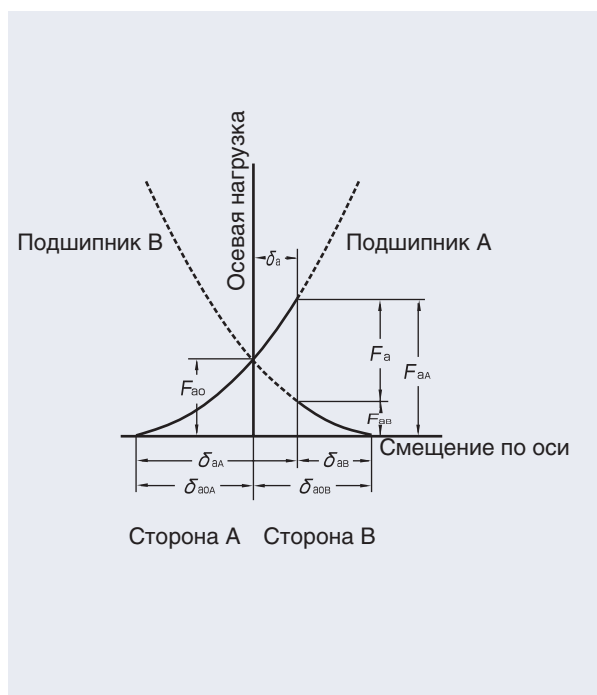


Рис. 4.4 Смещение по оси с преднатягом компоновки DB



- F_a : Осевая нагрузка, приложенная снаружи
- F_{aA} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику А
- F_{aB} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику В
- δ_a : Смещение дуплексной компоновки
- δ_{aA} : Смещение подшипника А
- δ_{aB} : Смещение подшипника В

Компоновка DBD

Рис. 4.5 Компоновка DBD с преднатягом

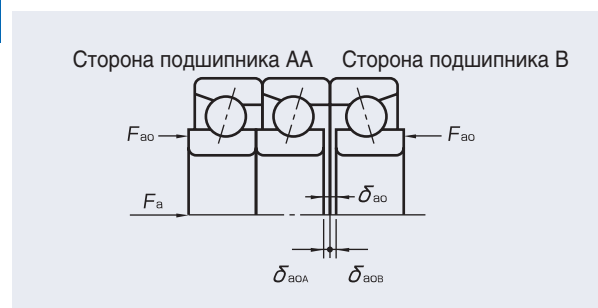
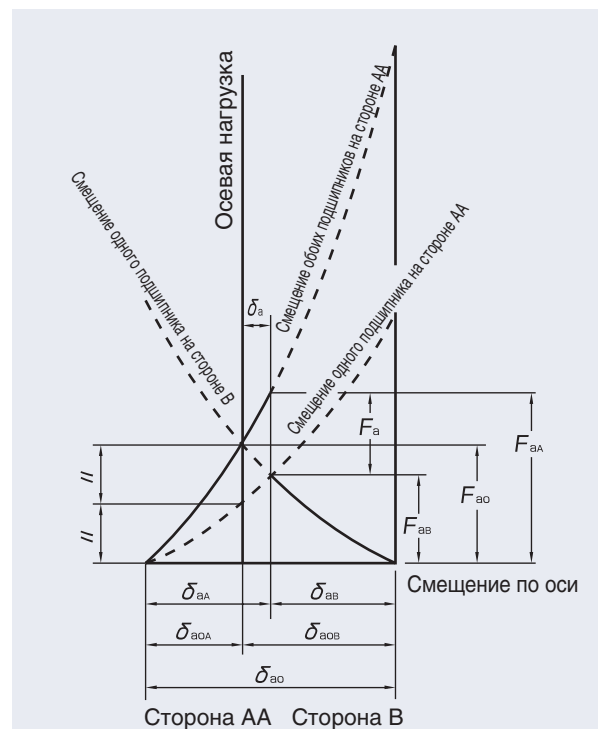


Рис. 4.6 Смещение по оси с преднатягом компоновки DBD



- F_a : Осевая нагрузка, приложенная снаружи
- F_{aA} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику AA
- F_{aB} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику В
- δ_a : Смещение триплексной компоновки
- δ_{aA} : Смещение подшипника AA
- δ_{aB} : Смещение подшипника В

Предварительная нагрузка и жесткость

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

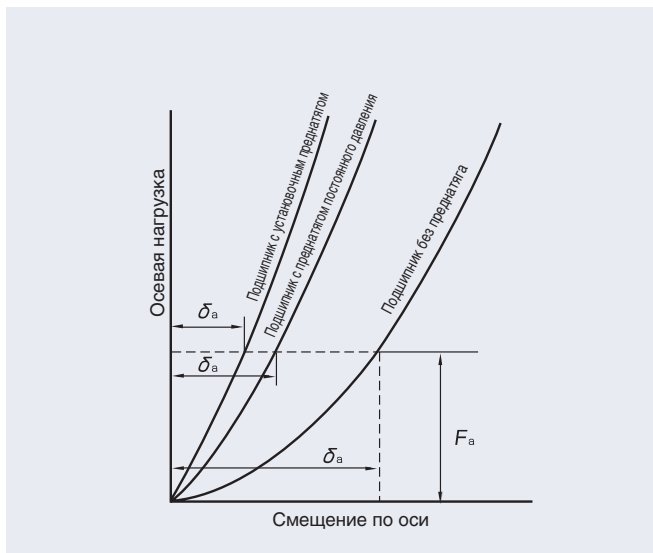
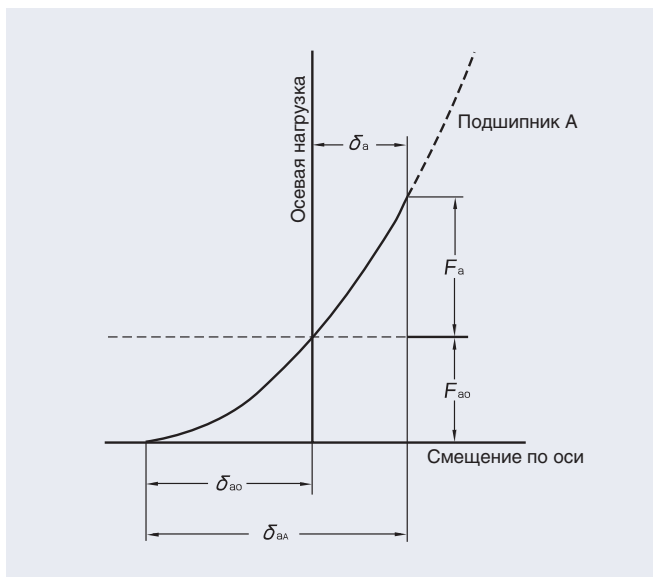
Преднатяг постоянного давления и осевая жесткость

На рис. 4.7 изображена дуплексная компоновка подшипников под преднатягом постоянного давления. Кривая прогиба пружины почти параллельна горизонтальной оси, поскольку у пружин жесткость меньше, чем у подшипника.

В результате жесткость под преднатягом постоянного давления приблизительно равна жесткости одного подшипника с прилагаемой к нему преднатягом F_{a0} .

На рис. 4.8 сравниваются степени жесткости подшипника с позиционной преднатягом и подшипника с преднатягом постоянного давления.

Рис. 4.7 Смещение по оси при предварительной нагрузке постоянного давления



Сравнение методов преднатяга

Позиционный преднатяг и предварительную нагрузку постоянного давления можно сравнить следующим образом:

- (1) При равенстве обоих преднатягов, установочный преднатяг обеспечивает гораздо большую жесткость подшипника. Другими словами, деформация вследствие внешних нагрузок для подшипников с позиционной преднатягом оказывается меньшей.
- (2) При позиционном преднатяге значение этой нагрузки колеблется в зависимости от таких факторов, как разность осевого расширения вследствие разницы температур вала и корпуса, разность радиального расширения вследствие разницы температур внутреннего и наружного колец и деформация вследствие нагрузки. При предварительной нагрузке постоянного давления возможно свести к минимуму любые изменения преднатяга, поскольку изменение нагрузки от пружины с расширением и сжатием вала является незначительным.

Благодаря вышеприведенному объяснению становится ясно, что позиционные предварительные нагрузки, как правило, предпочтительны для увеличения жесткости, тогда как предварительные нагрузки постоянного давления больше подходят для высокоскоростных установок.

Величина преднатяга

Чем больше преднатяг, тем выше жесткость. Однако в том случае, если преднатяг превышает необходимую величину, начинается ненормальное тепловыделение, вследствие чего сокращается усталостная долговечность. В самых крайних случаях это может привести к избыточному износу и даже заеданию подшипника. Таким образом, следует внимательно изучать и подбирать величину преднатяга во избежание чрезмерного преднатяга, учитывая в то же время тип установки и условия эксплуатации.

Высокоскоростные шпиндели и преднатяг

При высокой скорости эксплуатации подшипников, давление поверхностного контакта шариков и дорожек качения внутреннего и наружного колец увеличивается вследствие расширения внутренней осевой нагрузки, вызываемого центробежной силой, формирования внутренней осевой нагрузки, вызываемой воздействием центробежной силы на шарики, и разности температур внутреннего и наружного колец. Для подшипников с углом контакта, например, радиально-упорных шариковых подшипников, может иметь место чистое движение качения со скольжением вследствие спиновых и гироскопических моментов.

По мере повышения скорости подшипника увеличивается скольжение. В результате интенсивность выделения тепла в областях контакта повышается, а вязкость смазочного материала снижается. В некоторых случаях происходит распад масляной пленки, что вызывает полное заедание подшипника. Другими словами, если давление контакта поверхностей при выполнении операций с небольшой скоростью равняется аналогичному параметру для высокоскоростных режимов, то тепловыделение вследствие скольжения на высокой скорости становится более интенсивным. Количественно эту концепцию можно выразить в виде значения PV , где P - давление контакта поверхностей, а V - степень скольжения. Значение PV может быть применено к области контакта качения подшипника. Если оно постоянно, то при высокой скорости вращения степень скольжения значительно выше, чем при низкой скорости.

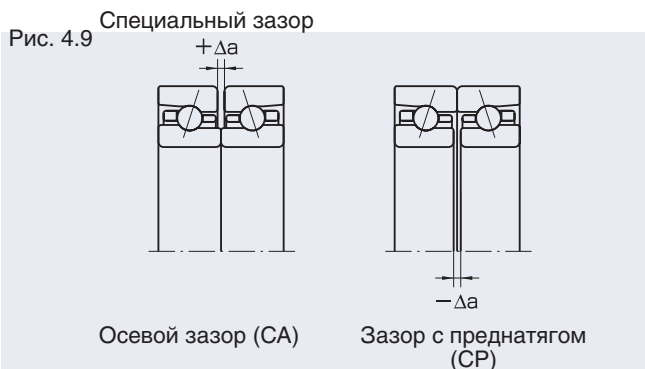
Поскольку высокоскоростное исполнение увеличилось, появляется необходимость снизить давление контакта поверхностей. Расчеты давления контакта поверхностей и коэффициента скольжения, создающегося при высокоскоростной работе, компания NSK проводит на компьютерах. Пользуясь обширными эмпирическими испытательными данными и результатами анализа фактического состояния рынка, мы можем определить предварительную нагрузку по ограничивающим факторам, обусловленным методами смазывания и скоростью вращения. Для получения сведений по поводу операций, значение d_{mp} которых превышает 800 000, обратитесь в компанию NSK.

Специальный зазор

Что касается специальных зазоров комбинированных радиально-упорных шариковых подшипников, компания NSK предлагает зазоры CA и CP.

CA: осевой зазор (зазор в осевом направлении).

CP: зазор с преднатягом (создается преднатяг).



Регулировка преднатяга

При изменении преднатяга (например, со сверхлегкого на легкий - "EL→L") устраните разность с замеренным осевым зазором с помощью проставки. (При увеличении преднатяга внутренняя проставка должна быть короче; при уменьшении преднатяга короче должна быть наружная проставка). О разности замеренных осевых зазоров читайте на стр. 138.

Рис. 4.10 Радиальный зазор в двухрядном цилиндрическом роликовом подшипнике и изменения усталостной долговечности качения

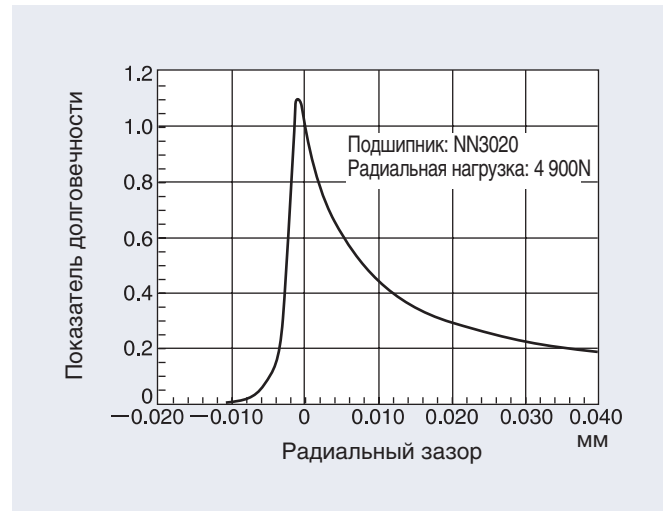
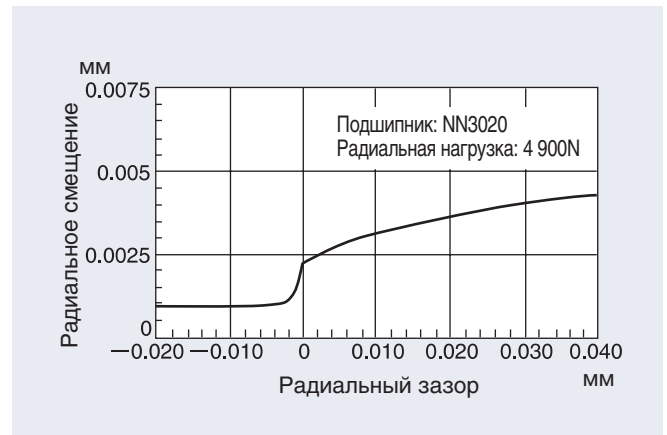


Рис. 4.11 Радиальный зазор в двухрядном цилиндрическом роликовом подшипнике и изменения жесткости



Предварительная нагрузка и жесткость

Внутренний зазор в цилиндрических роликовых подшипниках

Для того, чтобы шпиндели станочного оборудования работали с высокими показателями точности хода и жесткости, для них применяются подшипники с минимальным внутренним зазором или преднатягом после сборки. Для облегчения регулировки внутреннего зазора используются обычно цилиндрические роликовые подшипники. Как правило, цилиндрические роликовые подшипники для переднего (зафиксированного) конца шпинделя подгоняются так, чтобы преднатяг прикладывался к ним во время работы. Подшипники для заднего (незафиксированного) конца при сборке подгоняются так, чтобы во время работы создавался небольшой зазор. Величина радиального внутреннего зазора после сборки обусловлена несколькими факторами, среди которых такие, как скорость, нагрузка, метод смазывания, размер подшипника, необходимая жесткость, долговечность и т.д.

На рис. 4.10 показано отношение между радиальным внутренним зазором и долговечностью подшипника. На рис. 4.11 отображено отношение между радиальным внутренним зазором и радиальным упругим смещением подшипника NN3020 (внутренний диаметр 100 мм, внешний диаметр 150 мм, ширина 37 мм).

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоточный радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

79 серия, угол C

Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарики и керамические шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	7	(5) 10	15	(2) 14	29	(-1) 19	59	(-6) 27
01	12	8.6	(4) 12	15	(2) 16	39	(-3) 24	78	(-8) 34
02	15	12	(3) 14	25	(0) 20	49	(-4) 26	100	(-11) 38
03	17	12	(3) 15	25	(0) 20	59	(-5) 30	120	(-12) 43
04	20	19	(1) 19	39	(-3) 26	78	(-8) 35	150	(-15) 48
05	25	19	(1) 21	39	(-2) 28	100	(-9) 43	200	(-17) 61
06	30	24	(0) 25	49	(-3) 33	100	(-9) 45	200	(-16) 65
07	35	34	(2) 29	69	(-2) 39	150	(-9) 55	290	(-18) 78
08	40	39	(1) 32	78	(-3) 42	200	(-12) 63	390	(-22) 88
09	45	50	(0) 37	100	(-5) 50	200	(-12) 66	390	(-21) 94
10	50	50	(0) 39	100	(-4) 51	250	(-14) 78	490	(-24) 111
11	55	60	(-1) 45	120	(-6) 58	290	(-15) 90	590	(-26) 127
12	60	60	(-1) 46	120	(-5) 60	290	(-14) 93	590	(-25) 128
13	65	75	(-2) 53	150	(-7) 71	340	(-16) 104	690	(-27) 146
14	70	100	(-4) 59	200	(-10) 79	490	(-22) 119	980	(-35) 168
15	75	100	(-4) 61	200	(-10) 88	490	(-21) 120	980	(-35) 171
16	80	100	(-4) 62	200	(-9) 80	490	(-21) 124	980	(-34) 173
17	85	145	(-6) 73	290	(-13) 97	640	(-25) 138	1 270	(-41) 191
18	90	145	(-3) 79	290	(-9) 102	740	(-23) 156	1 470	(-39) 219
19	95	145	(-3) 81	290	(-9) 105	780	(-24) 165	1 570	(-40) 231
20	100	195	(-5) 83	390	(-13) 112	880	(-27) 164	1 770	(-46) 231
21	105	195	(-5) 86	390	(-13) 116	880	(-27) 167	1 770	(-45) 235
22	110	195	(-5) 89	390	(-13) 120	930	(-27) 173	1 860	(-45) 244
24	120	270	(-8) 102	540	(-17) 135	1 270	(-35) 200	2 550	(-56) 278
26	130	320	(-10) 108	640	(-20) 148	1 470	(-38) 214	2 940	(-61) 302
28	140	320	(-10) 111	640	(-19) 150	1 470	(-37) 218	2 940	(-60) 309
30	150	395	(-7) 124	790	(-18) 166	1 790	(-38) 239	3 560	(-63) 334
32	160	425	(-8) 134	855	(-19) 179	1 930	(-39) 258	3 840	(-64) 361
34	170	485	(-9) 151	970	(-20) 200	2 180	(-40) 288	4 310	(-65) 403
36	180	595	(-12) 158	1 190	(-25) 211	2 650	(-48) 302	5 340	(-78) 425
38	190	605	(-12) 162	1 210	(-25) 217	2 790	(-49) 315	5 600	(-79) 443
40	200	785	(-16) 183	1 570	(-31) 244	3 570	(-58) 352	7 110	(-92) 493

79 серия, угол A5

Номинальный угол контакта 25°. Стальные шарики и керамические шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	9.8	(2) 24	20	(1) 31	49	(-3) 44	100	(-6) 59
01	12	16	(1) 32	29	(-1) 40	59	(-3) 52	120	(-7) 70
02	15	16	(1) 33	39	(-1) 46	78	(-4) 60	150	(-9) 78
03	17	19	(1) 34	39	(-1) 46	78	(-4) 62	150	(-8) 81
04	20	29	(0) 43	59	(-3) 60	120	(-6) 75	250	(-12) 103
05	25	34	(-1) 56	69	(-3) 70	150	(-7) 95	290	(-12) 123
06	30	39	(-1) 61	78	(-3) 77	150	(-6) 99	290	(-11) 131
07	35	50	(0) 70	100	(-3) 94	250	(-8) 127	490	(-15) 170
08	40	60	(-1) 72	120	(-3) 97	290	(-9) 139	590	(-16) 182
09	45	75	(-1) 87	150	(-4) 114	340	(-10) 160	690	(-17) 207
10	50	75	(-1) 94	150	(-4) 124	390	(-10) 175	780	(-18) 235
11	55	100	(-2) 112	200	(-5) 144	440	(-11) 198	880	(-18) 263
12	60	100	(-2) 117	200	(-5) 150	440	(-10) 198	880	(-18) 267
13	65	100	(-2) 125	200	(-5) 161	490	(-11) 223	980	(-18) 289
14	70	145	(-3) 138	290	(-7) 183	690	(-14) 249	1 370	(-24) 334
15	75	145	(-3) 142	290	(-7) 188	740	(-15) 267	1 470	(-24) 347
16	80	170	(-4) 156	340	(-8) 203	780	(-15) 274	1 570	(-25) 367
17	85	220	(-5) 172	440	(-9) 229	980	(-17) 306	1 960	(-29) 402
18	90	245	(-4) 188	490	(-8) 253	1 080	(-16) 340	2 160	(-27) 449
19	95	245	(-3) 195	490	(-8) 262	1 180	(-17) 363	2 350	(-28) 475
20	100	295	(-5) 197	590	(-10) 266	1 270	(-19) 346	2 550	(-31) 463
21	105	295	(-4) 203	590	(-9) 264	1 370	(-19) 368	2 750	(-32) 490
22	110	320	(-5) 222	640	(-10) 284	1 470	(-20) 391	2 940	(-33) 517
24	120	440	(-7) 244	880	(-13) 328	1 960	(-24) 441	3 920	(-39) 580
26	130	490	(-7) 262	980	(-14) 346	2 160	(-25) 460	4 310	(-41) 611
28	140	490	(-7) 273	980	(-13) 348	2 260	(-26) 479	4 510	(-42) 635
30	150	625	(-7) 308	1 250	(-14) 393	2 880	(-28) 540	5 860	(-47) 719
32	160	665	(-7) 330	1 330	(-14) 422	3 230	(-29) 592	6 290	(-47) 775
34	170	775	(-8) 376	1 550	(-15) 478	3 520	(-29) 653	7 110	(-48) 867
36	180	1 010	(-10) 397	2 020	(-19) 514	4 420	(-35) 693	8 830	(-57) 917
38	190	1 035	(-10) 409	2 070	(-19) 531	4 550	(-35) 717	9 110	(-57) 949
40	200	1 280	(-12) 453	2 560	(-22) 585	5 840	(-41) 801	11 620	(-66) 1 057

* При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,2 раза больше, чем для стальных шариков. В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
 Умножьте на коэффициенты из таблицы В. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы А умножаются на коэффициенты из таблицы В.

Таблица В

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

70 серия, угол С

Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H					
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)				
00	10	12	(3)	12	25	(0)	17	49	(-5)	23	100	(-12)	32
01	12	12	(3)	14	25	(0)	18	59	(-6)	26	120	(-14)	37
02	15	14	(3)	16	29	(-1)	20	69	(-7)	29	150	(-16)	43
03	17	14	(2)	16	29	(-1)	21	69	(-7)	31	150	(-16)	45
04	20	24	(0)	21	49	(-4)	28	120	(-12)	42	250	(-22)	59
05	25	29	(-1)	24	59	(-5)	32	150	(-14)	48	290	(-24)	68
06	30	39	(1)	29	78	(-3)	39	200	(-13)	59	390	(-24)	83
07	35	60	(-1)	36	120	(-7)	49	250	(-16)	68	490	(-28)	94
08	40	60	(-1)	39	120	(-6)	51	290	(-17)	77	590	(-30)	110
09	45	75	(-3)	43	150	(-8)	58	340	(-19)	85	690	(-33)	121
10	50	75	(-2)	46	150	(-8)	63	390	(-20)	96	780	(-34)	136
11	55	100	(-4)	51	200	(-11)	69	490	(-24)	102	980	(-40)	145
12	60	100	(-4)	53	200	(-11)	70	540	(-26)	110	1 080	(-42)	158
13	65	125	(-6)	61	250	(-13)	82	540	(-24)	117	1 080	(-39)	164
14	70	145	(-7)	68	290	(-14)	88	740	(-30)	135	1 470	(-48)	190
15	75	145	(-7)	70	290	(-14)	92	780	(-31)	144	1 570	(-49)	202
16	80	195	(-6)	76	390	(-14)	103	930	(-31)	152	1 860	(-52)	216
17	85	195	(-6)	78	390	(-14)	106	980	(-32)	161	1 960	(-52)	225
18	90	245	(-8)	87	490	(-18)	117	1 180	(-37)	172	2 350	(-60)	242
19	95	270	(-9)	93	540	(-19)	124	1 180	(-36)	176	2 350	(-58)	246
20	100	270	(-9)	97	540	(-18)	127	1 270	(-37)	187	2 550	(-60)	264
21	105	320	(-11)	103	640	(-21)	134	1 470	(-42)	198	2 940	(-67)	277
22	110	370	(-13)	104	740	(-25)	137	1 770	(-49)	203	3 530	(-78)	286
24	120	415	(-14)	116	830	(-26)	153	1 960	(-50)	225	3 920	(-79)	317
26	130	490	(-16)	126	980	(-29)	167	2 260	(-54)	244	4 510	(-85)	344
28	140	500	(-11)	132	1 000	(-24)	174	2 210	(-47)	248	4 420	(-77)	349
30	150	575	(-13)	141	1 150	(-27)	187	2 560	(-52)	267	5 100	(-84)	374
32	160	625	(-14)	147	1 250	(-29)	197	2 930	(-57)	288	5 840	(-90)	403
34	170	780	(-18)	160	1 560	(-35)	213	3 560	(-66)	309	7 150	(-104)	435
36	180	930	(-21)	179	1 860	(-39)	238	4 160	(-71)	342	8 320	(-111)	479
38	190	1 030	(-23)	188	2 060	(-42)	251	4 640	(-76)	360	9 340	(-119)	507
40	200	1 150	(-25)	198	2 300	(-45)	264	5 170	(-81)	379	10 350	(-126)	533

70 серия, угол А5

Номинальный угол контакта 25°. Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H					
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)				
00	10	19	(1)	29	39	(-2)	41	78	(-5)	51	150	(-10)	67
01	12	19	(1)	31	39	(-2)	45	100	(-6)	60	200	(-12)	81
02	15	19	(1)	33	39	(-1)	43	100	(-6)	65	200	(-11)	84
03	17	24	(0)	41	49	(-2)	52	120	(-7)	75	250	(-13)	99
04	20	39	(-1)	51	78	(-4)	68	200	(-10)	97	390	(-17)	128
05	25	50	(-2)	61	100	(-5)	79	200	(-9)	99	390	(-16)	133
06	30	60	(-1)	68	120	(-4)	89	290	(-10)	129	590	(-18)	171
07	35	75	(-1)	78	150	(-5)	107	390	(-12)	149	780	(-21)	198
08	40	100	(-2)	95	200	(-6)	127	440	(-12)	168	880	(-21)	223
09	45	100	(-2)	99	200	(-6)	132	490	(-13)	181	980	(-22)	238
10	50	120	(-3)	118	250	(-7)	154	590	(-14)	208	1 180	(-24)	278
11	55	170	(-4)	127	340	(-9)	170	780	(-18)	235	1 570	(-29)	307
12	60	170	(-4)	134	340	(-9)	179	780	(-17)	241	1 570	(-28)	317
13	65	195	(-5)	157	390	(-9)	196	880	(-18)	272	1 770	(-29)	356
14	70	245	(-6)	170	490	(-11)	218	1 080	(-20)	293	2 160	(-33)	390
15	75	245	(-6)	179	490	(-11)	229	1 180	(-21)	316	2 350	(-34)	418
16	80	320	(-6)	187	640	(-11)	245	1 470	(-23)	343	2 940	(-37)	448
17	85	320	(-5)	196	640	(-11)	257	1 470	(-22)	352	2 940	(-36)	462
18	90	390	(-7)	218	780	(-13)	275	1 770	(-25)	374	3 530	(-41)	494
19	95	415	(-7)	227	830	(-13)	287	1 860	(-25)	392	3 730	(-42)	525
20	100	415	(-7)	235	830	(-13)	299	1 960	(-26)	417	3 920	(-42)	548
21	105	490	(-8)	246	980	(-15)	317	2 260	(-28)	430	4 510	(-46)	571
22	110	590	(-10)	258	1 180	(-18)	330	2 650	(-33)	447	5 300	(-53)	588
24	120	635	(-10)	281	1 270	(-18)	361	2 940	(-33)	491	5 880	(-54)	654
26	130	785	(-12)	305	1 570	(-20)	396	3 430	(-36)	536	6 860	(-58)	710
28	140	785	(-9)	317	1 570	(-18)	413	3 660	(-35)	569	7 270	(-56)	750
30	150	930	(-11)	351	1 850	(-20)	446	4 070	(-37)	601	8 250	(-61)	800
32	160	1 080	(-12)	376	2 160	(-22)	482	4 700	(-40)	649	9 380	(-65)	858
34	170	1 270	(-14)	401	2 550	(-25)	514	5 900	(-47)	707	11 600	(-75)	929
36	180	1 550	(-16)	450	3 100	(-28)	577	6 820	(-50)	779	13 560	(-80)	1 028
38	190	1 660	(-17)	460	3 320	(-29)	599	7 560	(-53)	819	15 130	(-85)	1 084
40	200	1 850	(-18)	493	3 700	(-31)	631	8 360	(-56)	860	16 820	(-90)	1 141

* При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,2 раза больше, чем для стальных шариков. В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

70 серия, угол А

Номинальный угол контакта 30°. Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	25 (0)	44	100 (-5)	71	210 (-10)	94	—	—
01	12	25 (0)	48	110 (-5)	78	220 (-10)	104	—	—
02	15	25 (0)	50	110 (-5)	85	240 (-10)	113	—	—
03	17	25 (0)	52	120 (-5)	91	250 (-10)	122	—	—
04	20	25 (0)	58	130 (-5)	103	280 (-10)	139	470 (-15)	170
05	25	25 (0)	61	140 (-5)	111	290 (-10)	149	510 (-15)	183
06	30	50 (0)	85	190 (-5)	138	390 (-10)	180	640 (-15)	217
07	35	50 (0)	92	210 (-5)	150	420 (-10)	196	700 (-15)	237
08	40	50 (0)	100	220 (-5)	168	460 (-10)	220	760 (-15)	267
09	45	50 (0)	103	230 (-5)	175	480 (-10)	230	1 180 (-20)	324
10	50	50 (0)	110	250 (-5)	194	530 (-10)	255	1 270 (-20)	360
11	55	50 (0)	112	250 (-5)	196	880 (-15)	311	1 270 (-20)	360
12	60	50 (0)	116	250 (-5)	205	930 (-15)	327	1 370 (-20)	380
13	65	50 (0)	124	270 (-5)	224	980 (-15)	360	1 470 (-20)	417
14	70	50 (0)	127	270 (-5)	230	1 080 (-16)	370	2 060 (-25)	482
15	75	50 (0)	131	280 (-5)	241	1 080 (-15)	387	2 160 (-25)	505
16	80	100 (0)	168	760 (-10)	340	1 770 (-20)	464	3 040 (-30)	572
17	85	100 (0)	173	780 (-10)	355	1 860 (-20)	486	3 240 (-30)	600
18	90	100 (0)	174	780 (-10)	358	2 450 (-25)	542	3 920 (-35)	650
19	95	100 (0)	180	810 (-10)	372	2 550 (-25)	568	4 120 (-35)	680
20	100	100 (0)	185	840 (-10)	368	2 750 (-25)	595	4 310 (-35)	713
21	105	100 (0)	185	840 (-10)	388	2 750 (-25)	591	4 310 (-35)	707
22	110	100 (0)	180	1 320 (-15)	443	3 330 (-30)	620	5 980 (-45)	774
24	120	100 (0)	193	1 470 (-15)	486	3 630 (-30)	683	6 570 (-45)	853
26	130	100 (0)	200	1 470 (-15)	507	4 710 (-35)	772	7 940 (-50)	942
28	140	200 (0)	206	1 770 (-15)	557	5 300 (-35)	828	8 730 (-50)	1 005
30	150	200 (0)	256	1 830 (-15)	573	5 850 (-37)	876	11 700 (-60)	1 146
32	160	200 (0)	260	1 880 (-15)	591	5 545 (-35)	870	11 090 (-57)	1 143
34	170	200 (0)	262	2 669 (-20)	669	6 024 (-37)	899	12 048 (-60)	1 178
36	180	200 (0)	273	3 580 (-24)	778	7 157 (-40)	1 001	14 314 (-64)	1 311
38	190	200 (0)	276	3 851 (-25)	809	8 081 (-43)	1 060	16 162 (-69)	1 389
40	200	200 (0)	279	5 012 (-30)	902	13 314 (-60)	1 294	26 628 (-95)	1 708

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников Умножьте на коэффициенты из таблицы В. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы А умножаются на коэффициенты из таблицы В.

Таблица В

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

72 серии, угол С Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	14	(3) 13	29	(-1) 18	69	(-8) 27	150	(-18) 38
01	12	19	(1) 16	39	(-3) 21	100	(-12) 33	200	(-22) 46
02	15	19	(1) 17	39	(-3) 23	100	(-11) 34	200	(-21) 48
03	17	24	(0) 19	49	(-4) 25	150	(-16) 42	290	(-28) 59
04	20	34	(-2) 23	69	(-7) 30	200	(-20) 49	390	(-33) 70
05	25	39	(1) 26	78	(-4) 36	200	(-15) 53	390	(-26) 76
06	30	60	(-1) 32	120	(-8) 43	290	(-20) 66	590	(-35) 94
07	35	75	(-3) 37	150	(-10) 50	390	(-25) 75	780	(-43) 108
08	40	100	(-5) 44	200	(-13) 60	490	(-29) 90	980	(-47) 126
09	45	125	(-7) 49	250	(-16) 67	540	(-30) 94	1 080	(-49) 132
10	50	125	(-7) 52	250	(-15) 69	590	(-31) 102	1 180	(-50) 143
11	55	145	(-8) 56	290	(-17) 74	780	(-38) 117	1 570	(-60) 163
12	60	195	(-11) 64	390	(-22) 86	930	(-42) 126	1 860	(-67) 179
13	65	220	(-12) 71	440	(-23) 95	1 080	(-44) 141	2 160	(-70) 200
14	70	245	(-9) 75	490	(-20) 100	1 180	(-43) 148	2 350	(-69) 210
15	75	270	(-10) 81	540	(-21) 108	1 230	(-42) 157	2 450	(-68) 220
16	80	295	(-12) 83	590	(-24) 109	1 370	(-47) 159	2 750	(-76) 224
17	85	345	(-14) 88	690	(-27) 120	1 670	(-53) 177	3 330	(-85) 251
18	90	390	(-15) 97	780	(-29) 126	1 860	(-57) 187	3 730	(-90) 263
19	95	440	(-18) 98	880	(-33) 130	2 060	(-63) 192	4 120	(-99) 271
20	100	490	(-20) 101	980	(-36) 137	2 350	(-68) 202	4 710	(-107) 285
21	105	540	(-21) 108	1 080	(-38) 144	2 650	(-73) 216	5 300	(-114) 305
22	110	635	(-24) 117	1 270	(-43) 156	2 940	(-78) 228	5 880	(-121) 321
24	120	700	(-19) 128	1 400	(-38) 170	3 210	(-73) 247	6 350	(-116) 345
26	130	760	(-20) 138	1 520	(-39) 183	3 400	(-73) 262	6 740	(-116) 367
28	140	925	(-24) 152	1 850	(-45) 202	4 110	(-82) 288	8 300	(-131) 406
30	150	1 110	(-28) 167	2 220	(-51) 222	4 960	(-92) 318	9 970	(-145) 447

72 серии, угол А5 Номинальный угол контакта 25°. Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	19	(1) 29	39	(-2) 41	100	(-7) 58	200	(-13) 73
01	12	29	(-1) 36	59	(-3) 49	150	(-9) 70	290	(-16) 92
02	15	34	(-1) 43	69	(-4) 57	200	(-11) 83	390	(-19) 111
03	17	39	(-1) 46	78	(-4) 60	200	(-11) 87	390	(-18) 116
04	20	60	(-3) 59	120	(-6) 73	290	(-14) 104	590	(-24) 140
05	25	75	(-2) 68	150	(-5) 90	340	(-12) 124	690	(-22) 167
06	30	100	(-3) 85	200	(-7) 107	440	(-15) 147	880	(-25) 192
07	35	125	(-4) 95	250	(-8) 118	590	(-18) 167	1 180	(-30) 218
08	40	145	(-4) 104	290	(-9) 136	740	(-20) 195	1 470	(-33) 258
09	45	170	(-5) 115	340	(-10) 147	880	(-22) 212	1 770	(-37) 280
10	50	195	(-6) 129	390	(-11) 163	980	(-23) 233	1 960	(-37) 306
11	55	245	(-7) 141	490	(-13) 181	1 180	(-26) 255	2 350	(-42) 337
12	60	295	(-8) 155	590	(-15) 202	1 470	(-29) 281	2 940	(-47) 374
13	65	345	(-9) 177	690	(-15) 221	1 670	(-30) 314	3 330	(-48) 414
14	70	390	(-8) 188	780	(-15) 238	1 860	(-30) 331	3 730	(-49) 438
15	75	415	(-8) 199	830	(-15) 253	1 960	(-30) 352	3 920	(-49) 466
16	80	465	(-9) 200	930	(-17) 258	2 160	(-33) 356	4 310	(-54) 472
17	85	540	(-10) 217	1 080	(-19) 283	2 450	(-35) 383	4 900	(-57) 507
18	90	635	(-12) 239	1 270	(-21) 304	2 940	(-39) 416	5 880	(-64) 556
19	95	685	(-13) 240	1 370	(-23) 308	3 140	(-42) 419	6 280	(-68) 557
20	100	785	(-14) 251	1 570	(-25) 325	3 530	(-45) 441	7 060	(-73) 587
21	105	885	(-15) 267	1 770	(-27) 348	3 920	(-48) 471	7 850	(-77) 624
22	110	980	(-16) 280	1 960	(-29) 368	4 410	(-51) 496	8 830	(-82) 660
24	120	1 140	(-15) 315	2 280	(-28) 409	5 180	(-52) 559	10 350	(-85) 739
26	130	1 200	(-15) 334	2 410	(-28) 435	5 500	(-52) 595	11 000	(-83) 788
28	140	1 480	(-18) 373	2 970	(-32) 481	6 650	(-58) 654	13 480	(-93) 870
30	150	1 810	(-21) 416	3 620	(-36) 532	7 990	(-64) 719	16 350	(-104) 960

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Предварительная нагрузка и жесткость

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DV и DF)

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости Таблица А
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°		4.5		
25°		2.0		
30°			1.4	
40°	0.7			

72 серии, угол A

Номинальный угол контакта 30°. Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M		H	
		Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	25	(0) 44	100	(-5) 71	210	(-10) 94	—	—
01	12	25	(0) 47	110	(-5) 78	220	(-10) 103	360	(-15) 125
02	15	25	(0) 50	110	(-5) 85	240	(-10) 114	390	(-15) 139
03	17	25	(0) 52	190	(-5) 108	250	(-10) 120	410	(-15) 145
04	20	25	(0) 55	260	(-10) 128	440	(-15) 155	650	(-20) 180
05	25	50	(0) 79	350	(-10) 160	580	(-15) 193	840	(-20) 223
06	30	50	(0) 85	380	(-10) 175	630	(-15) 210	910	(-20) 423
07	35	50	(0) 88	400	(-10) 184	660	(-15) 220	1 270	(-25) 285
08	40	50	(0) 95	440	(-10) 205	730	(-15) 246	1 470	(-26) 318
09	45	50	(0) 98	450	(-10) 212	1 080	(-20) 292	1 860	(-30) 363
10	50	50	(0) 103	480	(-10) 227	1 180	(-20) 314	2 060	(-30) 390
11	55	50	(0) 106	490	(-10) 235	1 670	(-26) 364	2 650	(-35) 438
12	60	50	(0) 110	510	(-10) 246	1 670	(-25) 380	2 750	(-35) 455
13	65	50	(0) 117	550	(-10) 270	1 860	(-25) 416	3 040	(-35) 500
14	70	100	(0) 150	1 080	(-15) 345	2 650	(-30) 480	3 920	(-40) 562
15	75	100	(0) 157	1 080	(-15) 366	2 750	(-30) 512	4 220	(-40) 598
16	80	100	(0) 154	1 080	(-15) 355	2 650	(-30) 494	4 020	(-40) 575
17	85	100	(0) 160	1 180	(-16) 370	3 430	(-35) 560	5 790	(-50) 678
18	90	100	(0) 162	1 670	(-20) 434	4 310	(-40) 615	5 980	(-50) 697
19	95	360	(-5) 248	1 670	(-20) 421	4 220	(-40) 595	6 670	(-55) 710
20	100	370	(-5) 252	1 670	(-20) 430	5 100	(-45) 645	7 650	(-60) 758
21	105	380	(-5) 260	2 260	(-25) 493	5 200	(-45) 665	8 920	(-65) 818
22	110	380	(-5) 266	2 350	(-25) 504	6 180	(-50) 720	10 200	(-70) 871
24	120	550	(-5) 320	2 840	(-25) 570	8 140	(-55) 843	11 570	(-70) 964
26	130	560	(-5) 340	3 730	(-30) 660	9 810	(-60) 942	13 530	(-75) 1 068
28	140	580	(-5) 352	5 000	(-36) 750	11 470	(-65) 1 022	15 490	(-80) 1 150
30	150	600	(-5) 366	5 000	(-35) 772	12 100	(-66) 1 063	16 500	(-81) 1 194

Радиально-упорные шариковые подшипники небольшого размера

Номер подшипника	EL		L		M		H	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
725C	1.3	(10) 4.0	5.5	(7) 7.3	12.1	(4) 10.3	24.2	(0) 14.4
725A	5.0	(3) 18.5	10.3	(2) 23.8	24.5	(0) 32.6	49.0	(-3) 42.5
706C	1.5	(10) 4.3	7.9	(6) 8.3	15.1	(3) 11.1	30.3	(-2) 15.4
706A	4.9	(3) 18.6	16.8	(1) 28.7	24.4	(0) 32.8	48.8	(-3) 42.4
726C	1.8	(9) 5.1	9.2	(5) 9.6	17.6	(2) 12.8	35.2	(-3) 27.8
726A	3.7	(3) 18.4	16.2	(1) 30.8	34.0	(-1) 40.3	68.0	(-4) 52.4
707C	1.8	(9) 5.1	9.2	(5) 9.6	17.6	(2) 12.8	35.2	(-3) 17.8
707A	3.7	(3) 18.4	16.2	(1) 30.8	34.0	(-1) 40.3	68.0	(-4) 52.4
708C	4.2	(7) 7.5	14.1	(3) 12.2	28.6	(-1) 16.7	57.1	(-7) 23.3
708A	8.1	(2) 26.3	24.5	(0) 38.8	46.4	(-2) 48.9	92.8	(-5) 63.4
728C	4.2	(7) 7.5	14.1	(3) 12.2	28.5	(-1) 16.7	57.0	(-7) 23.3
728A	8.1	(2) 26.3	24.5	(-1) 38.8	46.4	(-2) 48.9	92.9	(-5) 63.4

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Сверхскоростные радиально-упорные шариковый подшипники (серия ROBUST)

BNR19S

Номинальный угол контакта 18°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M			
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
25	25	(0)	26	94	(-8)	43	188	(-16)	57
30	50	(0)	36	100	(-8)	48	200	(-15)	63
35	50	(0)	37	140	(-8)	55	280	(-17)	73
40	50	(0)	38	140	(-8)	57	280	(-16)	74
45	50	(0)	41	150	(-8)	62	300	(-16)	82
50	50	(0)	44	160	(-8)	68	320	(-16)	89
55	50	(0)	46	170	(-8)	71	340	(-16)	94
60	50	(0)	47	170	(-8)	74	340	(-16)	97
65	50	(0)	50	180	(-8)	79	360	(-16)	104
70	50	(0)	50	180	(-8)	80	360	(-16)	104
75	50	(0)	52	180	(-8)	83	460	(-19)	117
80	50	(0)	53	190	(-8)	86	474	(-19)	121
85	50	(0)	54	190	(-8)	88	646	(-24)	138
90	100	(0)	75	280	(-8)	110	709	(-21)	154
95	100	(0)	76	290	(-8)	110	768	(-22)	163
100	100	(0)	72	330	(-10)	110	871	(-26)	161
105	100	(0)	74	330	(-10)	120	898	(-26)	166
110	100	(0)	76	400	(-12)	130	925	(-26)	172
120	100	(0)	78	410	(-12)	130	1 275	(-33)	198
130	100	(0)	80	712	(-20)	160	1 408	(-35)	209
140	100	(0)	82	732	(-20)	160	1 508	(-36)	220
150	200	(0)	110	930	(-20)	185	1 894	(-38)	242

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
 Значения преднатяга и осевой жесткости можно получить с помощью умножения коэффициентов из таблицы В. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы А умножаются на коэффициенты из таблицы В.

Таблица В

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

Преднатяг и жесткость

BER19S

Номинальный угол контакта 25°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M			
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
25	25	(0)	42	150	(-8)	80	300	(-14)	105
30	25	(0)	58	160	(-8)	90	320	(-14)	116
35	50	(0)	61	210	(-8)	100	420	(-15)	132
40	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	137
45	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	152
50	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	164
55	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
60	50	(0)	78	270	(-8)	140	540	(-15)	181
65	50	(0)	82	290	(-8)	150	580	(-15)	196
70	50	(0)	83	290	(-8)	150	598	(-15)	198
75	50	(0)	86	300	(-8)	160	619	(-15)	206
80	50	(0)	88	310	(-8)	170	639	(-15)	214
85	50	(0)	90	310	(-8)	170	889	(-19)	245
90	100	(0)	120	430	(-8)	210	968	(-17)	273
95	100	(0)	130	440	(-8)	210	996	(-17)	282
100	100	(0)	120	520	(-10)	210	1 131	(-20)	279
105	100	(0)	120	530	(-10)	220	1 169	(-20)	290
110	100	(0)	130	550	(-10)	230	1 206	(-20)	301
120	100	(0)	130	680	(-12)	250	1 743	(-26)	351
130	100	(0)	135	972	(-16)	289	1 880	(-27)	368
140	100	(0)	135	1 002	(-16)	300	1 944	(-27)	381
150	200	(0)	175	1 308	(-17)	336	2 555	(-30)	428

В скобках приведены значения замеренного осевого зазора.

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники
(серия ROBUST)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

BNR19H, BNR19X, BNR19XE

Номинальный угол контакта 18°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
25	25	(0) 29	105	(-8) 51	210	(-15) 67	
30	50	(0) 40	110	(-8) 55	220	(-15) 72	
35	50	(0) 41	150	(-8) 64	300	(-16) 83	
40	50	(0) 42	160	(-8) 66	320	(-17) 87	
45	50	(0) 45	170	(-8) 72	340	(-16) 95	
50	50	(0) 49	180	(-8) 78	360	(-16) 103	
55	50	(0) 51	180	(-8) 82	360	(-15) 106	
60	50	(0) 52	190	(-8) 85	380	(-16) 112	
65	50	(0) 55	200	(-8) 91	400	(-16) 120	
70	50	(0) 56	200	(-8) 92	400	(-16) 120	
75	50	(0) 58	200	(-8) 96	525	(-19) 137	
80	50	(0) 59	210	(-8) 99	542	(-19) 142	
85	50	(0) 61	210	(-8) 100	744	(-24) 162	
90	100	(0) 83	310	(-8) 130	804	(-21) 180	
95	100	(0) 85	310	(-8) 130	873	(-22) 190	
100	100	(0) 81	360	(-10) 130	994	(-26) 188	
105	100	(0) 83	370	(-10) 130	1 026	(-26) 194	
110	100	(0) 85	450	(-12) 150	1 058	(-26) 201	
120	100	(0) 87	460	(-12) 150	1 469	(-33) 233	
130	100	(0) 90	809	(-20) 158	1 625	(-35) 245	
140	100	(0) 92	833	(-20) 195	1 744	(-36) 259	
150	200	(0) 120	1 040	(-20) 214	2 166	(-38) 284	

BER19H, BER19X, BER19XE

Номинальный угол контакта 25°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
25	25	(0) 47	172	(-8) 96	342	(-14) 124	
30	50	(0) 65	180	(-8) 100	360	(-14) 134	
35	50	(0) 68	240	(-8) 120	480	(-15) 153	
40	50	(0) 70	250	(-8) 120	500	(-15) 160	
45	50	(0) 75	260	(-8) 140	520	(-15) 174	
50	50	(0) 80	280	(-8) 150	560	(-15) 190	
55	50	(0) 84	300	(-8) 160	600	(-15) 203	
60	50	(0) 87	300	(-8) 160	600	(-14) 209	
65	50	(0) 92	320	(-8) 180	640	(-14) 225	
70	50	(0) 93	330	(-8) 180	689	(-15) 233	
75	50	(0) 96	340	(-8) 190	713	(-15) 243	
80	50	(0) 98	350	(-8) 190	738	(-15) 252	
85	50	(0) 100	360	(-8) 200	1 032	(-19) 290	
90	100	(0) 140	480	(-8) 240	1 110	(-17) 321	
95	100	(0) 140	490	(-8) 250	1 143	(-17) 332	
100	100	(0) 130	580	(-10) 250	1 302	(-20) 328	
105	100	(0) 140	600	(-10) 260	1 346	(-20) 341	
110	100	(0) 140	620	(-10) 260	1 390	(-20) 354	
120	100	(0) 150	780	(-12) 300	2 023	(-26) 414	
130	100	(0) 150	1 115	(-16) 340	2 185	(-27) 434	
140	100	(0) 150	1 151	(-16) 353	2 261	(-27) 450	
150	200	(0) 198	1 484	(-17) 393	2 948	(-30) 504	

В скобках приведены значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
 Значения преднатяга и осевой жесткости можно получить с помощью умножения коэффициентов из таблицы В. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы А умножаются на коэффициенты из таблицы В.

Таблица В

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

BNR10S Номинальный угол контакта 18°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M				
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)			
30	50	(0)	39	110	(-5)	52	220	(-13)	69
35	50	(0)	41	110	(-5)	55	220	(-12)	73
40	50	(0)	44	110	(-5)	60	220	(-11)	77
45	50	(0)	44	110	(-5)	60	220	(-11)	77
50	50	(0)	47	120	(-5)	64	249	(-12)	85
55	50	(0)	48	120	(-5)	67	302	(-14)	95
60	50	(0)	51	130	(-5)	71	345	(-15)	104
65	50	(0)	53	130	(-5)	75	364	(-15)	111
70	50	(0)	53	230	(-10)	93	505	(-20)	125
75	50	(0)	54	240	(-10)	96	520	(-20)	129
80	100	(0)	71	330	(-10)	110	606	(-19)	141
85	100	(0)	73	330	(-10)	110	622	(-19)	145
90	100	(0)	74	340	(-10)	120	823	(-24)	163
95	100	(0)	76	350	(-10)	120	846	(-24)	168
100	100	(0)	78	350	(-10)	120	870	(-24)	174
105	100	(0)	80	420	(-12)	130	1 054	(-27)	195
110	100	(0)	81	540	(-15)	150	1 144	(-29)	200
120	100	(0)	85	560	(-15)	160	1 208	(-29)	213
130	100	(0)	85	732	(-20)	166	1 508	(-36)	220
140	200	(0)	105	775	(-15)	178	1 606	(-30)	236
150	200	(0)	110	916	(-18)	190	1 917	(-35)	253

BER10S Номинальный угол контакта 25°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L		M				
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)			
30	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	140
35	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	153
40	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	165
45	50	(0)	73	250	(-8)	130	500	(-15)	166
50	50	(0)	77	270	(-8)	140	540	(-15)	180
55	50	(0)	80	350	(-10)	160	700	(-18)	205
60	50	(0)	84	380	(-10)	170	760	(-18)	222
65	50	(0)	88	400	(-10)	180	800	(-18)	235
70	50	(0)	88	400	(-10)	180	800	(-18)	235
75	50	(0)	90	510	(-12)	200	1 020	(-21)	263
80	100	(0)	120	620	(-12)	220	1 240	(-22)	290
85	100	(0)	120	640	(-12)	230	1 280	(-22)	300
90	100	(0)	120	650	(-12)	240	1 300	(-22)	305
95	100	(0)	130	670	(-12)	240	1 340	(-22)	316
100	100	(0)	130	690	(-12)	250	1 380	(-22)	327
105	100	(0)	130	910	(-15)	290	1 820	(-26)	369
110	100	(0)	130	930	(-15)	290	1 860	(-26)	379
120	100	(0)	140	980	(-15)	310	1 960	(-26)	403
130	100	(0)	140	1 002	(-16)	310	2 004	(-27)	389
140	200	(0)	180	1 098	(-13)	325	2 196	(-23)	421
150	200	(0)	180	1 274	(-15)	345	2 562	(-28)	444

В скобках приведены значения замеренного осевого зазора.

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипник (серия ROBUST)

Расчет радиальной жесткости

Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

BNR10H, BNR10X, BNR10XE

Номинальный угол контакта 18°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
30	50	(0) 43	110	(-5) 59	220	(-11) 79	
35	50	(0) 46	120	(-5) 63	240	(-12) 83	
40	50	(0) 49	120	(-5) 68	240	(-11) 88	
45	50	(0) 49	120	(-5) 69	240	(-11) 88	
50	50	(0) 52	130	(-5) 73	279	(-12) 99	
55	50	(0) 54	130	(-5) 76	341	(-14) 110	
60	50	(0) 57	140	(-5) 82	391	(-15) 121	
65	50	(0) 60	140	(-5) 87	413	(-15) 130	
70	50	(0) 59	260	(-10) 110	578	(-20) 147	
75	50	(0) 61	270	(-10) 110	597	(-20) 151	
80	100	(0) 80	360	(-10) 130	684	(-19) 164	
85	100	(0) 82	370	(-10) 130	703	(-19) 169	
90	100	(0) 83	370	(-10) 130	938	(-24) 191	
95	100	(0) 85	380	(-10) 140	965	(-24) 197	
100	100	(0) 87	390	(-10) 140	993	(-24) 204	
105	100	(0) 89	470	(-12) 160	1 209	(-28) 229	
110	100	(0) 91	600	(-15) 170	1 315	(-29) 235	
120	100	(0) 95	630	(-15) 180	1 391	(-29) 250	
130	100	(0) 95	833	(-20) 195	1 745	(-36) 260	
140	200	(0) 125	860	(-15) 206	1 829	(-30) 276	
150	200	(0) 125	1 025	(-18) 221	2 194	(-35) 297	

BER10H, BER10X, BER10XE

Номинальный угол контакта 25°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L			M	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	
30	50	(0) 71	250	(-8) 130	500	(-15) 163	
35	50	(0) 75	260	(-8) 140	520	(-15) 175	
40	50	(0) 80	280	(-8) 150	560	(-15) 191	
45	50	(0) 81	280	(-8) 150	560	(-14) 192	
50	50	(0) 86	300	(-8) 160	600	(-14) 208	
55	50	(0) 89	400	(-10) 190	800	(-18) 240	
60	50	(0) 94	430	(-10) 200	860	(-18) 260	
65	50	(0) 99	450	(-10) 210	900	(-17) 275	
70	50	(0) 98	450	(-10) 210	900	(-17) 275	
75	50	(0) 100	580	(-12) 240	1 160	(-21) 306	
80	100	(0) 130	700	(-12) 260	1 400	(-21) 336	
85	100	(0) 130	720	(-12) 270	1 440	(-21) 347	
90	100	(0) 140	740	(-12) 280	1 480	(-21) 355	
95	100	(0) 140	760	(-12) 290	1 520	(-21) 367	
100	100	(0) 150	780	(-12) 300	1 560	(-21) 381	
105	100	(0) 150	1 040	(-15) 330	2 080	(-26) 430	
110	100	(0) 150	1 060	(-15) 340	2 120	(-26) 440	
120	100	(0) 160	1 120	(-15) 370	2 240	(-26) 469	
130	100	(0) 160	1 150	(-16) 370	2 302	(-27) 469	
140	200	(0) 200	1 240	(-13) 380	2 476	(-23) 489	
150	200	(0) 200	1 444	(-15) 403	2 957	(-28) 552	

В скобках приведены значения замеренного осевого зазора.

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники (BGR серия)

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
 Значения преднатяга и осевой жесткости можно получить с помощью умножения коэффициентов из таблицы В. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы А умножаются на коэффициенты из таблицы В.

Таблица В

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

BGR19S

Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	15.2
12	25	16.8
15	25	16.6
17	25	17.5
20	25	18.1
25	25	20.6

BGR19H, BGR19X

Номинальный угол контакта 15°. Керамические шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	16.8
12	25	18.5
15	25	18.4
17	25	19.3
20	25	20.1
25	25	22.9

BGR10S

Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
6	25	11.0
7	25	12.0
8	25	13.0
10	25	14.0
12	25	15.0
15	25	16.0
17	25	17.0
20	25	18.0
25	25	19.0

BGR10H, BGR10X

Номинальный угол контакта 15°. Керамические шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
6	25	12.6
7	25	13.7
8	25	14.4
10	25	15.9
12	25	16.9
15	25	18.0
17	25	19.0
20	25	20.0
25	25	21.6

BGR02S

Номинальный угол контакта 15°. Стальные шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	14.5
12	25	15.2
15	25	16.2
17	25	16.7
20	25	17.4
25	50	25.3

BGR02H, BGR02X

Номинальный угол контакта 15°. Керамические шарiki

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	16.0
12	25	17.0
15	25	18.0
17	25	18.6
20	25	19.4
25	50	28.1

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоскоростные упорно-радиальные шариковые подшипники с угловым контактом (серия ROBUST)

BAR10S

Номинальный угол контакта 30°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
40	210	150	430	200
45	210	150	430	200
50	220	170	460	220
55	230	180	600	250
60	240	190	650	270
65	250	200	690	290
70	250	200	910	320
75	260	210	940	330
80	340	240	1 100	360
85	350	240	1 130	370
90	360	250	1 660	430
95	360	260	1 720	450
100	370	270	1 770	460
105	380	280	1 820	470
110	390	280	1 870	490
120	390	300	1 980	520
130	390	300	2 530	550
140	580	360	3 190	655
150	580	360	3 690	690
160	590	370	4 080	720
170	600	380	4 210	750
180	605	385	5 200	800
190	610	390	5 370	830
200	610	390	5 990	860

BAR10H

Номинальный угол контакта 30°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
40	230	175	485	230
45	230	180	490	235
50	245	195	525	255
55	255	200	690	290
60	270	220	750	320
65	285	240	800	340
70	285	240	1 060	375
75	290	245	1 090	390
80	380	275	1 260	420
85	390	280	1 280	430
90	400	290	1 930	510
95	405	300	1 970	520
100	420	310	2 060	550
105	420	315	2 090	555
110	440	330	2 180	580
120	455	350	2 310	620
130	455	350	2 960	650

BTR10S

Номинальный угол контакта 40°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
40	310	260	700	350
45	310	260	700	350
50	330	290	760	390
55	350	310	800	410
60	370	330	860	440
65	390	350	910	470
70	390	350	1 560	560
75	400	360	1 610	590
80	510	400	1 820	630
85	520	420	1 880	650
90	530	430	2 830	770
95	550	450	2 930	790
100	560	460	3 030	820
105	570	470	3 120	850
110	580	490	3 210	870
120	610	520	3 420	930
130	610	520	4 410	980
140	810	600	5 310	1 140
150	820	605	5 370	1 160
160	830	615	5 480	1 180
170	850	635	7 280	1 330
180	855	640	9 080	1 450
190	875	660	9 390	1 500
200	875	660	11 290	1 600

BAR10S

Номинальный угол контакта 30°. Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL		L	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
40	350	300	800	410
45	355	310	810	415
50	375	335	875	450
55	395	350	915	475
60	425	390	1 000	520
65	450	415	1 060	560
70	450	415	1 830	670
75	460	430	1 890	700
80	570	475	2 120	745
85	580	475	2 160	780
90	600	505	3 320	910
95	605	505	3 390	940
100	630	540	3 560	980
105	640	540	3 610	1 010
110	665	575	3 770	1 040
120	700	615	4 020	1 115
130	700	615	5 200	1 170

Преднатяг и жесткость

Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом двухстороннего действия (серии ТАС)

Серия ТАС20

Номинальный угол контакта 60°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	С6		С7		С8	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
35	—	—	343	470	588	570
40	—	—	343	510	588	620
45	—	—	343	530	784	700
50	—	—	392	570	882	760
55	—	—	588	680	1 176	865
60	—	—	588	730	1 274	935
65	—	—	588	790	1 274	1 005
70	—	—	882	850	1 568	1 050
75	—	—	882	880	1 568	1 090
80	—	—	980	965	2 156	1 240
85	—	—	980	1 000	2 156	1 285
90	—	—	1 372	1 110	2 646	1 380
95	10	200	1 372	1 150	2 646	1 435
100	10	200	1 470	1 190	2 744	1 485
105	98	500	1 764	1 320	3 234	1 610
110	245	700	1 862	1 365	3 822	1 740
120	490	900	1 960	1 460	4 018	1 860
130	686	980	2 548	1 530	5 194	1 940
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

Преднатяг и жесткость

Серия ТАС29

Номинальный угол контакта 60°. Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	С6		С7		С8	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
100	—	—	1 176	1 150	2 156	1 410
105	—	—	1 274	1 215	2 254	1 490
110	—	—	1 274	1 250	2 254	1 530
120	98	550	1 274	1 310	2 842	1 700
130	98	580	1 764	1 415	3 528	1 915
140	98	750	2 254	1 700	5 194	2 260
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Преднатяг и жесткость

Упорно-радиальный шариковые подшипники с угловым контактом для шарико-винтовой опоры

Серия ТАС В (для механических станков)

Номинальный угол контакта 60°. Стальные шарики

Преднатяг С9

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD)			Квадраплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)
15ТАС47В	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
17ТАС47В	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
20ТАС47В	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
25ТАС62В	1 490	733	0.09	2 030	1 050	0.12	2 980	1 465	0.17
30ТАС62В	1 563	772	0.09	2 130	1 105	0.12	3 130	1 545	0.18
35ТАС72В	1 785	890	0.10	2 430	1 275	0.14	3 570	1 780	0.21
40ТАС72В	1 860	930	0.11	2 530	1 330	0.14	3 720	1 860	0.21
40АТС90В	2 365	1015	0.18	3 220	1 465	0.24	4 730	2 030	0.36
45ТАС75В	2 005	1005	0.12	2 730	1 445	0.16	4 015	2 015	0.23
45ТАС100В	2 880	1160	0.23	3 920	1 670	0.31	5 760	2 320	0.46
50ТАС100В	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55ТАС100В	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55ТАС120В	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56
60ТАС120В	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56

Преднатяг С10

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD)			Квадраплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)
15ТАС47В	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
17ТАС47В	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
20ТАС47В	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
25ТАС62В	3 150	1 000	0.23	4 300	1 470	0.31	6 250	1 960	0.46
30ТАС62В	3 350	1 030	0.24	4 500	1 520	0.33	6 650	2 010	0.49
35ТАС72В	3 800	1 180	0.28	5 200	1 710	0.37	7 650	2 350	0.55
40ТАС72В	3 900	1 230	0.28	5 300	1 810	0.38	7 850	2 400	0.57
40АТС90В	5 000	1 320	0.48	6 750	1 960	0.65	10 300	2 650	0.96
45ТАС75В	4 100	1 270	0.29	5 600	1 910	0.40	8 250	2 550	0.59
45ТАС100В	5 900	1 520	0.58	8 050	2 210	0.78	11 800	3 000	1.16
50ТАС100В	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55ТАС100В	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55ТАС120В	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27
60ТАС120В	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27

Серия ТАС 02, 03 (для электрических литейных машин)

Номинальный угол контакта 60°. Стальные шарики

Преднатяг С8

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD)			Квадраплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)
15ТАС02АТ85	365	262	0.017	495	385	0.024	575	490	0.027
25ТАС02АТ85 ⁽¹⁾	1 440	520	0.113	1 960	755	0.153	2 260	950	0.175
ТАС35-2Т85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
40ТАС03АТ85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
45ТАС03АТ85	2 740	775	0.355	3 750	1 120	0.480	4 300	1 410	0.550
ТАС45-2Т85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
50ТАС03АТ85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
55ТАС03АТ85	4 100	945	0.650	5 600	1 370	0.880	6 500	1 720	1.000
60ТАС03АТ85	4 750	1 020	0.810	6 450	1 480	1.100	7 450	1 850	1.250
80ТАС03АМ	7 350	1 270	1.550	10 000	1 840	2.100	11 500	2 330	2.450
100ТАС03СМС ⁽²⁾	1 000	830	0.105	1 400	1 240	0.147	1 600	1 575	0.166
120ТАС03СМС ⁽²⁾	1 100	930	0.120	1 500	1 378	0.163	1 800	1 775	0.196

⁽¹⁾ Значение для подшипника 25ТАС02АТ85 приводится на основе преднатяга С9.

⁽²⁾ Значения для подшипников 100ТАС03СМС и 120ТАС03СМС приводятся на основе преднатяга С2.

Радиальный внутренний зазор цилиндрических роликовых подшипников

Зазор в совмещенных подшипниках с коническим внутренним отверстием

Единицы: μm

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	Зазор в совмещенных подшипниках с коническим внутренним отверстием															
	CC9 ⁽¹⁾		CC0		CC1		CC2		CC ⁽²⁾		CC3		CC4		CC5	
свыше включительно	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
24 30	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30 40	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40 50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50 65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65 80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80 100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100 120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120 140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140 160	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160 180	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180 200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200 225	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225 250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250 280	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

(¹) Соответствует цилиндрическим роликовым подшипникам классов точности МС 4 и 5 с коническими внутренними отверстиями.

(²) Обозначает нормальный зазор для совмещенных цилиндрических роликовых подшипников.

Зазор в совмещенных подшипниках с цилиндрическим внутренним отверстием

Единицы: μm

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	Зазор в совмещенных подшипниках с коническим внутренним отверстием											
	CC1		CC2		CC ⁽³⁾		CC3		CC4		CC5	
свыше включительно	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
24 30	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30 40	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40 50	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50 65	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65 80	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80 100	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100 120	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120 140	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140 160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160 180	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180 200	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200 225	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225 250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250 280	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420

(³) Обозначает нормальный зазор для совмещенных цилиндрических роликовых подшипников.

5. ПРЕДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ

Пределные скорости

Приведенные в таблицах подшипников значения предельных скоростей являются нормативными. Они основываются на данных для одного подшипника с легким преднатягом, приложенной к нему посредством пружины; этот подшипник подвергается сравнительно легким нагрузкам с хорошим теплоотводом.

Значения предельных скоростей для консистентной смазки определены при использовании высококачественного смазочного материала в соответствующих количествах. Значения предельных скоростей, приведенные для подшипников с использованием масляной смазки, основываются на применении воздушно-масляного смазочного материала или масляного тумана. В тех случаях, когда смазочное масло используется в качестве средства для понижения температуры, скорость работы можно повышать, однако большое количество масла должно подаваться в подшипник под давлением, в результате чего теряется значительное количество энергии.

При использовании одинарных подшипников в парной, тройной или четверной комбинациях или увеличении преднатяга для повышения жесткости шпинделя значения предельных скоростей будут ниже приведенных.

Коэффициенты скорости

Пределная скорость комбинации совмещенных подшипников, работающих в условиях позиционного преднатяга, рассчитывается путем умножения значения предельной скорости одного подшипника из комбинации на соответствующий поправочный коэффициент из таблицы 5.1.

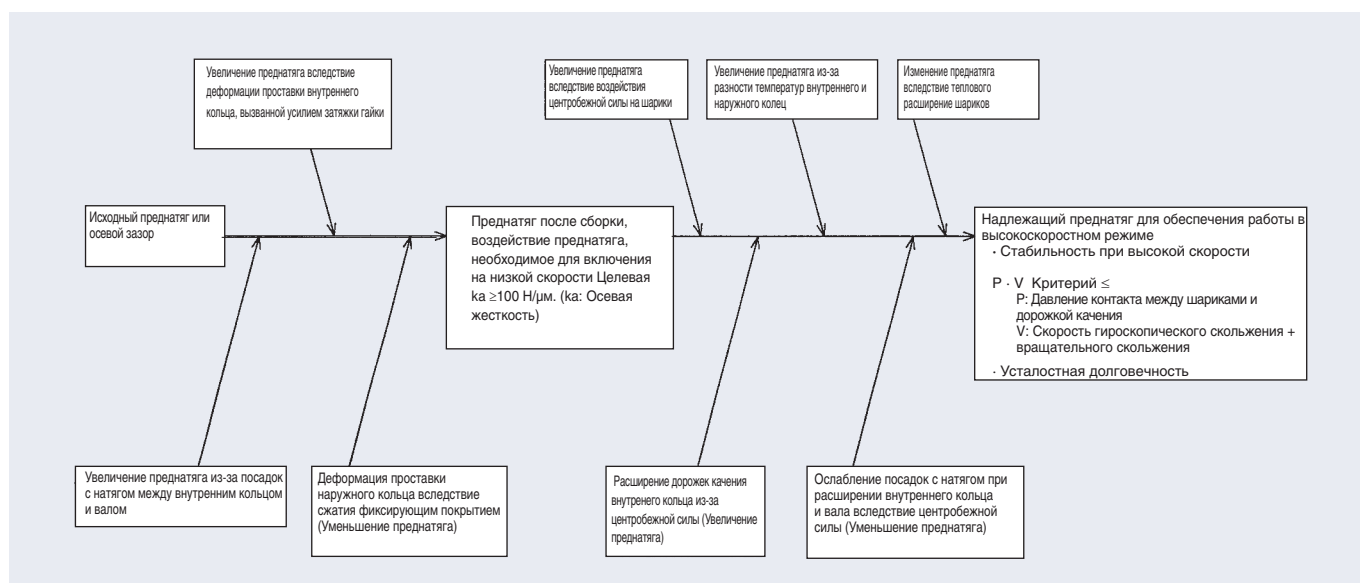
Предварительные нагрузки в данной таблице - это значения предварительных нагрузок после закрепления подшипника на шпинделе. Значения предварительных нагрузок после установки подшипника на шпиндель изменяются вследствие требований высокоскоростного режима к посадке вала и деформации проставки из-за воздействия силы затяжки. В таких случаях, особенно в высокоскоростных установках, необходимо регулировать размеры проставок относительно друг друга, чтобы компенсировать изменение преднатяга после установки подшипника.

Таблица 5.1 Коэффициенты скорости

	Компоновка	EL	L	M	H
DB		0.85	0.80	0.65	0.55
DBB		0.80	0.75	0.60	0.45
DBD		0.75	0.70	0.55	0.40

Факторы изменения преднатяга

Рис. 5.1 Изучение формирования преднатяга



Факторы, воздействующие на предельные скорости

На ограничение скорости подшипника внутри шпинделя влияют следующие рабочие условия.

1. Метод смазывания

Толщина смазочной пленки, создаваемой при пополнении смазки методом воздушно-масляного смазывания или масляного тумана превышает толщину смазочной пленки, создаваемой методом смазывания консистентной смазкой. Таким образом, при использовании метода смазывания воздушно-масляной смазкой или масляным туманом предельная скорость оказывается выше. При использовании метода разбрызгивания смазки большое количество масла, подаваемого в подшипник с целью смазывания, одновременно рациональным образом снижает температуру, в результате чего появляется возможность повысить скорость работы.

2. Комбинация

Если подшипники используются в составе комбинации, то их количество повлияет на предельную скорость. По мере увеличения количества подшипников в комбинации предельная скорость снижается, поскольку уменьшается способность теплоотдачи.

3. Преднатяг

Если преднатяг после сборки высок, то давление контакта поверхностей элементов качения и беговых дорожек увеличивается, что дополнительно повышает температуру. Вследствие этого преднатяг при выполнении операции увеличивается еще сильнее, что повышает риск выхода подшипников из строя. Во избежание этого типа отказа подшипников предельная скорость снижается. Кроме того, в случае с цилиндрическими роликовыми подшипниками при уменьшении радиального зазора и увеличении преднатяга во время работы предельная скорость также снижается.

4. Система привода

Предельная скорость подшипника изменяется также в зависимости от системы привода шпинделя. Для шпинделей со встроенным двигателем температура внутри шпинделя выше. Если у такого шпинделя есть система охлаждения водяной рубашкой, то разница температур внутреннего и наружного колец увеличивается, в результате чего повышается преднатяг и снижается предельная скорость. (см. рис. 5.2) Охлаждение водяной рубашкой также влияет на зазор между подшипником и корпусом. (см. рис. 5.3) поскольку зазор между подшипником и корпусом может стать отрицательным, в случае чего преднатяг увеличится.

Рис. 5.2 Влияние охлаждения водяной рубашкой на предельную скорость

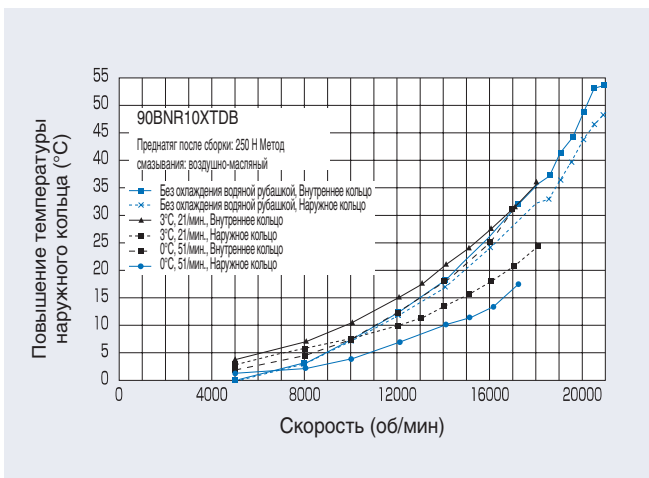
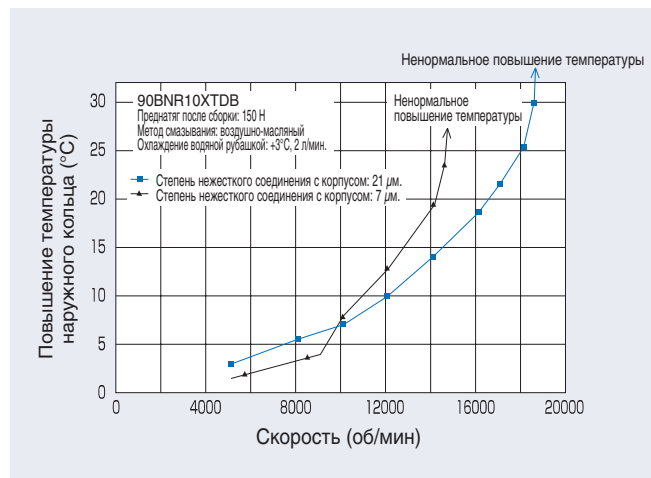


Рис. 5.3 Влияние зазора между подшипником и корпусом на предельную скорость



6. СМАЗЫВАНИЕ

Назначение

Основными задачами смазывания являются уменьшение степени трения и износа внутренней части подшипника, вызывающих преждевременный выход его из строя. О воздействии смазывания можно дать следующие краткие сведения:

(1) Уменьшение степени трения и износа

Непосредственный контакт металла колец, элементов качения и сепаратора, которые являются основными компонентами подшипника, предотвращается с помощью слоя смазки, уменьшающего степень трения и износа в областях соприкосновения.

(2) Продление усталостной долговечности

Усталостная долговечность качения подшипников в значительной мере зависит от вязкости и толщины смазочного слоя между поверхностями контакта качения. Толстый слой смазки продлевает усталостную долговечность, однако последняя снижается в том случае, если вязкость смазки невысока и смазочный слой недостаточно толстый.

(3) Теплоотдача

Для рассеивания тепла, выделяемого в процессе трения или полученного снаружи, можно применять циркуляционное смазывание, чтобы предотвратить перегревание подшипника и ухудшение свойств смазки.

(4) Другие эффекты

Кроме того, смазка, отвечающая всем техническим требованиям, помогает предупредить проникновение в подшипник посторонних частиц и защищает от коррозии и ржавления.

Методы смазывания

В шпинделях механических станков, для которых важна высокая степень точности, необходимо предотвращать чрезмерное повышение температуры для уменьшения температурных деформаций.

Тепловыделение подшипника разделяется на составляющую нагрузки, обусловленную типом подшипника, и составляющую скорости, обусловленную методом смазывания и скоростью работы. Как правило, составляющая скорости превышает компонент нагрузки, но в том случае, если выбран метод смазывания, который приводит к уменьшению составляющей скорости, не следует игнорировать влияние составляющей нагрузки. Таким образом, важно выбрать подшипник с низкой степенью тепловыделения (компонент нагрузки) и метод смазывания (компонент скорости).

Значительное воздействие на тепловыделение оказывают и метод смазывания, и количество смазочного материала. Обычно смазывание проводится при помощи небольшого количества смазки, так как такой метод является экономичным, не требует технического обслуживания и предполагает небольшую степень тепловыделения. Для поддержания стабильно низкой температуры при высокой скорости операций был разработан метод воздушно-масляного смазывания, требующий минимального количества смазки.

Известная зависимость между количеством смазки, тепловыделением (потери трения) и повышением температуры отображена на рис. 6.1. Таким образом, во избежание чрезмерных подъемов температуры в случае со шпинделями станочного оборудования необходимо применять метод смазывания, максимально стремящийся либо к области А, либо к области В. Методы смазывания в областях А и В описываются в таблице 6.1.

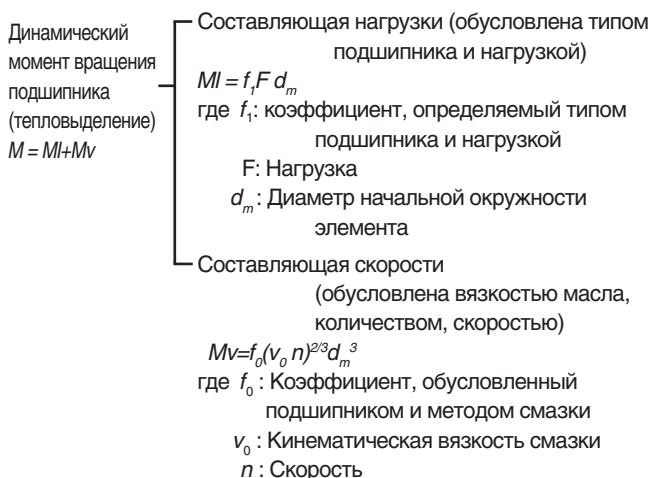


Рис. 6.1 Количество смазки и повышение температуры



Таблица 6.1 Сравнение методов смазывания

Методы смазывания	Преимущества	Недостатки
Смазывание консистентной смазкой	<ul style="list-style-type: none"> ○ Экономичность. ○ Возможно ограничение повышения температуры. ○ Не требует технического обслуживания. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ При ухудшении свойств консистентной смазки в подшипнике может произойти заедание. ○ Может произойти проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии.
Смазывание масляным туманом	<ul style="list-style-type: none"> ○ Так как смазка постоянно обновляется, затрудняется проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Загрязнение окружающей среды. ○ Объем подачи смазки зависит от ее вязкости и температуры, вследствие чего затрудняется контроль потока смазки на невысокой скорости. ○ Подтверждение о поступлении смазки в подшипник затруднительно.
Смазывание разбрызгиванием	<ul style="list-style-type: none"> ○ Благодаря высокой скорости потока смазки проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии невозможно, и вероятность заедания сводится к нулю. ○ При помощи охлаждения смазкой можно до некоторой степени контролировать температуру подшипника. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Высокие потери от трения. ○ Из-за утечек использование этой смазки для вертикальных шпинделей затруднительно. ○ Высокая стоимость.
Воздушно-масляное смазывание	<ul style="list-style-type: none"> ○ Благодаря возможности контроля количества смазки в подшипник поступает оптимальное количество смазки, и тепловыделение оказывается небольшим. ○ Помимо низкой степени тепловыделения присутствует охлаждающий эффект воздуха, вследствие чего температура держится на низком уровне. ○ Так как смазка постоянно обновляется, затрудняется проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии. ○ Загрязнение окружающей среды незначительно. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Довольно высокая стоимость. ○ Подтверждение о поступлении смазки в подшипник затруднительно.

Смазывание консистентной смазкой

(1) Рекомендуемые виды консистентных смазок

Консистентные смазки на литевой основе с минеральным маслом в качестве базового имеют хорошие адгезионные свойства и обладают прекрасными характеристиками для применения в подшипниках качения. Как правило, такие смазки пригодны к эксплуатации в диапазоне температур от -10°C до +110°C.

В качестве смазки для высокоскоростных шпинделей механических станков, требующих соблюдения условий небольшого повышения температуры и долгого срока службы, рекомендуется смазка консистенции №2 с синтетическим базовым маслом (сложноэфирное масло, сложноэфирное + минеральное масла и т.д.).

В таблице 6.2 перечислены марки и свойства консистентных смазочных материалов, широко применяемых в работе со шпинделями станочного оборудования и подшипников для шарико-винтовых опор.

(2) Долговечность консистентной смазки

Долговечность консистентной смазки сильно зависит от рабочей температуры; отсюда следует необходимость поддерживать температуру подшипника (а также температуру воздуха) на низком уровне с целью увеличения срока службы смазки.

Высокоэффективная многоцелевая консистентная смазка часто используется при работе с подшипниками для высокоскоростных шпинделей или двигателей вращения шпинделя.

Таблица 6.2 Марки консистентных смазок и их свойства

Марки	Производители	Загустители	Базовые масла	Вязкость базовых масел ММ²/(40°C)	Температура каплеобразования (°C)	Диапазон рабочих температур(°C)	Основное применение
MTE	NSK	Соединение бария	Сложноэфирное масло	20	200	-30~+120	Подшипники для высокоскоростных шпинделей, высокоскоростные цилиндрические роликовые подшипники
MTS	NSK	Мочевина	Сложноэфирное +синтетическое углеводородное масло	22	220	-40~+130	Подшипники для высокоскоростных шпинделей
Isoflex NBU15	Klüber	Соединение бария	Синтетическое дизфирное масло +минеральное масло	20	250	-30~+120	Подшипники для шпинделей станков
Isoflex NCA15	Klüber	Специальный кальций	Сложноэфирное масло	23	180	-40~+130	Подшипники для шпинделей станков
Mobilux 2	Mobil	Литий	Минеральное масло	26	190	-10~+110	Подшипники для расточных головок, вращающихся центров
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Литий	Тетраэфирное синтетическое масло	37	208	-30~+130	Подшипники для шпинделей станков
Stabragus NBU8EP	Klüber	Соединение бария	Минеральное масло	105	220	-30~+130	Цилиндрические роликовые подшипники с большой нагрузкой
Alvania 2	Shell	Литий	Минеральное масло	130	182	-10~+110	Подшипники для шарико-винтовых опор
ENS	NSK	Димочевина	Тетраэфирное синтетическое масло	32	260	-40~+160	Подшипники для двигателей

Уравнение ниже описывает среднюю долговечность многоцелевой консистентной смазки.

$$\log t = 6.12 - 1.4n/N_{\text{макс.}} - (0.018 - 0.006n/N_{\text{макс.}})T$$

где t : Средняя долговечность консистентной смазки (ч)

$N_{\text{макс.}}$: Предельная скорость (об./мин.)

n : Рабочая скорость (об./мин.)

T : Рабочая температура подшипника (°C)

(3) Объем консистентной смазки для подшипников высокоскоростных шпинделей

Для эксплуатации подшипников с высокой скоростью при смазывании консистентной смазкой рекомендуется заполнять ей от 10 до 20% внутреннего пространства подшипника. При использовании чрезмерного количества смазки во время обкатки выделяется ненормальное количество тепла, отчего свойства смазки могут ухудшиться. Чтобы избежать этого, необходимо уделять достаточное количество времени обкатке шпинделей. Объем заполнения подшипников, необходимый для легкой обкатки, компания NSK определяет на основании своего опыта, обеспечивая смазывание, отвечающее всем техническим требованиям. Сведения о необходимых количествах смазки см. в таблицах на стр. 157.

6. СМАЗЫВАНИЕ

Смазывание маслом

(1) Смазывание масляным туманом и воздушно-масляное смазывание (Смазывание посредством минимального количества масла)

Масляное распыление - это метод распыления масла при его преобразовании в туман посредством сжатого воздуха. Его также называют смазыванием масляным туманом. Воздушно-масляное смазывание - это метод непрерывной подачи масла путем его введения в поток сжатого воздуха с помощью смесительного вентиля, который периодически подает минимальное количество масла, используя клапан постоянного расхода.

На рис. 6.2 приводятся рекомендуемые объемы подачи масла для описанных выше методов смазывания в расчете на один подшипник.

При смазывании масляным туманом необходимо корректировать количество масла для учета воздействия отводов трубопровода и просачивания сквозь зазоры между проставками.

Если Вам нужно увеличить количество масла при значении d_{int} свыше 1 800 000, обратитесь в компанию NSK.

(2) Смазывание разбрызгиванием

Смазывание разбрызгиванием в основном используется для высокоскоростных подшипников при значении d_{int} свыше одного миллиона. Струи смазочного масла, разбрызгиваемые посредством одной или нескольких насадок, подаются в подшипники под постоянным давлением. При высокой скорости окружающий подшипник воздух завихряется одновременно с вращением подшипника, формируя вокруг него воздушную оболочку. Скорость струи из каждой насадки должна быть на 20% выше окружной скорости внутреннего кольца над поверхностью. Так как при смазывании разбрызгиванием используется большое количество масла, возникает высокое сопротивление перемешивания, и потому необходимо снижать температуру, эффективно используя большое масловыпускное отверстие и вынужденный выпуск. Что касается подшипников для шпинделей станочного оборудования, этот метод иногда используется как средство поддержания стабильности операций при сверхвысоких скоростях (см. рис. 6.3).

Рис. 6.2 Рекомендуемые объемы масла для подшипников различных размеров внутренних диаметров

(Минимальное количество масла для смазывания)

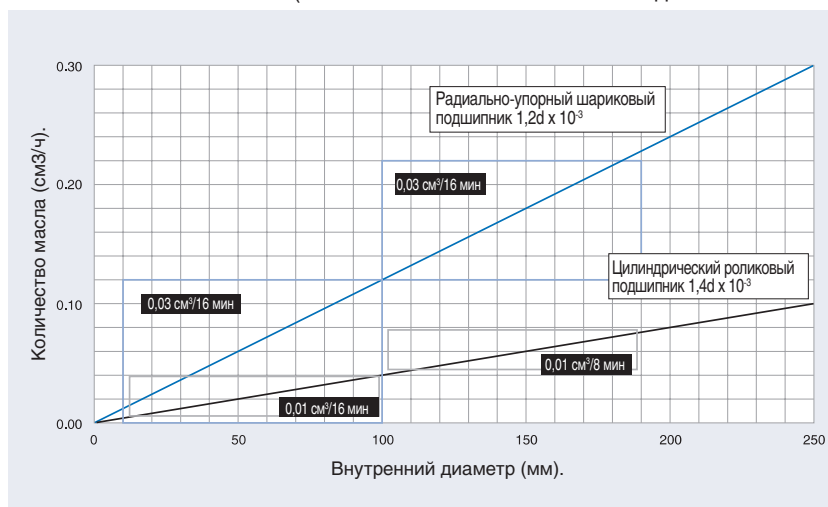
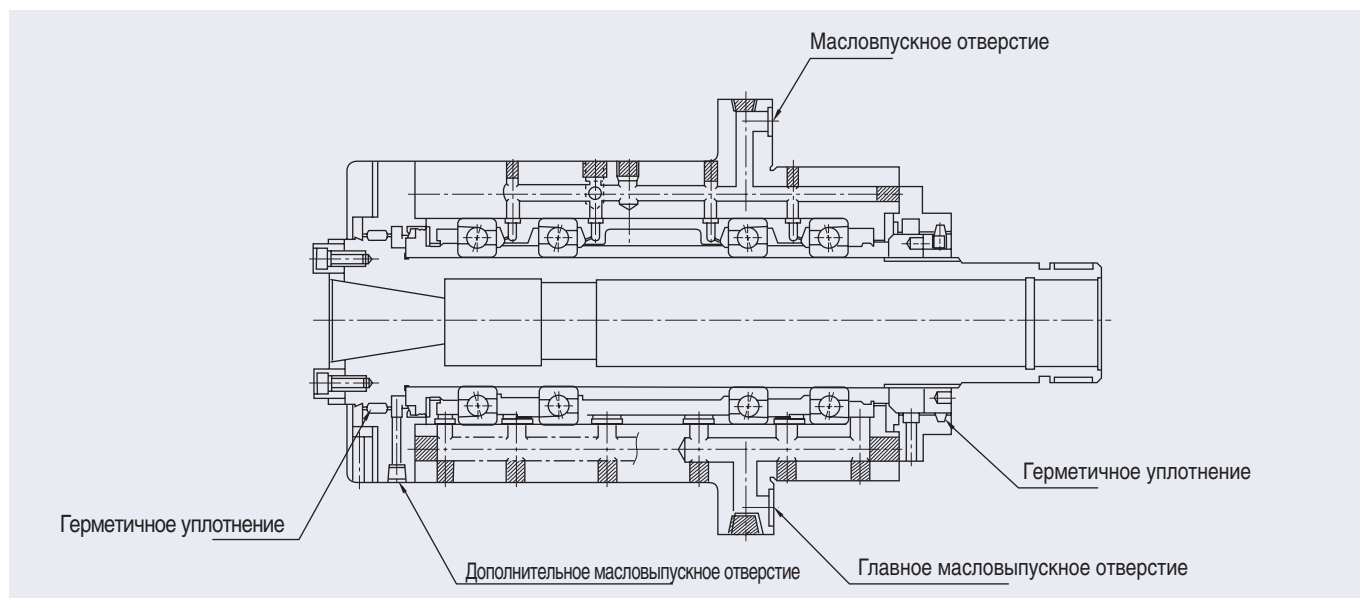


Рис. 6.3 Схема шпинделя со смазыванием методом разбрызгивания.



Рекомендуемые объемы консистентной смазки для подшипников высокоскоростных шпинделей

Единица измерения: см³/подшипник

Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр (мм)	РУШП: 15% внутреннего пространства				ЦРП: 10% внутреннего пространства			
		BNR19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
		X-объем	X-объем	X-объем	X-объем	X-объем	X-объем	X-объем	X-объем
5	5	—	—	0.03	—	—	—	—	—
6	6	—	0.04	0.07	—	—	—	—	—
7	7	—	0.07	—	—	—	—	—	—
8	8	—	0.12	0.10	—	—	—	—	—
00	10	0.06	0.13	0.16	—	—	—	—	—
01	12	0.06	0.14	0.23	—	—	—	—	—
02	15	0.11	0.18	0.29	—	—	—	—	—
03	17	0.13	0.24	0.41	—	—	—	—	—
04	20	0.23	0.44	0.68	—	—	—	—	—
05	25	0.27	0.52	0.85	—	—	—	0.4	—
06	30	0.31	0.69	1.2	0.58	—	—	0.6	0.4
07	35	0.48	0.98	1.7	0.78	—	—	0.8	0.6
08	40	0.75	1.2	2.1	0.92	—	—	1.0	0.7
09	45	0.83	1.5	2.6	1.2	—	—	1.3	1.0
10	50	0.91	1.6	3.0	1.2	—	—	1.4	1.1
11	55	1.1	2.4	3.9	1.7	—	—	2.0	1.5
12	60	1.2	2.6	4.8	1.8	—	—	2.1	1.6
13	65	1.3	2.6	5.7	1.9	—	—	2.2	1.6
14	70	2.1	3.6	6.5	2.8	—	—	3.2	2.4
15	75	2.3	3.6	7.0	2.9	—	—	3.5	2.5
16	80	2.4	5.1	8.7	3.8	—	—	4.7	3.5
17	85	3.5	5.3	11	4.0	—	—	4.9	3.7
18	90	3.6	6.6	13	5.5	—	—	6.5	4.5
19	95	3.6	6.8	16	5.7	—	—	6.6	4.7
20	100	4.9	7.2	19	6.1	5.4	4.5	6.8	4.9
21	105	5.1	9.0	23	7.6	5.6	4.6	9.3	5.9
22	110	5.2	12	27	9.1	5.7	4.8	11	7.5
24	120	7.9	12	31	9.8	8.4	6.5	12.5	8.1
26	130	9.0	18	34	15	11	8.5	18	12.4
28	140	9.9	20	42	17	12	9.3	20	12.9
30	150	14	25	53	22	24	14	23	—
32	160	16	34	—	26	20	15	29	—
34	170	14	42	—	33	21	15	38	—
36	180	22	51	—	46	28	23	51	—
38	190	27	47	—	50	30	24	54	—
40	200	39	76	—	61	44	35	69	—
44	220	42	—	—	—	—	37	—	—
48	240	41	—	—	—	—	40	—	—
52	260	77	—	—	—	—	70	—	—
56	280	80	—	—	—	—	75	—	—

Смазывание

Объем консистентной смазки для подшипника "xxTAC20(29)X(D)" должен совпадать с соответствующим значением для двухрядного цилиндрического роликового подшипника, который устанавливается совместно с ним.

7. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Допустимые отклонения размерности подшипников и точность хода радиальных подшипников NSK определяются стандартами "Классы точности подшипников качения" МС 492/199/582/1132-1 и "Допустимые отклонения подшипников качения" JIS B 1514. Помимо подшипников с упомянутыми допусками, компания NSK производит радиально-упорные шариковые подшипники классов точности ABEC5, 7 и 9 по стандарту Ассоциации американских производителей подшипников (ABMA) Standard 20. Приблизительные определения составляющих точности хода и методы их измерения приводятся в таблице 7.1 и на рис. 7.1. Более подробные данные содержатся в описаниях стандартов МС 5593, разделе "Терминология подшипников качения" JIS B 0104 и разделе "Методы измерения для подшипников качения" JIS B 1515.

Таблица 7.1

Точность хода	Внутреннее кольцо	Кольцо подшипника	Циферблатный индикатор
Радиальное биение внутреннего кольца подшипника в сборе K_{ia}	Вращается	Неподвижно	A
Радиальное биение наружного кольца подшипника в сборе K_{eb}	Неподвижно	Вращается	A
Биение поверхности (задней поверхности) внутреннего кольца подшипника в сборе относительно дорожки качения S_{ia}	Вращается	Неподвижно	B1
Биение поверхности (задней поверхности) наружного кольца подшипника в сборе относительно дорожки качения S_{eb}	Неподвижно	Вращается	B2
Биение базовой торцевой поверхности (невидимой поверхности, где возможно) внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{id}	Вращается	Неподвижно	C
Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца (невидимой поверхности) наружного кольца S_{o}	Не применяется	Вращается	D

Допустимые отклонения радиальных подшипников

Внутреннее кольцо

Таблица 7.2 Внутреннее кольцо (Класс 5)

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp} (1)	Колесания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dfr} (1)		Колесания среднего диаметра отверстия V_{dmp} (1)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_{id}	Биение торца внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia} (2)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца Δ_{Bs}			Колесания ширины внутреннего кольца V_{Bs}		
		Серии диаметров 9 0, 2, 3						Одинарный подшипник	Одинарный подшипник	Комбинированный подшипник (2)			
Свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка	макс.		
2.5	10	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	-250	5
10	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	5
18	30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	5
30	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
50	80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	6
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
120	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-380	8
180	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	10
250	315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	-500	13

Таблица 7.3 Внутреннее кольцо (Класс 4)

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp} (1)	Отклонения внутреннего диаметра Δ_{ds} (1)		Колесания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dfr} (1)		Колесания среднего диаметра отверстия V_{dmp} (1)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_{id}	Биение поверхности внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia} (2)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца Δ_{Bs}			Колесания ширины внутреннего кольца V_{Bs}		
		Серии диаметров 9 0, 2, 3		Одинарный подшипник	Одинарный подшипник					Комбинированный подшипник (2)					
Свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка	макс.		
2.5	10	0	-4	0	-4	4	3	2	2.5	3	3	0	-40	-250	2.5
10	18	0	-4	0	-4	4	3	2	2.5	3	3	0	-80	-250	2.5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2.5	3	4	4	0	-120	-250	2.5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	0	-120	-250	3
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	4	5	5	0	-150	-250	4
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	5	5	5	0	-200	-380	4
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	0	-250	-380	5
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	0	-300	-500	6

(1) Применимо к подшипникам с цилиндрическими внутренними отверстиями.

(2) Применимо к шариковым подшипникам.

(3) Применимо к отдельным кольцам, изготовленным для комбинированных подшипников.

- Примечания: 1. Предельное допустимое (максимальное) отклонение цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанным в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки r (макс.) на поверхности кольца.
2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам МС (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

Рис. 7.1 Методы измерения точности хода

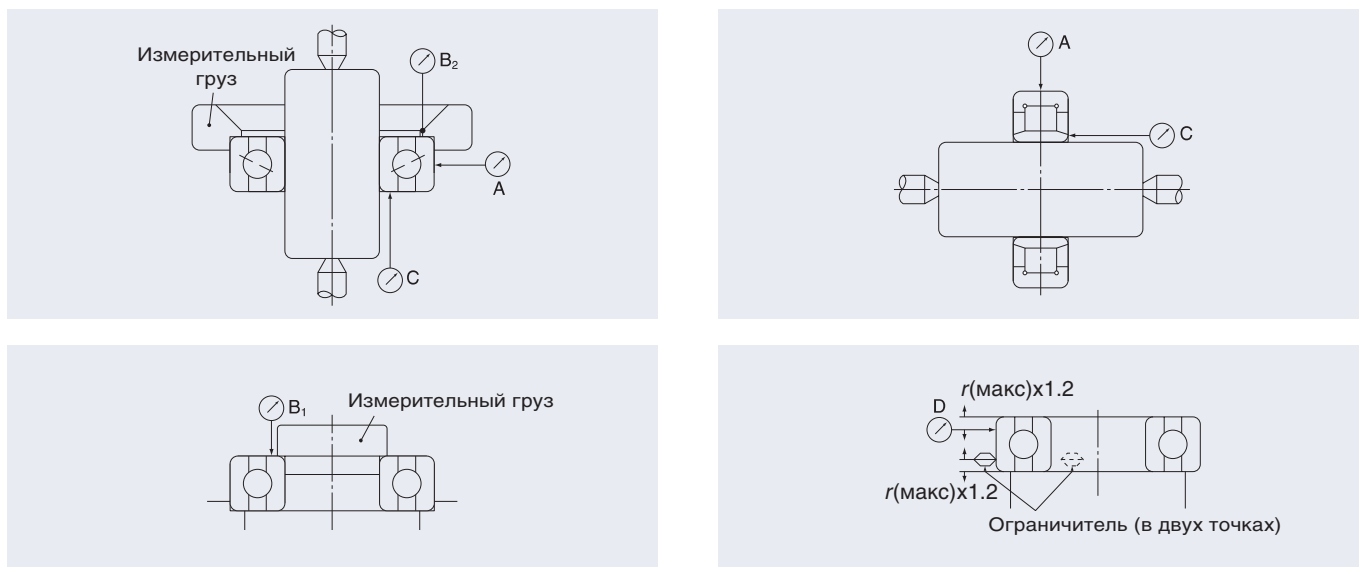


Таблица 7.4 Внутреннее кольцо (Класс 3) ⁽⁴⁾

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δd_{mp} (°)		Отклонения внутреннего диаметра Δd_S (°)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dr} (°)	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dcp} (°)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение поверхности внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia} (°)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s			Колебания ширины внутреннего кольца V_{Bs}	
	свыше	включит.	высшая точка	низшая точка						высшая точка	низшая точка	макс.		макс.
2.5	10	0	-4	0	-4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-40	-250	1.5
10	18	0	-4	0	-4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18	30	0	-5	0	-5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30	50	0	-6	0	-6	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50	80	0	-7	0	-7	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80	120	0	-8	0	-8	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120	150	0	-10	0	-10	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150	180	0	-10	0	-10	7	3.5	5	4	5	0	-250	-380	4
180	250	0	-12	0	-12	8	4	5	5	5	0	-300	-500	5

Таблица 7.5 Внутреннее кольцо (Класс 2)

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δd_{mp} (°)		Отклонения внутреннего диаметра Δd_S (°)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dr} (°)	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dcp} (°)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение поверхности внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia} (°)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s			Колебания ширины внутреннего кольца V_{Bs}	
	свыше	включит.	высшая точка	низшая точка						высшая точка	низшая точка	макс.		макс.
2.5	10	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-40	-250	1.5
10	18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18	30	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30	50	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80	120	0	-5	0	-5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120	150	0	-7	0	-7	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150	180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	4	5	0	-250	-380	4
180	250	0	-8	0	-8	8	4	5	5	5	0	-300	-500	5

(1) Применимо к подшипникам с цилиндрическими внутренними отверстиями.

(2) Применимо к шариковым подшипникам.

(3) Применимо к отдельным кольцам, изготовленным для комбинированных подшипников.

(4) Класс точности 3 является первичным классом компании NSK. Допуски внутреннего диаметра и диаметра наружного кольца подшипника соответствуют классу точности 4. Остальные допуски относятся к классу 2.

Примечания: 1. Предельное допустимое (максимальное) отклонение цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанным в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки r (макс.) на поверхности кольца.

2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам МОС (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

7. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Допустимые отклонения для радиального подшипника

Наружное кольцо

Таблица 7.6 Наружное кольцо (Класс 5)

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости $\Delta D_{гр}$		Колебания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dr}		Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Биение наружного кольца относительно внутреннего отверстия S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения $S_{ea}^{(1)}$	Отклонения ширины одинарного наружного кольца ΔC_s	Колебания ширины наружного кольца V_{Cs}
				Серии диаметров 9 0, 2							
Свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.	Равняется значению внутреннего кольца (ΔB_s) подшипника того же номера.	макс.
6	18	0	-5	5	4	3	5	8	8		5
18	30	0	-6	6	5	3	6	8	8		5
30	50	0	-7	7	5	4	7	8	8		5
50	80	0	-9	9	7	5	8	8	10		6
80	120	0	-10	10	8	5	10	9	11		8
120	150	0	-11	11	8	6	11	10	13		8
150	180	0	-13	13	10	7	13	10	14		8
180	250	0	-15	15	11	8	15	11	15		10
250	315	0	-18	18	14	9	18	13	18		11
315	400	0	-20	20	15	10	20	13	20	13	

Таблица 7.7 Наружное кольцо (Класс 4)

Единица измерения: $\mu\text{м}$

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости $\Delta D_{гр}$		Отклонение наружного диаметра ΔD_s		Колебания наружного диаметра в одной радиальной плоскости V_{Dr}		Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Отклонение от предельной формы образующей наружной поверхности относительно торца S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения $S_{ea}^{(1)}$	Отклонения ширины одинарного наружного кольца ΔC_s	Колебания ширины наружного кольца V_{Cs}
						Серии диаметров 9 0, 2							
Свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.	Равняется значению внутреннего кольца (ΔB_s) подшипника того же номера.	макс.
6	18	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5		2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	4	4	5		2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	5	4	5		2,5
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	5	4	5		3
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	6	5	6		4
120	150	0	-9	0	-9	9	7	5	7	5	7		5
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5	8	5	8		5
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6	10	7	10		7
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7	11	8	10		7
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8	13	10	13	8	

(¹) Применимо к шариковым подшипникам.

Примечания: 1. Предельное допустимое (максимальное) отклонение цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанным в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки r (макс.) на поверхности кольца.

2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам МСC (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

Таблица 7.8 Наружное кольцо (Класс 3)⁽²⁾

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости $\Delta D_{\text{тр}}$		Отклонение наружного диаметра ΔD_s		Колебания наружного диаметра в одной радиальной плоскости V_{Dp}	Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно качения $S_{\text{ка}}(\cdot)$	Отклонения ширины одинарного наружного кольца ΔC_s	Колебания ширины наружного кольца V_{CS}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка							
6	18	0	-4	0	-4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	Равняется значению внутреннего кольца (ΔB_s) подшипника того же номера.	1,5
18	30	0	-5	0	-5	4	2	2,5	1,5	2,5		1,5
30	50	0	-6	0	-6	4	2	2,5	1,5	2,5		1,5
50	80	0	-7	0	-7	4	2	4	1,5	4		1,5
80	120	0	-8	0	-8	5	2,5	5	2,5	5		2,5
120	150	0	-9	0	-9	5	2,5	5	2,5	5		2,5
150	180	0	-10	0	-10	7	3,5	5	2,5	5		2,5
180	250	0	-11	0	-11	8	4	7	4	7		4
250	315	0	-13	0	-13	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-15	0	-15	10	5	8	7	8		7

Таблица 7.9 Наружное кольцо (Класс 2)

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости $\Delta D_{\text{тр}}$		Отклонение наружного диаметра ΔD_s		Колебания наружного диаметра в одной радиальной плоскости V_{Dp}	Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно качения $S_{\text{ка}}(\cdot)$	Отклонения ширины одинарного наружного кольца ΔC_s	Колебания ширины наружного кольца V_{CS}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка							
6	18	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	Равняется значению внутреннего кольца (ΔB_s) подшипника того же номера.	1,5
18	30	0	-4	0	-4	4	2	2,5	1,5	2,5		1,5
30	50	0	-4	0	-4	4	2	2,5	1,5	2,5		1,5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	4	1,5	4		1,5
80	120	0	-5	0	-5	5	2,5	5	2,5	5		2,5
120	150	0	-5	0	-5	5	2,5	5	2,5	5		2,5
150	180	0	-7	0	-7	7	3,5	5	2,5	5		2,5
180	250	0	-8	0	-8	8	4	7	4	7		4
250	315	0	-8	0	-8	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-10	0	-10	10	5	8	7	8		7

(¹) Применимо к шариковым подшипникам.

(²) Класс точности 3 является первичным классом компании NSK. Допуски внутреннего диаметра и диаметра наружного кольца подшипника соответствуют классу точности 4. Остальные допуски относятся к классу 2.

Примечания: 1. Предельное допустимое отклонение (максимальное) цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанному в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки r (макс.) на поверхности кольца.

2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам MOC (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

7. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Допустимые отклонения конических внутренних отверстий цилиндрических роликовых подшипников

Допустимые отклонения конических внутренних отверстий

Точность внутреннего диаметра цилиндрических роликовых подшипников с коническим внутренним отверстием определяется стандартом МСО. Однако диапазон допустимых отклонений по этому стандарту довольно велик. Поэтому для своих цилиндрических роликовых подшипников прецизионного класса компания NSK установила допустимые отклонения более узкого диапазона. Обычно, однако, выпускаются и два угла конуса с допусками, определенными стандартом МСО (см. рис.7.2).

Рис. 7.2 Допустимые отклонения

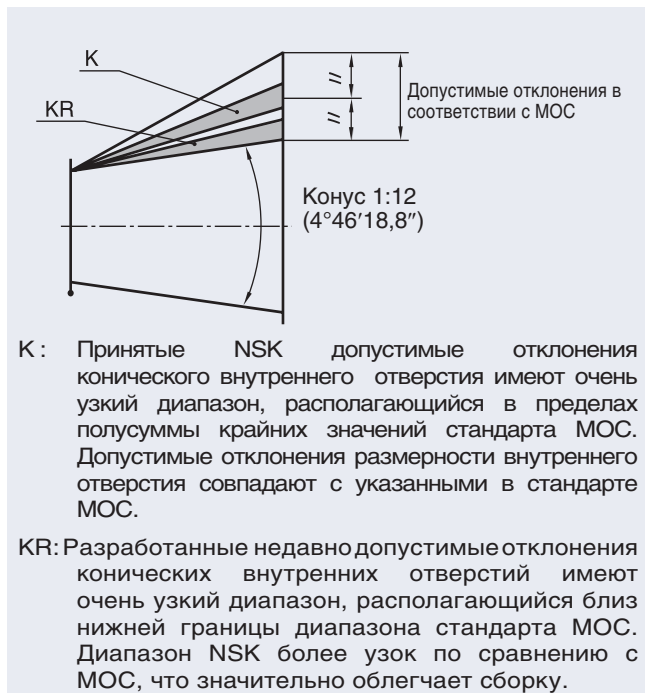


Рис. 7.3 Допустимые отклонения конического внутреннего отверстия

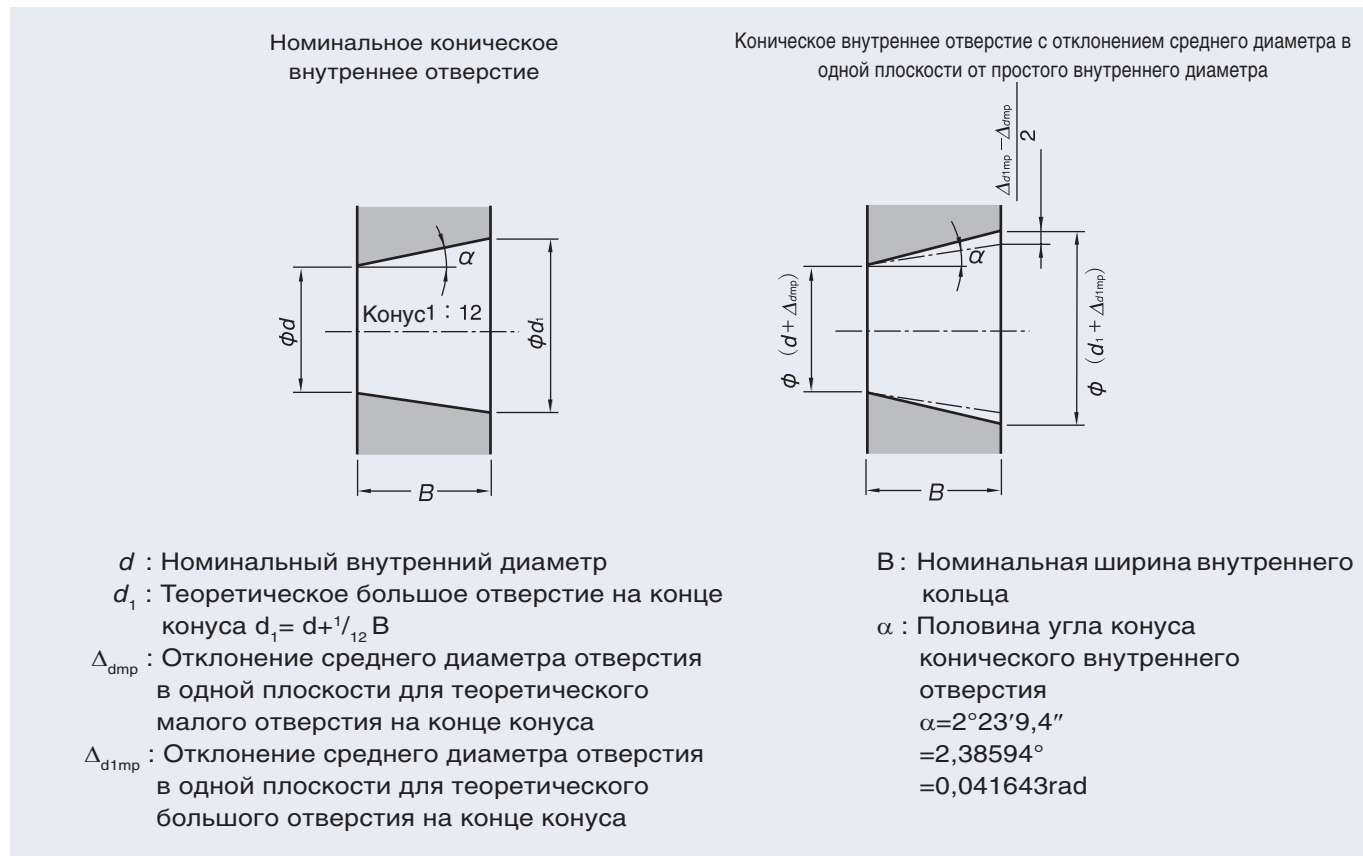


Таблица 7.10 Конические внутренние отверстия KR

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

d (мм)		Δ_{dmp}		(Справочно) ⁽²⁾ $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
18	30	+13	0	+3	0	4
30	50	+16	0	+3	0	5
50	80	+19	0	+4	0	6
80	120	+22	0	+5	0	7
120	180	+25	0	+7	0	9
180	250	+29	0	+9	0	12

(¹) Отклонение внутреннего диаметра в одной радиальной плоскости, применимое ко всем радиальным плоскостям конических внутренних отверстий.

(²) Допустимое отклонение угла конусности, $4^{\circ}46'18.8^{+25}_0''$

Таблица 7.11 Конические внутренние отверстия K

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

d (мм)		Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
18	30	+21	0	+21	0	4
30	50	+25	0	+25	0	5
50	80	+30	0	+30	0	6
80	120	+35	0	+35	0	7
120	180	+40	0	+40	0	9
180	250	+46	0	+46	0	12
250	315	+52	0	+52	0	14
315	400	+57	0	+57	0	16
400	500	+63	0	+63	0	18

(¹) Отклонение внутреннего диаметра в единичной радиальной плоскости, применимое ко всем радиальным плоскостям конических внутренних отверстий.

7. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Допустимые отклонения упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом

Допустимые отклонения для высокоскоростных упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом (Класс 4A⁽¹⁾) типов BAR и BTR)

Таблица 7.12 Внутреннее кольцо

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δ_{dmp}		Отклонения единичного внутреннего диаметра Δ_{ds}		Колесания диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости V_{dr}		Колесания среднего диаметра отверстия V_{dmp}	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_{d}	Биение поверхности внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}	Колесания ширины внутреннего кольца V_{Bs}	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца Δ_{Bs} (Δ_{Cs})		
	свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка						Серии диаметров		
												9	0	
—	50	0	— 6	0	— 6	6	5	3	4	4	4	3	0	— 300
50	80	0	— 7	0	— 7	7	5	3,5	4	5	5	4	0	— 500
80	120	0	— 8	0	— 8	8	6	4	5	5	5	4	0	— 500
120	150	0	— 10	0	— 10	10	8	5	6	6	7	5	0	— 750
150	180	0	— 10	0	— 10	10	8	5	6	6	7	5	0	— 750
180	250	0	— 12	0	— 12	12	9	6	8	7	8	6	0	— 1000

Таблица 7.13 Наружное кольцо

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)	Отклонения среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δ_{dmp}		Отклонения единичного диаметра Δ_{Ds}		Колесания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{dr}		Колесания среднего диаметра наружного диаметра V_{dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца S_{D}	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}	кольца подшипника Ширина V_{Cs}		
	свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка						Серии диаметров	
												9	0
—	80	— 30	— 37	— 30	— 37	7	5	3,5	5	4	5	3	
80	120	— 40	— 48	— 40	— 48	8	6	4	6	5	6	4	
120	150	— 50	— 59	— 50	— 59	9	7	5	7	5	7	5	
150	180	— 50	— 60	— 50	— 60	10	8	5	8	5	8	5	
180	250	— 50	— 61	— 50	— 61	11	8	6	10	7	10	7	
250	315	— 60	— 73	— 60	— 73	13	10	7	11	8	10	7	

Допустимые отклонения упорно-радиальных шариковых подшипников с угловым контактом двустороннего действия (Класс 7⁽²⁾) типа TAC)

Таблица 7.14 Допустимые отклонения внутреннего и наружного колец и высоты подшипника

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний диаметр D (мм)	Отклонение единичного внутреннего диаметра Δ_{Ds}		Отклонение действительной высоты подшипника Δ_{Ts}		Радиальное биение внутреннего кольца подшипника (Наружное кольцо) в сборке K_{ia} (K_{ea})	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_{d}	Биение поверхности кольца (Наружное кольцо) относительно дорожки качения S_{ia} (S_{ea})	
	свыше	включит.	высшая точка	низшая точка				
								макс.
—	30	0	— 5	0	— 300	5	4	3
30	50	0	— 5	0	— 400	5	4	3
50	80	0	— 8	0	— 500	6	5	5
80	120	0	— 8	0	— 600	6	5	5
120	180	0	— 10	0	— 700	8	8	5
180	250	0	— 13	0	— 800	8	8	6
250	315	0	— 15	0	— 900	10	10	6
315	400	0	— 18	0	— 1200	10	12	7

Таблица 7.15 Допустимые отклонения наружного кольца

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)	Отклонение единичного диаметра Δ_{Ds}		
	свыше	включит.	
			высшая точка
30	50	— 25	— 41
50	80	— 30	— 49
80	120	— 36	— 58
120	180	— 43	— 68
180	250	— 50	— 79
250	315	— 56	— 88
315	400	— 62	— 98
400	500	— 68	— 108
500	630	— 76	— 120

(¹) Спецификация NSK. Соответствует классу МС 4, за исключением допустимого отклонения наружного диаметра наружного кольца.

(²) Спецификация NSK.

Допустимые отклонения радиально-упорных шариковых подшипников для шарико-винтовых опор

Применения в станочном оборудовании

Таблица 7.16 Серия ТАС В

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний или внешний диаметр (мм)		Отклонение внутреннего диаметра				Отклонение наружного диаметра				Отклонение ширины внутреннего кольца		Биение внутреннего или внешнего кольца относительно дорожки качения Классы допустимых отклонений
		Классы допустимых отклонений				Классы допустимых отклонений				Классы допустимых отклонений		
		PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A	PN7B	
свыше	включительно	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
10	18	0	-4	0	-4	—	—	—	—	0	-120	2.5
18	30	0	-5	0	-4	—	—	—	—	0	-120	2.5
30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	0	-120	2.5
50	80	0	-7	0	-5	0	-7	0	-5	0	-150	2.5
80	120	0	-8	0	-6	0	-8	0	-6	0	-200	2.5

Замечание: Отклонение ширины наружного кольца совпадает с отклонением ширины внутреннего кольца того же подшипника.

Стандартным классом допустимых отклонений для этих подшипников является PN7A. Он соответствует ISO классу 4 для радиальных шариковых подшипников, но в случае параметра биения внутреннего и наружного колец используются более точные значения.

Более жесткий класс PN7B применяется к допустимым отклонениям размеров внутренних и внешних диаметров однорядных универсальных компоновок подшипников (SU).

Электрические литевые машины

Таблица 7.17 Серии ТАС 02 и 03

Единица измерения: $\mu\text{м}$ (мкм)

Номинальный внутренний или внешний диаметр (мм)		Отклонение внутреннего диаметра				Отклонение наружного диаметра				Отклонение ширины внутреннего кольца		Биение внутреннего или внешнего кольца относительно дорожки качения
		Классы допустимых отклонений										
		PN5D										
свыше	включительно	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.		
10	18	0	-5	—	—	0	-80	0	-80	5		
18	30	0	-6	—	—	0	-120	0	-120	5		
30	50	0	-8	0	-7	0	-120	0	-120	8		
50	80	0	-9	0	-9	0	-150	0	-150	8		
80	120	0	-10	0	-10	0	-200	0	-200	8		
120	150	—	—	0	-11	—	—	—	—	—		
150	180	—	—	0	-13	—	—	—	—	—		
180	250	—	—	0	-15	—	—	—	—	—		
250	315	—	—	0	-18	—	—	—	—	—		

Замечание: Отклонение ширины наружного кольца совпадает с отклонением ширины внутреннего кольца того же подшипника.

Стандартным классом допустимых отклонений для этих подшипников является PN5D. Он соответствует ISO классу 5 для радиальных шариковых подшипников, но в случае параметра биения внутреннего и наружного колец используются более точные значения.

8. КОНСТРУКЦИЯ ВАЛОВ И КОРПУСОВ

Посадка вала и корпуса

Крайне важно, чтобы вал и корпус сопрягались аккуратно и точно, ведь только при таком условии возможно максимальное использование всех характеристик прецизионных подшипников, среди которых точность вращения, высокая скорость работы и низкий уровень тепловыделения.

При закреплении внутреннего или наружного колец на вале или в корпусе при каком-либо натяге форма вала или корпуса (овальность) переходит на поверхности дорожек качения подшипника и влияет на точность хода. При использовании различных типов радиально-упорных шариковых подшипников цилиндричность воздействует на распределение преднатяга на каждый подшипник. Таким образом, сопрягать детали следует со всей возможной точностью.

Неточность сопряжения компонентов может вызвать образование заострений и выступов по длине вала прецизионного токарного станка, что повлияет на качество готовых изделий.

Таблица 8.1 Посадки на вал (1)

Тип подшипника	Наружный диаметр вала (мм)		Допустимые отклонения наружного диаметра вала (2) (мм)		Заданный натяг (2) (4) (мм)	
	свыше	включит.	мин.	макс.	мин.	макс.
Подшипники для шпинделей станочного оборудования (3)	10	18	-0.003	0	0	0.002 T
	18	50	-0.004	0	0	0.0025T
	50	80	-0.005	0	0	0.003 T
	80	120	-0.003	0.003	0	0.004 T
	120	180	-0.004	0.004	0	0.004 T
Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом для шарико-винтовой опоры	180	250	-0.005	0.005	0	0.005 T
	10	18	-0.008	0	—	—
	18	30	-0.009	0	—	—
	30	50	-0.011	0	—	—
	50	80	-0.013	0	—	—
80	120	-0.015	0	—	—	

Таблица 8.2 Посадки на вал (1)

Тип подшипника	Наружный диаметр вала (мм)		Допустимое отклонение внутреннего диаметра корпуса (2) (мм)		Заданный натяг (2) (4) (мм)	
	свыше	включит.	мин.	макс.	мин.	макс.
Радиально-упорный шариковый подшипник (зафиксированный конец)	18	50	-0.002	0.002	0.002L	0.006L
	50	80	-0.0025	0.0025	0.002L	0.006L
	80	120	-0.003	0.003	0.003L	0.008L
	120	180	-0.004	0.004	0.003L	0.008L
	180	250	-0.005	0.005	0.005L	0.010L
Радиально-упорный шариковый подшипник (свободный конец)	18	50	0	0.004	0.006L	0.011L
	50	80	0	0.005	0.006L	0.011L
	80	120	0	0.006	0.009L	0.015L
	120	180	0	0.008	0.009L	0.015L
	180	250	0	0.010	0.015L	0.022L
Цилиндрический роликовый подшипник	18	50	-0.006	0	0.002L	0.002T
	50	80	-0.007	0	0.002L	0.002T
	80	120	-0.008	0	0.002L	0.002T
	120	180	-0.009	0	0.002L	0.002T
	180	250	-0.011	0	0.002L	0.002T
Упорно-радиальный шариковый подшипник с угловым контактом для шарико-винтовой опоры	10	18	—	—	—	—
	18	30	—	—	—	—
	30	50	0	0.016	—	—
	50	80	0	0.019	—	—
	80	120	0	0.022	—	—

(1) Приведенные выше данные о посадке являются общими рекомендациями для шпинделей станочного оборудования, работающих в нормальных эксплуатационных условиях и при значении d_{min} , не превышающем 800 000. За сведениями о высоких скоростях, больших нагрузках или вращении наружного кольца обратитесь в компанию NSK.

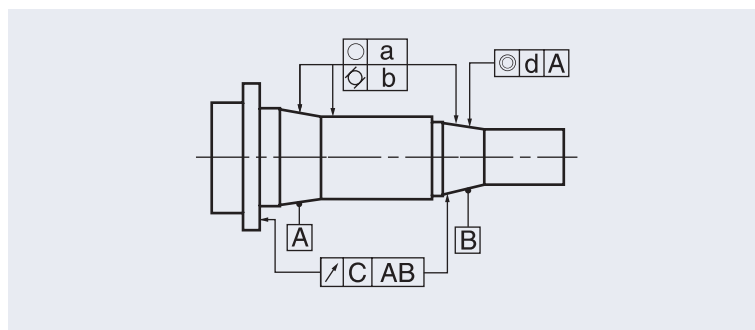
(2) Используйте значение заданного натяга при возможности совмещения подшипника с валом или корпусом. В противном случае используйте значение наружного диаметра вала, а также минимальное и максимальное значения внутреннего диаметра корпуса для произвольного совмещения.

(3) Относится к радиально-упорным шариковым подшипникам: 70XX, 79XX, 72XX, BNR и BER. Радиально-упорные шариковые подшипники с угловым контактом: BAR, BTR и TAC. Цилиндрические шариковые подшипники: N10XX, NN30XX, NN39XX, NN49XX и NNU49XX.

(4) T=натяг или жесткая посадка L=зазор или свободная посадка

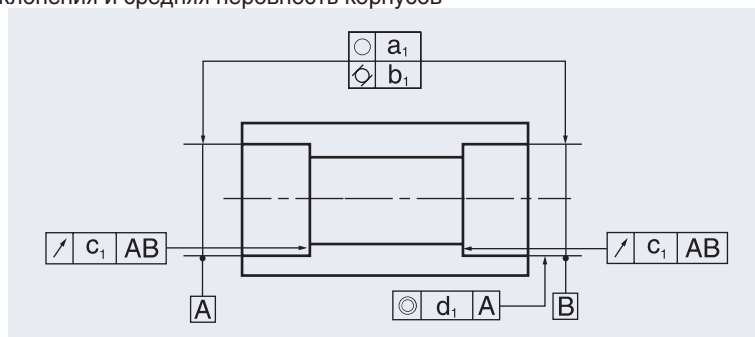
Если конус внутреннего кольца двухрядного цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием не совпадает с конусом вала, то остаточный зазор для двух рядов будет различаться. Отсюда следует, что нагрузка не будет поддерживаться нормальным образом и вызовет снижение жесткости или неравномерность движения роликов вследствие сужения канавки внутреннего кольца. Мы рекомендуем Вам калибровать конические детали, предназначенные для сопряжения с подшипниками. Контакт должен покрывать более 80% общей площади поверхности, окрашенной в синий цвет. Данные о рекомендуемой степени точности и неровности поверхности посадочных мест подшипника приведены в таблицах ниже.

Таблица 8.3 Допустимые отклонения и средняя неровность валов



Диаметр вала (мм)		Степени точности и средняя неровность (μm)									
		Овальность (○)		Цилиндричность (○)		Биение (↗)		Соосность (◎)		Шероховатость R_a	
		a		b		c		d		Точность подшипника	
свыше	включит.	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
—	10	0.7	0.5	0.7	0.5	2	1.2	4	2.5	0.2	0.1
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.2	0.1
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.2	0.1
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.2	0.1
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.2	0.1
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.4	0.2
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.4	0.2
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.4	0.2
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	0.4	0.2

Таблица 8.4 Допустимые отклонения и средняя неровность корпусов



Внутренний диаметр корпуса (мм)		Степени точности и средняя неровность (μm)									
		Овальность (○)		Цилиндричность (○)		Биение (↗)		Соосность (◎)		Шероховатость R_a	
		a ₁		b ₁		c ₁		d ₁		Точность подшипника	
свыше	включит.	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.4	0.2
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.4	0.2
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.4	0.2
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.4	0.2
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.8	0.4
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.8	0.4
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.8	0.4
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	1.6	0.8
315	400	4.5	3.5	4.5	3.5	9	6.5	18	13	1.6	0.8

8. КОНСТРУКЦИЯ ВАЛОВ И КОРПУСОВ

Размеры плеча и буртика

Таблица 8.5 Размеры плеча и буртика радиально-упорных шариковых подшипников

Единица измерения: мм

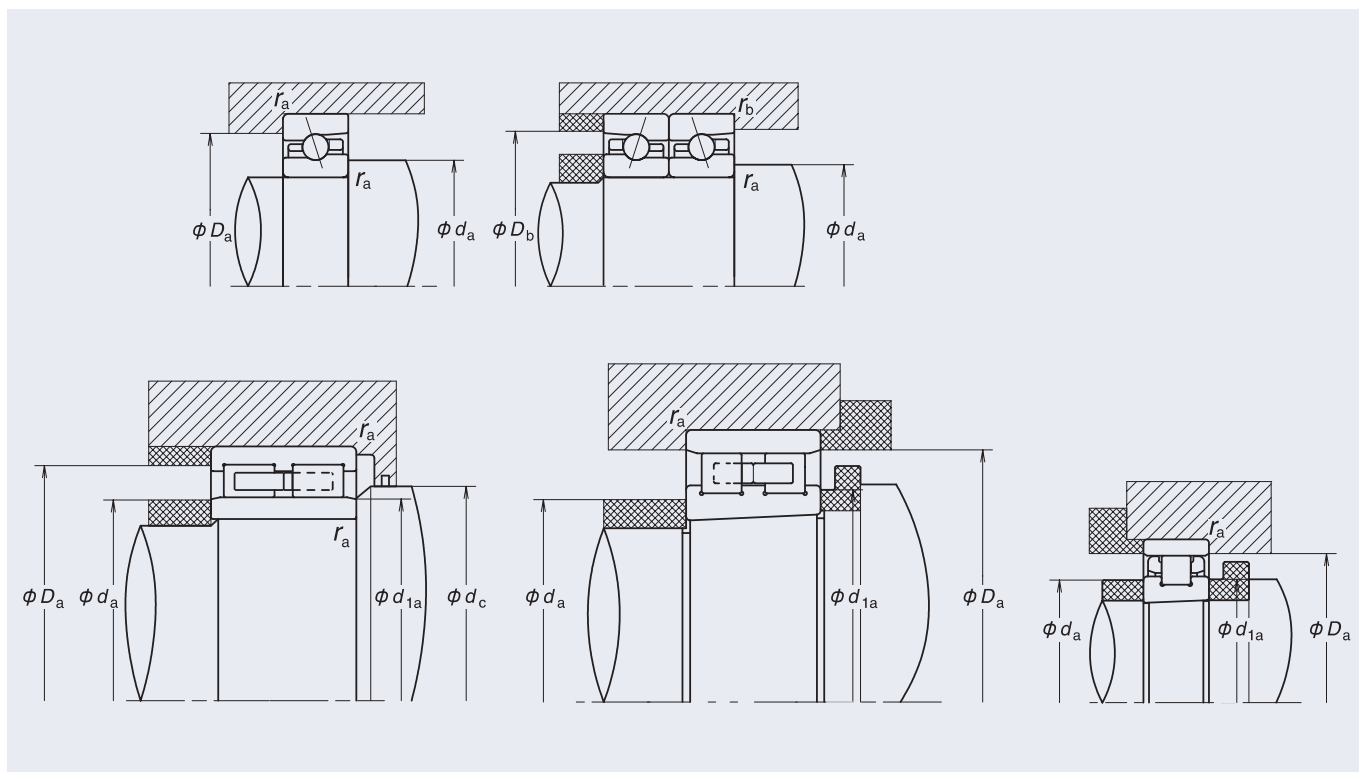
Номинальный внутренний диаметр	Размерные серии 19 79XX, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29X					Размерные серии 10 70XX, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					Размерные серии 02 72XX, BGR02				
	d_a (мин)	D_a (макс)	D_b (макс)	r_a (макс)	r_b (макс)	d_a (мин)	D_a (макс)	D_b (макс)	r_a (макс)	r_b (макс)	d_a (мин)	D_a (макс)	D_b (макс)	r_a (макс)	r_b (макс)
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.5	13.5	—	0.3	—
6	—	—	—	—	—	8.5	14.5	—	0.3	—	8.5	16.5	—	0.3	—
7	—	—	—	—	—	9.5	16.5	—	0.3	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	10.5	19.5	—	0.3	—	10.5	21.5	—	0.3	—
10	12.5	19.5	20.8	0.3	0.15	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	15	25	27.5	0.6	0.3
12	14.5	21.5	22.8	0.3	0.15	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17	27	29.5	0.6	0.3
15	17.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	20	30	32.5	0.6	0.3
17	19.5	27.5	28.8	0.3	0.15	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	22	35	37.5	0.6	0.3
20	22.5	34.5	35.8	0.3	0.15	25	37	39.5	0.6	0.3	26	41	42	1.0	0.5
25	27.5	39.5	40.8	0.3	0.15	30	42	44.5	0.6	0.3	31	46	47	1.0	0.5
30	32.5	44.5	45.8	0.3	0.15	36	49	50	1.0	0.5	36	56	57	1.0	0.5
35	40	50	52.5	0.6	0.3	41	56	57	1.0	0.5	42	65	67	1.0	0.6
40	45	57	59.5	0.6	0.3	46	62	63	1.0	0.5	47	73	75	1.0	0.6
45	50	63	65.5	0.6	0.3	51	69	70	1.0	0.5	52	78	80	1.0	0.6
50	55	67	69.5	0.6	0.3	56	74	75	1.0	0.5	57	83	85	1.0	0.6
55	61	74	75	1.0	0.5	62	83	85	1.0	0.6	64	91	94	1.5	0.8
60	66	79	80	1.0	0.5	67	88	90	1.0	0.6	69	101	104	1.5	0.8
65	71	84	85	1.0	0.5	72	93	95	1.0	0.6	74	111	114	1.5	0.8
70	76	94	95	1.0	0.5	77	103	105	1.0	0.6	79	116	119	1.5	0.8
75	81	99	100	1.0	0.5	82	108	110	1.0	0.6	84	121	124	1.5	0.8
80	86	104	105	1.0	0.5	87	118	120	1.0	0.6	90	130	134	2.0	1.0
85	92	113	115	1.0	0.6	92	123	125	1.0	0.6	95	140	144	2.0	1.0
90	97	118	120	1.0	0.6	99	131	134	1.5	0.8	100	150	154	2.0	1.0
95	102	123	125	1.0	0.6	104	136	139	1.5	0.8	107	158	163	2.0	1.0
100	107	133	135	1.0	0.6	109	141	144	1.5	0.8	112	168	173	2.0	1.0
105	112	138	140	1.0	0.6	115	150	154	2.0	1.0	117	178	183	2.0	1.0
110	117	143	145	1.0	0.6	120	160	164	2.0	1.0	122	188	193	2.0	1.0
120	127	158	160	1.0	0.6	130	170	174	2.0	1.0	132	203	208	2.0	1.0
130	139	171	174	1.5	0.8	140	190	194	2.0	1.0	144	216	223	2.5	1.0
140	149	181	184	1.5	0.8	150	200	204	2.0	1.0	154	236	243	2.5	1.0
150	160	200	204	2.0	1.0	162	213	218	2.0	1.0	164	256	263	2.5	1.0
160	170	210	214	2.0	1.0	172	228	233	2.0	1.0	174	276	283	2.5	1.0
170	180	220	224	2.0	1.0	182	248	253	2.0	1.0	188	292	301	3.0	1.5
180	190	240	244	2.0	1.0	192	268	273	2.0	1.0	198	302	311	3.0	1.5
190	200	250	254	2.0	1.0	202	278	283	2.0	1.0	208	322	331	3.0	1.5
200	212	268	273	2.0	1.0	212	298	303	2.0	1.0	218	342	351	3.0	1.5
220	242	282	287	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	263	301	306	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	283	341	345	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	304	360	365	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 8.6 Размеры плеча и буртика цилиндрических роликовых подшипников

Единица измерения: мм

Номинальный внутренний диаметр	Размерные серии 19 NN39, NN49, NNU49						Размерные серии 10 (Двурядные) NN30XX					Размерные серии 10 (Однорядные) N10XX				
	d_a (мин)	d_{1a} (мин)	d_c (мин)	D_a (макс)	D_a (мин)	r_a (макс)	d_a (макс)	d_{1a} (мин)	D_a (макс)	D_a (мин)	r_a (макс)	d_a (мин)	d_{1a} (мин)	D_a (макс)	D_a (мин)	r_a (макс)
25	—	—	—	—	—	—	29	29	43	42	0.6	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	35	36	50	50	1.0	35	36	51	49	0.5
35	—	—	—	—	—	—	40	41	57	56	1.0	40	41	57	56	0.5
40	—	—	—	—	—	—	45	46	63	62	1.0	45	46	63	62	0.6
45	—	—	—	—	—	—	50	51	70	69	1.0	50	51	70	69	0.6
50	—	—	—	—	—	—	55	56	75	74	1.0	55	56	75	74	0.6
55	—	—	—	—	—	—	61.5	62	83.5	83	1.0	61.5	61	83.5	83	1.0
60	—	—	—	—	—	—	66.5	67	88.5	88	1.0	66.5	66	88.5	88	1.0
65	—	—	—	—	—	—	71.5	72	93.5	93	1.0	71.5	71	93.5	93	1.0
70	—	—	—	—	—	—	76.5	77	103.5	102	1.0	76.5	76	103.5	102	1.0
75	—	—	—	—	—	—	81.5	82	108.5	107	1.0	81.5	81	108.5	107	1.0
80	—	—	—	—	—	—	86.5	87	118.5	115	1.0	86.5	86	118.5	115	1.0
85	—	—	—	—	—	—	91.5	92	123.5	120	1.0	91.5	91	123.5	120	1.0
90	—	—	—	—	—	—	98	99	132	129	1.5	98	97	132	129	1.0
95	—	—	—	—	—	—	103	104	137	134	1.5	103	102	137	134	1.0
100	106.5	108	115	133.5	131	1.0	108	109	142	139	1.5	108	107	142	139	1.0
105	111.5	113	120	138.5	136	1.0	114	115	151	148	2.0	114	114	151	148	1.0
110	116.5	118	125	143.5	141	1.0	119	121	161	157	2.0	119	119	161	157	1.0
120	126.5	128	137	158.5	154.5	1.0	129	131	171	167	2.0	129	129	171	167	1.0
130	138	140	148	172	169	1.5	139	141	191	185	2.0	139	140	191	185	1.0
140	148	150	158	182	180	1.5	149	151	201	195	2.0	149	150	203.5	194	1.0
150	159	162	171	201	197	2.0	161	162	214	209	2.0	—	—	—	—	—
160	169	172	182	211	207	2.0	171	172	229	222	2.0	—	—	—	—	—
170	179	182	192	221	217	2.0	181	183	249	239	2.0	—	—	—	—	—
180	189	193	205	241	234	2.0	191	193	269	258	2.0	—	—	—	—	—
190	199	203	217	251	245.5	2.0	201	203	279	268	2.0	—	—	—	—	—
200	211	214	228	269	261	2.0	211	214	299	285	2.0	—	—	—	—	—
220	231	234	—	289	281	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	251	254	—	309	302	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	271	275	—	349	338	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	291	295	—	369	358	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Рис. 8.1 Обозначение размеров плеча и буртика

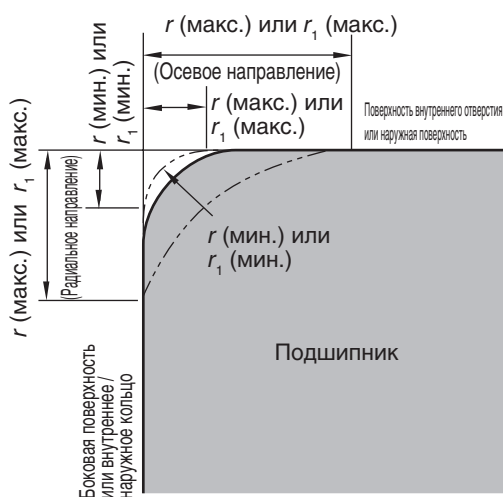


Конструкция вала и корпуса

8. КОНСТРУКЦИЯ ВАЛОВ И КОРПУСОВ

Предельные размеры закругления и радиус закругления вала или корпуса

Рис. 8.2 Размеры закругления



r : размеры закругления внутреннего/наружного кольца
 r_1 : размеры закругления внутреннего/наружного кольца (передняя сторона)

Замечания: Точная форма закругленных поверхностей не устанавливается, но их сечение в осевой плоскости не должно перекрывать дугу радиуса r (мин.) или r_1 (мин.), соприкасающуюся с боковой поверхностью внутреннего кольца и поверхностью внутреннего отверстия или с боковой поверхностью наружного кольца и наружной поверхностью.

Таблица 8.7 Предельные размеры закругления Единица измерения: мм

Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (мин.) или r_1 (мин.)	Номинальный внутренний диаметр d		Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (макс.) или r_1 (макс.)		Справочные данные
	свыше	включит.	Радиальное направление	Осевое направление (°)	Радиус закругления вала или корпуса r_a
0.05	—	—	0.1	0.2	0.05
0.08	—	—	0.16	0.3	0.08
0.1	—	—	0.2	0.4	0.1
0.15	—	—	0.3	0.6	0.15
0.2	—	—	0.5	0.8	0.2
0.3	—	40	0.6	1	0.3
0.3	40	—	0.8	1	0.3
0.6	—	40	1	2	0.6
0.6	40	—	1.3	2	0.6
1	—	50	1.5	3	1
1	50	—	1.9	3	1
1.1	—	120	2	3.5	1
1.1	120	—	2.5	4	1
1.5	—	120	2.3	4	1.5
1.5	120	—	3	5	1.5

Единица измерения: мм

Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (мин.) или r_1 (мин.)	Номинальный внутренний диаметр d		Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (макс.) или r_1 (макс.)		Справочные данные
	свыше	включит.	Радиальное направление	Осевое направление (°)	Радиус закругления вала или корпуса r_a
2	—	80	3	4.5	2
2	80	220	3.5	5	2
2	220	—	3.8	6	2
2.1	—	280	4	6.5	2
2.1	280	—	4.5	7	2
2.5	—	100	3.8	6	2
2.5	100	280	4.5	6	2
2.5	280	—	5	7	2
3	—	280	5	8	2.5
3	280	—	5.5	8	2.5
4	—	—	6.5	9	3
5	—	—	8	10	4
6	—	—	10	13	5
7.5	—	—	12.5	17	6
9.5	—	—	15	19	8
12	—	—	18	24	10
15	—	—	21	30	12
19	—	—	25	38	15

Примечание(1) Для подшипников с номинальной шириной менее 2 мм значение r (макс.) в осевом направлении совпадает с аналогичным значением в радиальном направлении.

Размеры проставки

Размеры стандартных проставок для радиально-упорных шариковых подшипников (серии 19, 10 и 02) приведены ниже:

Дополнительные сведения:

Материал проставки: Сталь (SUJ2) или сталь S##C.

При использовании проставок не параллельность их торцевых поверхностей не должна превышать 0,003 мм.

Серия 19

Стандартные проставки для размерной серии 19 (79, BNR19, BER19, BGR19)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Внешний диаметр	Проставка наружного кольца		Проставка внутреннего кольца		Загружение проставки
			Наружный диаметр ⁽¹⁾	Внутреннее отверстие	Внешний диаметр	Внутреннее отверстие ⁽²⁾	
00	10	22	21.5	17.5	14.5	10.5	0.2
01	12	24	23.5	19.5	16.5	12.5	0.2
02	15	28	27.5	23.5	19.5	15.5	0.2
03	17	30	29.5	25.5	21.5	17.5	0.2
04	20	37	36.5	31.5	26	20.5	0.2
05	25	42	41.5	36	31	25.5	0.2
06	30	47	46.5	41	36	30.5	0.2
07	35	55	54.5	48	42	35.5	0.3
08	40	62	61.5	54.5	47.5	40.5	0.3
09	45	68	67.5	60	53	45.5	0.3
10	50	72	71.5	66	56	50.5	0.3
11	55	80	79.5	72	64	55.5	0.5
12	60	85	84.5	77	68	60.5	0.5
13	65	90	89.5	82	73	65.5	0.5
14	70	100	99.5	91.5	79	70.5	0.5
15	75	105	104.5	96.5	84	75.5	0.5
16	80	110	109.5	101.5	89.5	80.5	0.5
17	85	120	119.5	110	95	85.5	0.5
18	90	125	124.2	116	100	90.5	0.5
19	95	130	129.2	120	106	95.5	0.5
20	100	140	139.2	129	112	100.5	0.5
21	105	145	144.2	133	117	105.5	0.5
22	110	150	149.2	138	122	110.5	0.5
24	120	165	164.2	152	133	120.5	0.5
26	130	180	179.2	166	144	130.8	0.8
28	140	190	189.2	176	154	140.8	0.8
30	150	210	209.2	193	167	150.8	1.0
32	160	220	219.2	213	175	160.8	1.0
34	170	230	229.2	214	188	170.8	1.0
36	180	250	249.2	231	200	180.8	1.0
38	190	260	259.2	242	206	190.8	1.0
40	200	280	279.2	255	225	200.8	1.0

(¹) Что касается проставок наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или разбрызгиванием, величина внешнего диаметра проставки наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

(²) При работе на высоких скоростях, когда значение dmp превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра проставки внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

9. ПРОСТАВКА

Дополнительная информация:

Материал проставки: Сталь (SUJ2) или сталь S##C.

При использовании проставок непараллельность их торцевых поверхностей не должна превышать 0,003 мм.

Серия 10

Стандартные проставки для размерной серии 10 (70, BNR10, BER10, BGR10)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Внешний диаметр	Проставка наружного кольца		Проставка внутреннего кольца		Загружение проставки
			Наружный диаметр ⁽²⁾	Внутреннее отверстие	Внешний диаметр	Внутреннее отверстие ⁽²⁾	
00	10	26	25.5	21.5	14.5	10.5	0.2
01	12	28	27.5	23.5	17	12.5	0.2
02	15	32	31.5	27	20	15.5	0.2
03	17	35	34.5	29.5	23	17.5	0.2
04	20	42	41.5	35	27	20.5	0.3
05	25	47	46.5	40.5	32	25.5	0.3
06	30	55	54.5	47.5	38	30.5	0.5
07	35	62	61.5	54	43	35.5	0.5
08	40	68	67.5	60	48	40.5	0.5
09	45	75	74.5	66	55	45.5	0.5
10	50	80	79.5	71	60	50.5	0.5
11	55	90	89.5	81	66	55.5	0.5
12	60	95	94.5	86	69	60.5	0.5
13	65	100	99.5	91	74	65.5	0.5
14	70	110	109.5	98	83	70.5	0.5
15	75	115	114.5	105	85	75.5	0.5
16	80	125	124.2	112	93	80.5	0.5
17	85	130	129.2	117	99	85.5	0.5
18	90	140	139.2	126	104	90.5	0.8
19	95	145	144.2	131	109	95.5	0.8
20	100	150	149.2	136	114	100.5	0.8
21	105	160	159.2	144	121	105.5	1.0
22	110	170	169.2	153	128	110.5	1.0
24	120	180	179.2	166	136	120.5	1.0
26	130	200	199.2	177	150	130.8	1.0
28	140	210	209.2	190	160	140.8	1.0
30	150	225	224.2	203	172	150.8	1.2
32	160	240	239.2	217	183	160.8	1.2
34	170	260	259.2	230.5	199.5	170.8	1.2
36	180	280	279.2	250	210	180.8	1.2
38	190	290	289.2	261	221	190.8	1.2
40	200	310	309.2	278	232	200.8	1.2

⁽¹⁾ Что касается проставок наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или разбрызгиванием, величина внешнего диаметра проставки наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

⁽²⁾ При работе на высоких скоростях, когда значение $d_{\text{mн}}$ превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра проставки внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

Серия 02

Стандартные проставки для размерной серии 02 (72, BGR02)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Внешний диаметр	Проставка наружного кольца		Проставка внутреннего кольца		Загружение проставки
			Наружный диаметр ⁽¹⁾	Внутреннее отверстие	Внешний диаметр	Внутреннее отверстие ⁽²⁾	
00	10	30	29.5	25	17	10.5	0.3
01	12	32	31.5	27	18	12.5	0.3
02	15	35	34.5	29	21	15.5	0.3
03	17	40	39.5	33	24	17.5	0.3
04	20	47	46.5	39	28	20.5	0.5
05	25	52	51.5	44	33	25.5	0.5
06	30	62	61.5	53	40	30.5	0.5
07	35	72	71.5	62	46	35.5	0.5
08	40	80	79.5	68	52	40.5	0.5
09	45	85	84.5	75	56	45.5	0.5
10	50	90	89.5	80	60	50.5	0.5
11	55	100	99.5	90	65	55.5	0.8
12	60	110	109.5	95	75	60.5	0.8
13	65	120	119.5	105	80	65.5	0.8
14	70	125	124.2	110	85	70.5	0.8
15	75	130	129.2	115	90	75.5	0.8
16	80	140	139.2	125	95	80.5	1.0
17	85	150	149.2	135	105	85.5	1.0
18	90	160	159.2	140	110	90.5	1.0
19	95	170	169.2	150	115	95.5	1.0
20	100	180	179.2	160	125	100.5	1.0
21	105	190	189.2	170	132	105.5	1.0
22	110	200	199.2	175	135	110.5	1.0
24	120	215	214.2	190	145	120.5	1.0
26	130	230	229.2	203	157	130.8	1.2
28	140	250	249.2	220	170	140.8	1.2
30	150	270	269.2	233	189	150.8	1.2

(¹) Что касается проставок наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или разбрызгиванием, величина внешнего диаметра проставки наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

(²) При работе на высоких скоростях, когда значение dmp превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра проставки внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

9. ПРОСТАВКА

Положение распылительной насадки

В нижеследующей таблице приводятся данные о расположении распылительной насадки для систем воздушно-масляного смазывания, смазывания масляным туманом и смазывания разбрызгиванием.

Единица измерения: мм

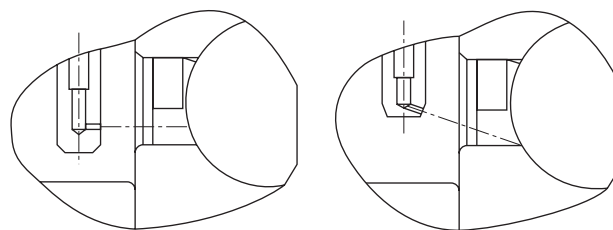
Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Серии 79		Серии 70		Серии 72		N10XXMR (Стандартные серии)		N10XXR (серии ROBUST)	
		ϕA (°)	B	ϕA (°)	B	ϕA (°)	B	ϕA	B	ϕA	B
00	10	14.5	0.4	16.1	0.5	18.1	0.5	—	—	—	—
01	12	16.5	0.4	18.3	0.5	19.6	0.5	—	—	—	—
02	15	20.0	0.5	21.3	0.5	22.6	0.7	—	—	—	—
03	17	21.8	0.5	23.5	1.0	25.9	0.7	—	—	—	—
04	20	26.1	0.5	28.2	1.0	30.5	1.0	—	—	—	—
05	25	31.1	0.5	32.9	1.0	35.5	1.0	—	—	—	—
06	30	36.1	0.5	39.5	1.0	42.4	1.0	39.7	1.2	—	—
07	35	42.6	0.5	44.6	1.0	49.2	0.7	45.4	1.5	—	—
08	40	47.9	0.5	50.0	1.0	55.5	0.7	50.6	1.5	—	—
09	45	53.4	0.5	55.6	1.0	60.2	0.7	56.5	2.0	60.0	0.6
10	50	57.9	0.5	60.6	1.0	65.2	1.0	61.5	2.0	64.5	1.3
11	55	64.0	0.5	67.3	1.0	72.0	1.0	69.2	2.5	71.0	1.2
12	60	69.0	0.5	72.5	1.0	79.0	0.7	74.3	2.5	76.5	1.2
13	65	74.0	0.5	77.5	1.0	86.2	0.7	79.2	2.5	81.5	1.2
14	70	80.9	0.7	83.7	1.0	90.9	0.7	86.6	3.0	89.0	1.5
15	75	85.5	0.7	89.4	1.0	95.9	0.7	90.0	2.5	94.5	1.5
16	80	90.5	0.7	96.5	1.0	102.8	0.7	98.5	3.0	101.0	2.0
17	85	98.8	0.7	101.5	1.0	109.8	1.0	103.5	3.0	106.0	2.0
18	90	102.8	0.7	108.6	1.0	116.7	1.0	109.0	3.0	—	—
19	95	107.7	0.7	113.3	1.0	123.6	1.0	115.5	2.5	—	—
20	100	116.0	0.7	118.6	1.0	130.6	1.0	119.0	2.5	—	—
21	105	119.5	0.7	125.1	0.7	137.4	1.0	125.5	3.0	—	—
22	110	124.5	0.7	131.9	0.7	144.4	1.0	134.0	3.0	—	—
24	120	136.3	0.7	142.3	0.7	156.3	1.0	142.0	3.0	—	—
26	130	149.3	0.7	156.2	1.0	168.9	1.0	156.0	4.5	—	—
28	140	158.1	0.7	165.7	2.5	182.6	1.0	168.0	4.5	—	—
30	150	171.8	0.7	178.1	2.5	196.5	1.0	—	—	—	—
32	160	181.8	0.7	190.4	2.5	—	—	—	—	—	—
34	170	191.8	0.7	203.4	2.5	—	—	—	—	—	—
36	180	205.6	0.7	217.1	2.5	—	—	—	—	—	—
38	190	215.4	0.7	227.1	2.5	—	—	—	—	—	—
40	200	229.0	0.7	240.9	2.5	—	—	—	—	—	—

(°) В соответствии со стандартом DIN 628-6.

(Внимание)

- При эксплуатации подшипников с обычной рабочей скоростью должного качества смазывания можно достичь путем расположения внутреннего отверстия насадки вдоль боковой поверхности подшипника и нацеливания ее непосредственно во внутреннюю часть подшипника на уровне внутреннего кольца. При операциях, проводимых с постоянной высокой скоростью, лучше всего расположить внутреннее отверстие насадки так, чтобы смазочный материал попадал во внутреннюю часть подшипника под углом $15^\circ - 20^\circ$. Подробную информацию по этому вопросу Вы можете получить, обратившись в компанию NSK.
- Для предупреждения сильного вязкого трения масла, способного привести к повреждению области скольжения подшипника, необходим сброс масл.
- Для обеспечения фильтрации масла, поступающего в систему смазывания, рекомендуется использовать фильтр максимум на 5 микрон.

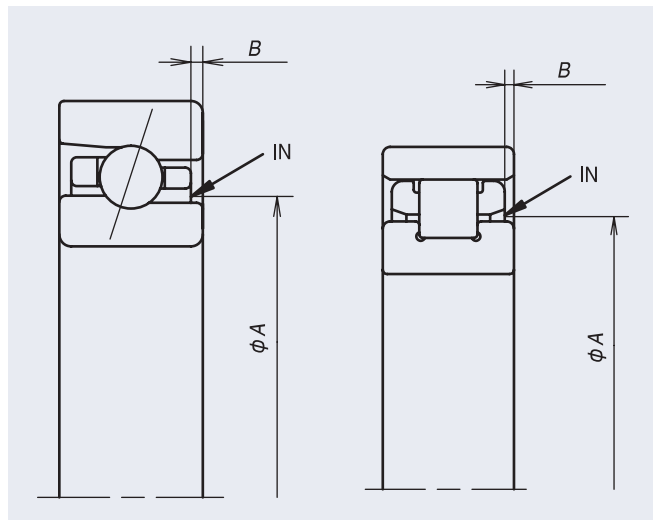
Рис. 9.1 Угол насадки



Единица измерения: мм

Номинальный внутренний диаметр подшипника	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B
6	—	—	—	—	—	—	9.0	0.4	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	10.5	0.4	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	12.0	0.5	—	—	—	—
10	—	—	—	—	13.5	0.4	14.5	0.5	17.0	1.0	—	—
12	—	—	—	—	15.5	0.4	16.5	0.5	18.0	0.5	—	—
15	—	—	—	—	18.5	0.5	20.0	1.0	21.0	1.0	—	—
17	—	—	—	—	20.5	0.5	22.5	1.5	24.0	0.5	—	—
20	—	—	—	—	25.0	0.8	26.5	0.8	28.3	0.5	—	—
25	31.0	0.5	—	—	30.0	0.8	31.5	0.8	33.2	1.0	—	—
30	35.5	0.5	39.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
35	42.0	0.5	44.5	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
40	48.0	0.5	50.0	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—
45	53.0	0.5	55.5	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
50	57.5	0.5	60.5	1.7	—	—	—	—	—	—	60.5	0.9
55	63.5	0.5	67.5	1.5	—	—	—	—	—	—	67.5	0.7
60	68.5	0.5	73.0	1.5	—	—	—	—	—	—	73.5	0.7
65	73.5	0.5	77.5	1.5	—	—	—	—	—	—	77.5	0.7
70	80.5	0.7	84.0	1.7	—	—	—	—	—	—	84.0	0.7
75	85.0	0.7	89.0	1.7	—	—	—	—	—	—	89.0	0.7
80	90.5	0.7	96.0	1.7	—	—	—	—	—	—	96.0	0.9
85	98.5	0.7	102.0	1.7	—	—	—	—	—	—	102.0	0.9
90	102.0	0.7	109.0	1.7	—	—	—	—	—	—	108.5	1.2
95	107.0	0.7	112.0	1.7	—	—	—	—	—	—	112.5	1.2
100	113.5	0.7	118.5	2.5	—	—	—	—	—	—	118.5	1.7
105	119.0	0.7	125.0	1.7	—	—	—	—	—	—	126.0	1.4
110	124.0	0.7	132.5	1.7	—	—	—	—	—	—	132.5	1.2
120	136.0	0.7	143.0	1.7	—	—	—	—	—	—	142.5	1.2
130	149.0	0.7	156.5	1.7	—	—	—	—	—	—	155.5	1.7
140	157.5	0.7	166.0	1.7	—	—	—	—	—	—	167	1.7
150	171.5	0.7	178.5	1.7	—	—	—	—	—	—	179.5	1.9
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	2.0
170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	205	1.7
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218	2.0
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	228	2.0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242	2.2

Рис. 9.2 Положение и направление распылительной насадки





Уход за под

Уход за подшипниками

1. Установка 178-191
 1. Очистка подшипников и сопрягаемых деталей.
 2. Проверка размеров сопрягаемых деталей.
 3. Операции монтажа.
 4. Осмотр после монтажа.
2. Операции начальной приработки 192-193
3. Техническое обслуживание и осмотр 194-197

ПОДДШИПНИКАМИ

Введение

Операция монтажа

Способ монтажа подшипников качения в значительной мере влияет на их точность, долговечность и рабочие характеристики. Инженерам и конструкторам необходимо тщательно проанализировать существующие методики по уходу за подшипниками и стандартизировать следующие процедуры:

1. Очистку подшипников и сопрягаемых деталей.
2. Проверку размеров сопрягаемых деталей.
3. Операции монтажа.
4. Осмотр после монтажа.

Распаковывать подшипники следует непосредственно перед началом монтажа. Однако подшипники для инструментов или для выполнения операций в высокоскоростном режиме нужно сначала очистить беспримесным фильтрованным маслом, чтобы удалить с них антикоррозийное средство.

После очистки подшипников фильтрованным маслом следует принять меры по защите их от коррозии. Предварительно смазанные подшипники нужно использовать без проведения очистки.

Методы установки подшипников могут быть различными и зависят от типа подшипника и вида посадки.

Так как прецизионные подшипники широко применяются для торсионных валов, их внутренним кольцам требуется плотная посадка.

Подшипники с цилиндрическими внутренними отверстиями обычно устанавливаются с помощью прессы (прессовая посадка) или нагревания с целью расширения внутренних колец (горячая посадка). Наружное кольцо, как правило, вставляется в корпус при свободной посадке. Если наружное кольцо имеет посадку с натягом, можно использовать пресс.

Меры предосторожности для корректного обращения с подшипниками

Поскольку подшипники качения являются компонентами высокоточных машин, с ними нужно обращаться соответственно.

Даже при использовании подшипников самого высокого качества нельзя достичь ожидаемой от них эффективности без надлежащего ухода за ними. Необходимо соблюдать следующие основные меры предосторожности:

■ Содержите подшипники и окружающее их пространство в чистоте.

Даже невидимые невооруженным глазом инородные частицы оказывают на подшипники неблагоприятное воздействие. Старайтесь предотвращать попадание в

подшипники грязи и частиц износа, поддерживая чистоту производственной среды.

■ Обращайтесь с подшипниками осторожно

Берегите подшипники от сильных ударов. Ударные нагрузки могут привести к образованию царапин или другим повреждениям подшипника, повышая вероятность его выхода из строя. Очень сильное сотрясение может привести к бринеллированию, появлению разломов или трещин.

■ Используйте специально предназначенные инструменты

При уходе за подшипниками всегда применяйте специально предназначенное для этого оборудование. Не используйте инструменты общего назначения.

■ Предотвращайте коррозию

Проведение операций с подшипниками голыми руками может привести к коррозии поверхностей подшипников из-за присутствующей на коже кислотной влаги и других загрязняющих веществ.

Работая с подшипниками, следите за чистотой рук и по возможности надевайте беспыльные перчатки. Принимайте меры по предупреждению ржавления подшипников, вызываемого влагой и агрессивными газами.

Способ хранения

■ Хотя подшипники покрывают антикоррозийным средством, а затем изолируют и упаковывают, целиком избежать воздействия окружающего их воздуха невозможно. Храните подшипники в сухом месте и не подвергайте их воздействию влаги и сырости.

■ Подшипники следует хранить в чистом, сухом и хорошо проветриваемом месте, защищенном от прямых солнечных лучей. Храните подшипники в ящике или на полках, расположенных на высоте по меньшей мере в 30 см от пола.

■ При распаковке подшипников для входного контроля примите меры для предупреждения их ржавления и загрязнения. После окончания контроля последуйте приведенным выше рекомендациям в целях обеспечения надлежащих условий хранения.

1. Очистка подшипников.

Новые подшипники имеют антикоррозийное покрытие для предохранения от пыли и защиты при транспортировке.

После распаковки для удаления антикоррозийного средства подшипники необходимо очистить.

Некоторые виды подшипников, например, герметично закрытые или предварительно смазанные, можно использовать без выполнения процедуры очистки.

■ Метод очистки ■

■ Метод очистки ■

1. Для очистки подшипников используйте керосин или легкое масло.
2. Проводите предварительный и окончательный этапы очистки в отдельных емкостях. В каждой емкости должна присутствовать решетка для предотвращения непосредственного контакта подшипников с какими бы то ни было осевшими на дно емкости загрязняющими веществами.
3. Избегайте вращения подшипников в емкости для предварительной очистки. Очистку наружных поверхностей проводите щеткой. По окончании очистки поместите подшипники в емкость для окончательной очистки.
4. В процессе окончательной очистки вращайте подшипники рукой. Убедитесь в том, что чистящая жидкость в емкости для окончательной очистки остается свободной от примесей.
5. После очистки удалите оставшуюся в подшипниках чистящую жидкость. Подшипники, предназначенные для смазывания консистентной смазкой, следует наполнить этим видом смазки. Смазываемые маслом подшипники следует установить на шпиндель механического станка, при этом стараясь их не проворачивать. Перед установкой покройте внутренние и внешние поверхности подшипников тонким слоем смазочного масла.

2. Проверка размеров сопрягаемых деталей.

Осмотр вала и корпуса

- Поверхности сопрягаемых корпуса и вала следует очистить и проверить на предмет наличия деформаций и неровностей.
- Необходимо проверить размеры внутренних отверстий корпуса и вала, чтобы подтвердить соответствие

предполагаемой посадки внутреннему и внешнему диаметру подшипника. Рекомендуемые посадки для валов и внутренних отверстий корпусов показаны на стр. 166.

- Проведите измерения и поместите подшипники в камеру с автоматическим регулированием температуры. Не трогайте детали до тех пор, пока температура не стабилизируется. Пользуясь микрометром или калибром для измерения цилиндров, сделайте замеры в нескольких точках, чтобы удостовериться в отсутствии существенных отклонений в значениях измерений. Положения, рекомендуемые для измерения точности вала и внутреннего отверстия корпуса, показаны на стр. 167.

Осмотр проставок

Рекомендуется, чтобы значение непараллельности торцевых поверхностей проставки шпинделя станка не превышало 0,003 мм. Если непараллельность проставки превысит рекомендуемое значение, это приведет к неточности операций и шуму в подшипниках.

3. Процесс монтажа.

Очищенные подшипники, смазываемые консистентной смазкой или воздушно-масляным методом (масляным туманом), устанавливаются на вал и в отверстие корпуса. Метод установки зависит от требований посадки к внутреннему и наружному кольцам. Обычно в станках вращается внутреннее кольцо подшипника. Поэтому его, как правило, запрессовывают. При этом подшипники с цилиндрическими отверстиями обычно нагревают перед установкой, чтобы внутреннее кольцо расширилось (горячая посадка).

Наружные кольца устанавливаются с некоторым зазором, так что необходимости в инструментах для сборки обычно не возникает. Корпус можно нагреть, что в значительной мере облегчит установку.

Подшипники с коническими внутренними отверстиями можно устанавливать непосредственно на конический вал. Что касается высокоскоростного режима работы, то для достижения точности радиального зазора при сборке рекомендуется применять калибры GN. На стр. 184 приводятся сведения по использованию этого вида калибров.

3.1. Монтаж подшипников с цилиндрическими внутренними отверстиями.

(1) Прессовая посадка

Способ посадки с помощью прессы широко используется в монтаже небольших подшипников. Вначале покройте тонким слоем смазки поверхность сопрягаемого вала, чтобы уменьшить требуемое для прессовой посадки усилие.

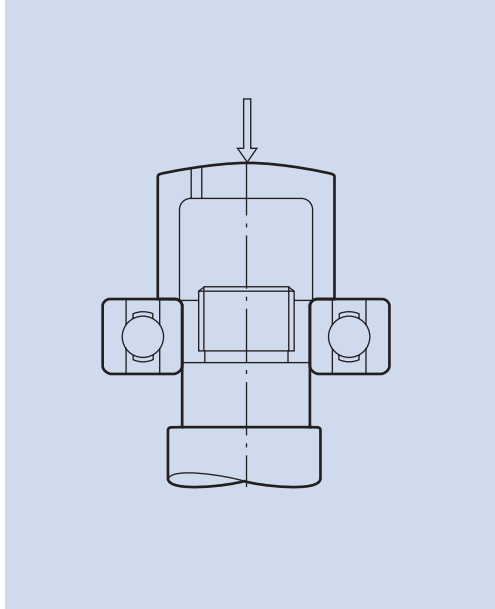
Затем расположите монтажный инструмент так, чтобы он упирался во внутреннее кольцо, как показано на рис. 1.1. Для надежной посадки и прижима подшипника к заплечику вала обеспечьте постоянное давление на монтажный инструмент.

Не применяйте способ прессовой посадки на вал путем давления на наружные кольца, поскольку это может вызвать повреждение подшипника.

Кроме того, не применяйте для установки прецизионных подшипников молоток.

Что касается разъемных подшипников, к примеру, цилиндрических роликовых, их внутренние и наружные кольца можно устанавливать на вал и в корпус отдельно. При их сборке особо тщательно следите за тем, чтобы правильным образом выровнять внутреннее и наружное кольца. Небрежная или грубая сборка может привести к образованию царапин на поверхностях контакта качения.

Рис. 1.1 Прессовая посадка внутреннего кольца.



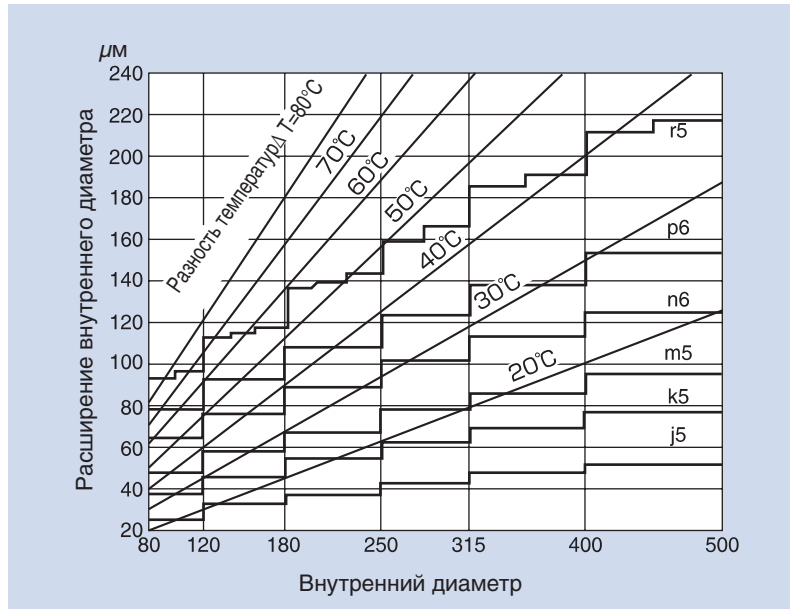
(2) Горячая посадка

Так как прессовая посадка крупных подшипников требует больших усилий, широко используется метод горячей посадки. Сначала подшипник нагревают, чтобы расширить внутреннее кольцо перед тем, как устанавливать его на вал. С помощью этого метода предотвращается вероятность приложения к подшипникам чрезмерного усилия и появляется возможность их ускоренного монтажа.

Расширение внутреннего кольца в зависимости от температуры и размера подшипника показано на рис.1.2. При горячей посадке необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Не нагревайте подшипники больше чем до 120°C.
2. Нагрейте подшипники на 20°C - 30°C выше минимальной, требуемой для сводного монтажа температуры, так как в течение установки внутреннее кольцо немного охладится.
3. После монтажа подшипники, охладившись, сожмутся как в осевом, так и в радиальном направлениях. Поэтому подшипник следует загнать до упора в плечо вала и зафиксировать, устранив какой бы то ни было зазор между подшипником и плечом вала

Рис. 1.2 Температура и тепловое расширение внутреннего кольца.



3.2. Меры предосторожности при монтаже радиально-упорных шариковых подшипников

Вследствие конструктивных особенностей радиально-упорный шариковый подшипник может держать нагрузки только в одном направлении. Поэтому, при установке радиально-упорных шариковых подшипников на вал и в корпус следует избегать приложения нагрузок в неверном направлении.

Обратите особое внимание на порядок многорядного монтажа подшипников. При компоновках "спина к спине" и "лицо к лицу" порядок их установки отличаются.

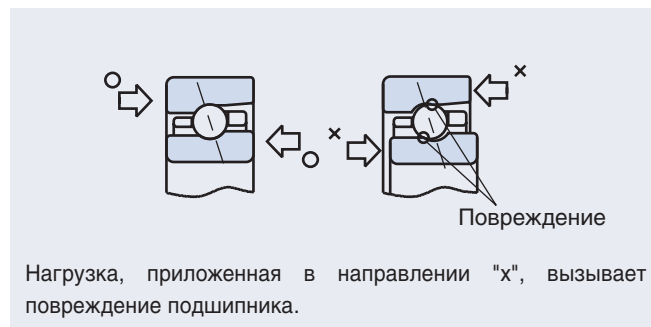
Компоновка "спина к спине" - 2 подшипника:

- ① Запрессуйте подшипник на вал.
- ② Затяните контргайку подшипника, задавая тем самым преднатяг.
- ③ Вставьте вал с подшипником в корпус и установите крышку.

Компоновка "лицо к лицу" - 2 подшипника:

- ① Запрессуйте подшипник в корпус.
- ② Закрепите защитное покрытие, задавая тем самым преднатяг.
- ③ Вставьте вал во внутреннее кольцо и затяните контргайку подшипника.

Рис. 1.3 Направление нагрузки для радиально-упорных шариковых подшипников



Нагрузка, приложенная в направлении "x", вызывает повреждение подшипника.

Рис. 1.4 Монтаж компоновки "спина к спине" - 2 подшипника

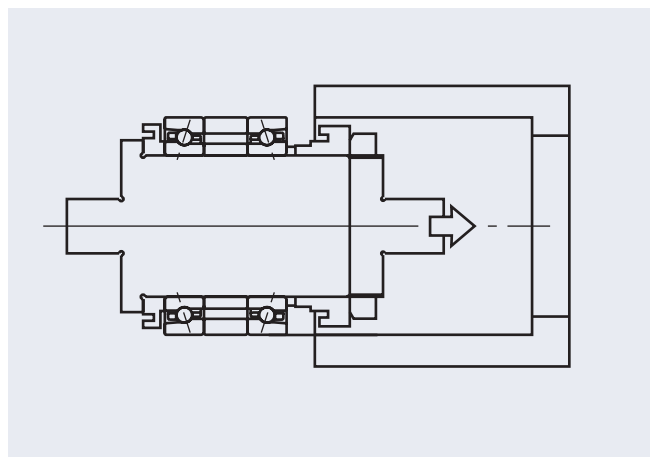
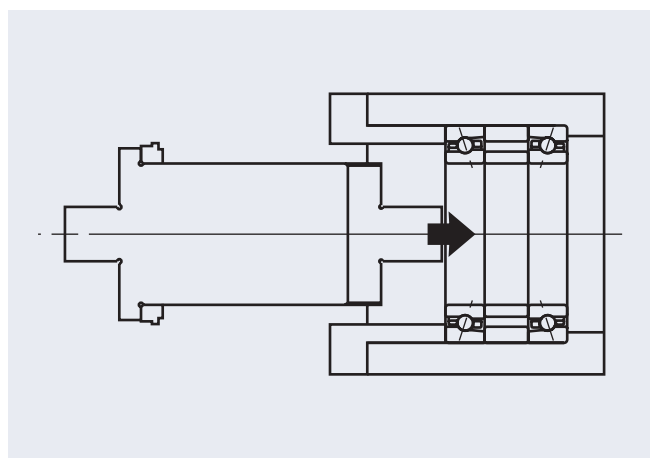


Рис. 1.5 Монтаж компоновки "лицо к лицу" - 2 подшипника



При разборке измените порядок действий на прямо противоположный.

1. МОНТАЖ

3.3. Закрепление подшипника

(1) Закрепление внутреннего кольца

Внутреннее кольцо обычно закрепляют на валу посредством затягивания контргайки подшипника, соблюдая при этом перпендикулярность между резьбой и торцевой поверхности подшипников, что является очень важным условием. Даже если точность, как взятый в отдельности компонент, является оптимальной, зазор между валом и контргайкой может привести к биению последней, в результате чего вал и подшипник согнутся. (см. Рис. 1.21, стр. 189) Следовательно, для обеспечения постоянной точности хода необходима подгонка.

Кроме того, важно затянуть контргайку полностью, чтобы устранить всякую возможность ее ослабления. Сведения об опорном моменте вращения для контргаек подшипников приводятся в таблице 1.1.

Существует риск разбалансировки вследствие торцевой обработки и биения контргайки или небольшой неточности сопряжения деталей. В высокоскоростных и высокоточных шпинделях станочного оборудования широко применяются втулки, которые крепят подшипник к валу при посадке с сильным натягом между валом и отверстием втулки. Однако, спустя какое-то время, при непрерывной эксплуатации натяг втулки начинает ослабевать, вследствие чего его необходимо подвергать периодической проверке.

При использовании широкой проставки при многорядной компоновке радиально-упорных шариковых подшипников и наличии избыточного опорного момента затяжки контргайки проставка внутреннего кольца может деформироваться и повисить преднатяг выше ожидаемого уровня. Необходимо учитывать вероятность такой деформации при задании преднатяга.

(2) Закрепление внешнего кольца

Крышка с отверстиями для болтов используется в основном для закрепления наружного кольца подшипника в осевом направлении. Если болт затянуть чересчур сильно, или же неравномерно затянуть комбинацию болтов, то наружное кольцо подшипника может деформироваться.

К примеру, на рис. 1.6 изображена вероятная деформация внешнего диаметра наружного кольца, вызванная неравномерной затяжкой болтов крышки, при давлении на торцевую поверхность наружного кольца, как на направляющее кольцо.

На рис. 1.7 отображен пример слабой затяжки болтов крышки для подшипника фиксированной опоры, вызвавшей деформацию наружного кольца.

На рис. 1.8 показана деформация поверхности дорожки качения наружного кольца, вызванная затяжкой двухрядного цилиндрического роликового подшипника.

Степень деформации зависит от зазора сопрягаемых деталей. Рекомендуется отрегулировать зазор между крышкой и торцевой поверхностью корпуса в диапазоне значений от 0,01 до 0,05 мм, прежде чем полностью закручивать болты.

Рис. 1.6 Деформация поверхности дорожки качения, вызванная чрезмерной затяжкой

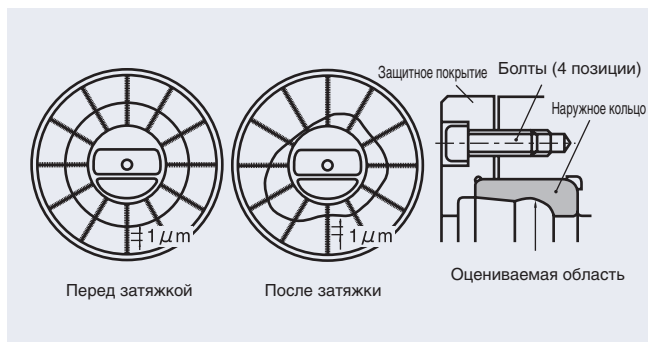


Рис. 1.7 Деформация поверхности дорожки качения, вызванная чрезмерной затяжкой.

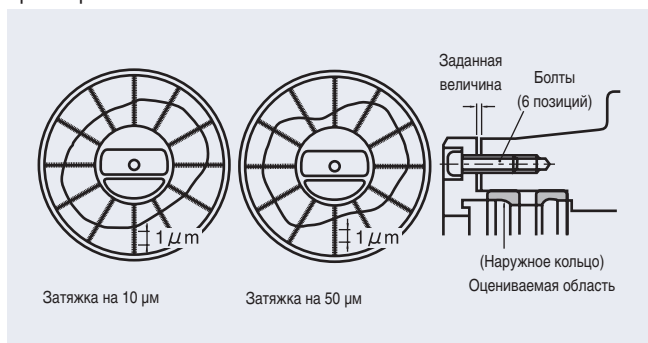


Рис. 1.8 Деформация наружного кольца двухрядного цилиндрического роликового подшипника, вызванная чрезмерной затяжкой.

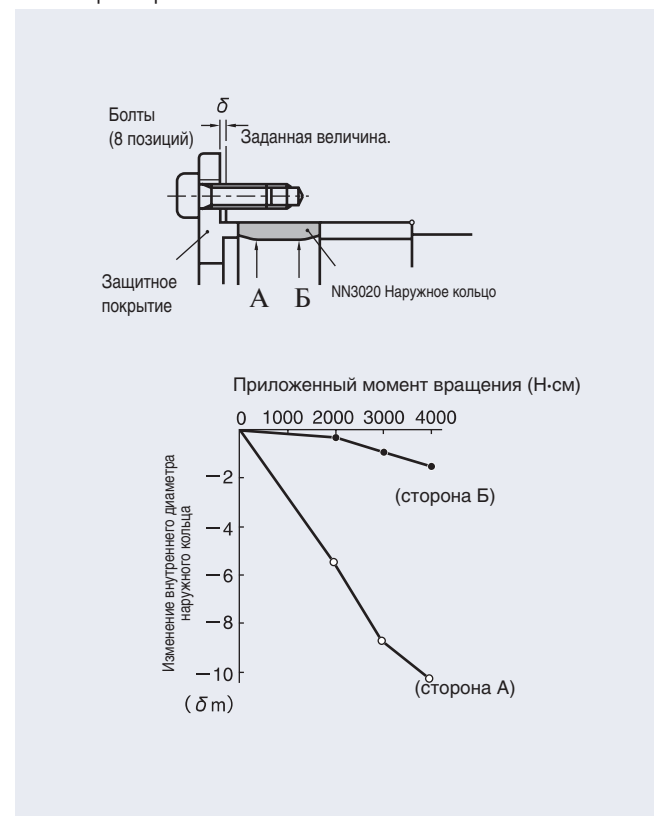


Таблица 1.1 Момент затяжки контргайки подшипника и зазор между крышкой и корпусом.

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	Сила затяжки контргайки (Н)	Значение момента затяжки контргайки (Н·м)	Зазор между крышкой и корпусом (мм)
20	4 900	17	0.01 ~0.03
25		21	
30		25	
35	9 800	57	
40		64	
45		72	
50		80	
55		132	
60	14 700	142	
65		153	
70		166	
75		176	
80		251	
85		267	
90	19 600	281	
95		296	
100		311	
105		327	
110		343	
120		371	
130		403	
140	29 400	649	0.03 ~0.05
150		695	
160		745	
170		796	
180		841	
190		886	
200		932	
220	39 200	—	
240		—	
260		—	
280		—	
300		—	

При увеличении посадки с натягом в условиях высокоскоростных режимов необходимо повышать и величину момента затяжки, прилагаемого к контргайке.

■ Уравнение преобразования момента затяжки контргайки.

$$T = 0.5F(d_p \cdot \tan(\rho^* + \beta) + d_w \cdot \mu_w) \quad [\text{Н} \cdot \text{мм}]$$

Значения момента затяжки контргайки в таблице рассчитаны с коэффициентом трения 0,15.

T : Момент затяжки контргайки [Н·мм]
 F : Сила затяжки контргайки [Н]
 d_p : Эффективный диаметр контргайки [мм]
 ρ^* : Угол трения поверхности контргайки
 $\rho^* = \tan^{-1} \mu_s$
 μ_s : Коэффициент трения поверхности контргайки
 d_w : Эквивалентный диаметр момента трения поверхности контргайки (мм)
 μ_w : Коэффициент трения поверхности контргайки

■ Уравнение повышения усилия

$$K = \mu \cdot \rho_m \cdot \pi \cdot d \cdot B \quad [N]$$

$$P_m = \frac{E \Delta d (1 - k^2)(1 - k_f^2)}{2 d (1 - k^2 k_f^2)}$$

μ : Коэффициент трения на посадочной поверхности [=0,12]
 ρ_m : Давление поверхности [МПа]
 d : Диаметр вала [мм]
 B : Ширина подшипника [мм]
 Δd : Эффективный натяг [мм]
 E : Модуль упругости стали [МПа]
 k : Степень толщины стенки [$k = d/D$]
 D_i : Диаметр дорожки качения внутреннего кольца [мм]
 k_0 : Степень толщины стенки полого вала ($k_0 = d_0/d$)
 d_0 : Внутренний диаметр полого вала [мм]

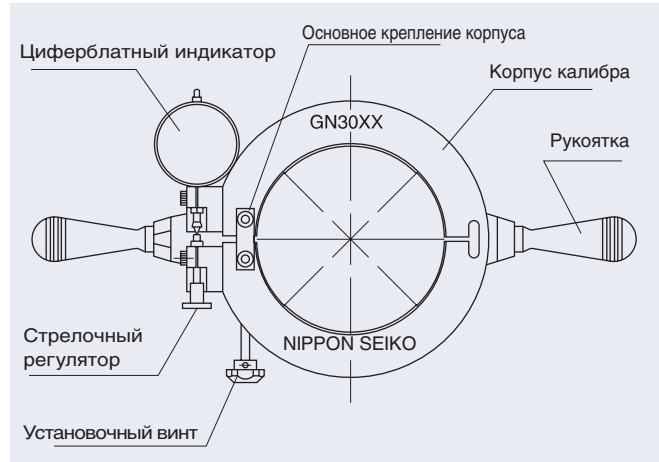
3.4 Монтаж цилиндрических роликовых подшипников

(1) Измерение радиального зазора цилиндрического роликового подшипника

Калибр GN - это инструмент, предназначенный для подгонки конического хвостовика вала к коническому внутреннему отверстию подшипника при установке цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием на шпиндель механического станка. После установки калибр GN используется для точного контроля радиального внутреннего зазора подшипника. Данный инструмент особенно эффективен при проведении замеров у цилиндрического роликового подшипника с радиальным преднатягом.

На рис. 1.9 показаны составные части калибра GN.

Рис. 1.9 Калибр GN



Способ применения калибра GN

① Установка наружного кольца в корпус.

Рекомендуемая посадка между наружным кольцом и корпусом составляет:

зазор 2 μm - натяг 2 μm

② Установка цилиндрического калибра на ноль

Убедитесь, что у наружного кольца (вставленного в корпус), внутреннего кольца и вала одинаковая температура. Затем измерьте внутренний диаметр наружного кольца в четырех или более разных точках. Определите среднее значение измерений и установите цилиндрический калибр на ноль (рис. 1.10).

③ Регулировка вписанного диаметра калибра GN

Ослабьте болт основного крепления корпуса калибра GN. Приложите цилиндрический калибр к поверхности вписанного диаметра калибра GN и отрегулируйте установочный винт до нулевого значения на циферблате цилиндрического калибра (См. этап ②)(Калибр GN следует использовать в вертикальном положении во избежание неточностей, которые могут возникнуть вследствие веса самого калибра.)

④ Корректировка калибра GN

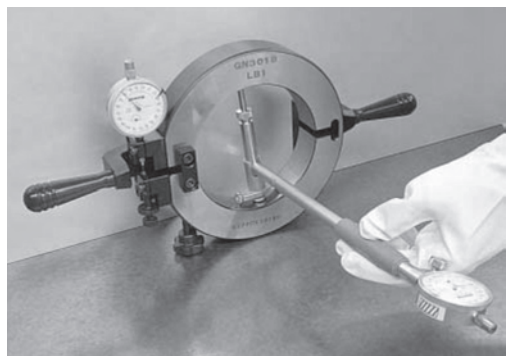
Применяя полученные в ходе этапа ③ результаты, используйте стрелочный регулятор на циферблатном индикаторе для того, чтобы перевести стрелку калибра GN в область красной отметки и тем самым откорректировать калибр. Убедитесь, что короткая стрелка на циферблате находится в районе цифры 2.

(Корректировка калибра вводит поправку на упругую деформацию ролика благодаря измерению давления на калибр. Величина корректировки конкретного калибра определяется при поставке).

Рис. 1.10 Установка цилиндрического калибра на ноль



Рис. 1.11 Регулировка вписанного диаметра калибра GN



⑤ Установка внутреннего кольца

Установите внутреннее кольцо на вал и слегка затяните контргайку. К этому моменту подшипники должны быть очищены, но еще не покрыты слоем смазки.

⑥ Установка калибра GN

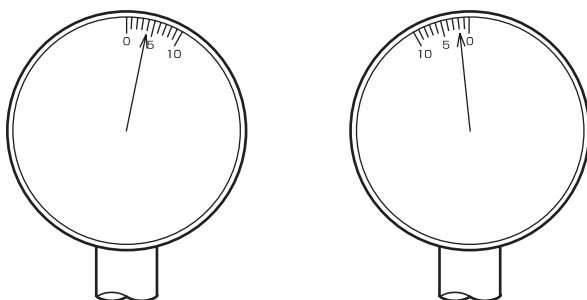
Отрегулируйте установочный винт на калибре GN (0,2 - 0,3 мм на циферблате) для разброса значений круговой шкалы на калибре GN. Калибр GN расположен в центре внутреннего кольца, а установочный винт ослаблен.

⑦ Снятие показаний шкалы

В этот момент нужно снять показания шкалы циферблатного индикатора калибра GN.

Пример 1: Полусдвиг круговой шкалы с нуля по часовой стрелке обозначает положительный зазор.

Пример 2: Полусдвиг круговой шкалы с нуля против часовой стрелки обозначает отрицательный зазор.



Пример 1: Если стрелка показывает на цифру "4" в направлении по часовой стрелке, то величина радиального зазора равняется +0,002 мм

Пример 2: Если стрелка показывает на цифру "2" в направлении против часовой стрелки, то величина радиального зазора равняется -0,001 мм

⑨ Регулировка

В дополнение к действиям, совершенным на этапе ⑥, используйте винт для разброса круговой шкалы калибра GN. Выньте калибр из внутреннего кольца и закрутите контргайку. Повторяйте этапы ⑥ - ⑧ до тех пор, пока на шкале циферблатного индикатора не появится целевое значение зазора.

Подгонка проставки

Измерьте зазор между плечом вала и торцевой поверхностью стороны большого диаметра подшипника NN30XXKR, используя плиточный калибр. Снимите измерения в более чем трех точках окружности для получения среднего значения и окончательной ширины проставки для этого значения.

Рис. 1.12 Введение внутреннего кольца

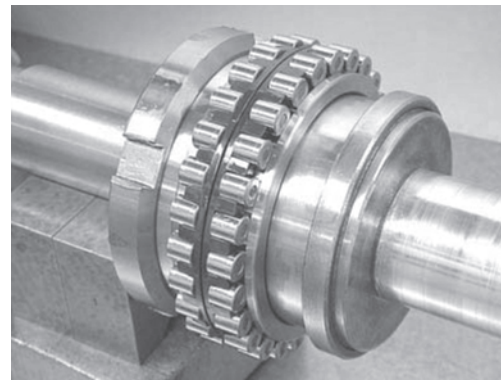


Рис. 1.13 Установка калибра GN

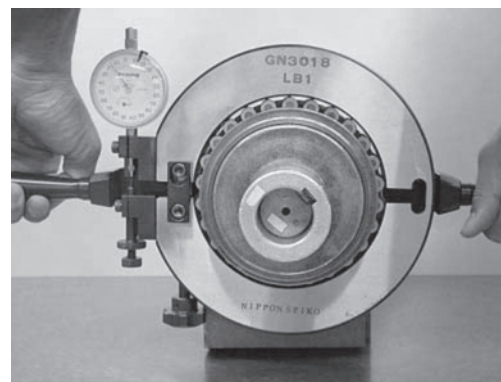
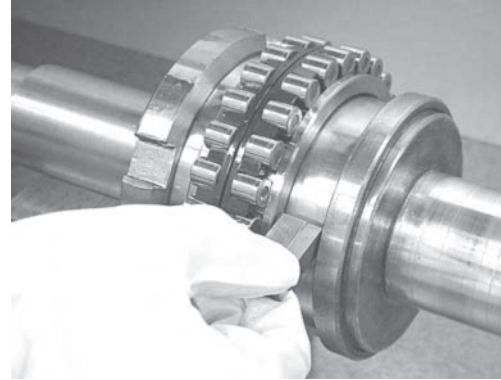


Рис. 1.14 Снятие показаний шкалы



Рис. 1.15 Измерение ширины проставки



1. МОНТАЖ

(2) Измерение радиального зазора цилиндрических роликовых подшипников (без применения калибра GN)

Если Вы не используете калибр GN, необходимо отрегулировать ширину проставки с учетом следующих двух параметров:

- Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие установки в корпус (Δr_e)
- Расширение диаметра дорожки качения внутреннего кольца вследствие посадки, что включает и коэффициент полого вала. (Δr_i)

■ Вычисление Δr

Окончательный размер проставки (L_a), используемый для задания после сборки радиального зазора Δr , можно рассчитать следующим образом:

$$L_a = L - K (\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e)$$

Таблица 1.2 Коэффициент полого вала и коэффициент K

Коэффициент полого вала k_0	Коэффициент K
45–55%	14
55–65%	15
65–75%	16

■ Вычисление Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h,$$

когда $\Delta r_e \geq 0$, примем $\Delta r_e = 0$

L_a : Окончательный размер проставки для задания после сборки радиального зазора
 L : Ширина плиточного калибра (результат измерений этапа ⑤, описанного на стр. 187).
 Δr_m : Движение наружного кольца в радиальном направлении (результат измерений этапа ④, описанного на стр. 187).
 Δr : Радиальный зазор после сборки
 Δr_e : Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие установки
 K : Коэффициент (преобразованное значение, включающее сжатие полого вала под 1/12 коническое отверстие)
 k_0 : $A/B \times 100$
A: Внутренний диаметр вала B: Внешний диаметр вала

D_h : Внутренний диаметр корпуса
 D : Внешний диаметр наружного кольца (см. ведомость входного контроля подшипника)
 h : Степень сжатия диаметра дорожки качения наружного кольца (0,62 для подшипников серий NN30 и N10)
(0,7 для подшипников серий NN39 и NN49)

Измерение радиального зазора Δr_m

- ① Установите внутреннее кольцо на конический участок вала. (На этой стадии следует удалить смазку с конического участка вала и внутренней поверхности внутреннего кольца с помощью органического растворителя.)
- ② Расположите наружное кольцо на описанной роликами окружности и примените циферблатный индикатор к внешнему диаметру наружного кольца.
- ③ Затяните проставку и контргайку для расширения внутреннего кольца (рис. 1.16).
- ④ Подвигайте наружное кольцо вверх-вниз и замерьте радиальное движение наружного кольца с помощью циферблатного индикатора (*1). Повторяйте этапы ③ и ④ до тех пор, пока зазор наружного кольца (Δr_m) не примет значение, приблизительно равное 0,005 мм (*2), (рис. 1.17).
- ⑤ Когда значение Δr_m будет равняться приблизительно 0,005 мм, измерьте расстояние от плеча вала до торцевой поверхности внутреннего кольца (Размер L), используя плиточный калибр и толщиномер (*3), (рис. 1.18).

Примечания:

(*1) Если измерение займет слишком много времени, температура наружного кольца может подняться до температуры тела, что повлечет за собой ошибку в измерениях. Для произведения быстрого замера рекомендуется использовать перчатки.

(*2) Если зазор получается слишком большим, наружное кольцо при надавливании на него рукой может деформироваться в эллипс. Это повлечет за собой ошибку в измерениях. Следовательно, приемлемым является значение зазора 0,005 мм (0,005 мм - это целевое значение, но допустима и величина 0,001 - 0,002 мм).

(*3) Значение параметра L измеряется следующим образом: плиточный калибр вставляется в левую половину области, показанной на рис. 1.18. (Измерение возможно благодаря возникновению наклона между плечом вала и торцевой поверхностью внутреннего кольца).

Рис. 1.16 Введение наружного кольца

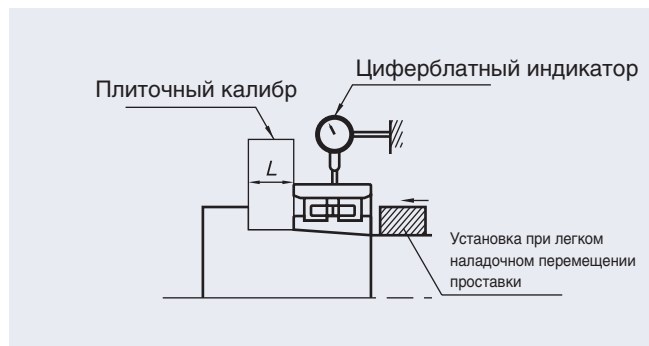


Рис. 1.17 Измерение движения наружного кольца

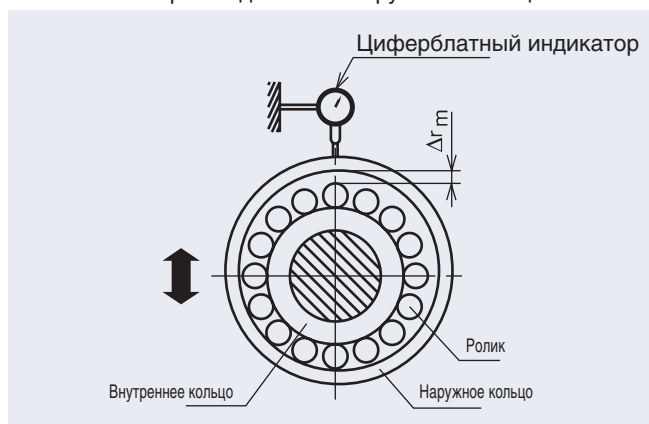
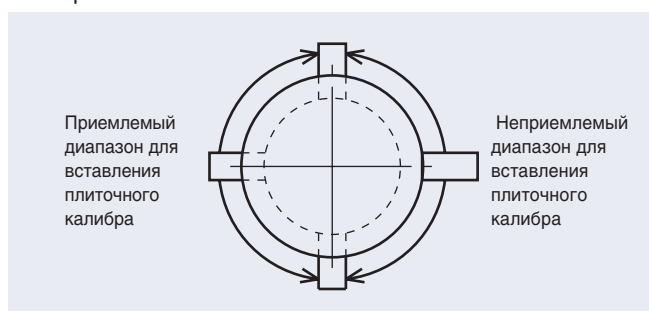


Рис. 1.18 Измерение ширины при помощи плиточного калибра



(Пример вычисления)

Задание значения радиального зазора $\Delta r = -0,002$ мм для подшипника NN3020MBKR после сборки.

- Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие применения: $\Delta r_e = -0,004$ (Натяг) (Когда $\Delta r_e \geq 0$ примем $\Delta r_e = 0$)
- ④ Движение наружного кольца (значение измерения, проводимого на этапе ④). $\Delta r_m = 0,007$ мм
- ⑤ Ширина плиточного калибра (значение измерения, проводимого на этапе ⑤). $L = 20,55$ мм

Окончательный размер ширины проставки

$$L_1 = 20,55 - 15 \times (0,007 - (-0,002) - 0,004)$$

$$= 20,55 - 0,076$$

$$= 20,476$$

Обратите внимание на знаки

3.5. Наполнение консистентной смазкой

Операция наполнения подшипников смазкой после очистки

Во время начальной обкатки подшипника температура может резко подняться из-за неправильного наполнения подшипников смазкой. Это может привести к удлинению периода приработки, а также заеданию и повреждению подшипников. Правильное выполнение операции по наполнению подшипников смазочным материалом и использование надлежащего количества смазки требует особого внимания. Рекомендуется следующий порядок действий:

(1) Предварительный осмотр

Удостоверьтесь в том, что на внутренних частях каждого подшипника нет никаких посторонних веществ. Подшипники для валов высокоскоростных шпинделей следует очистить, обезжирить и наполнить консистентной смазкой. Что касается подшипников для других применений, необходимо удалить с их внутренних поверхностей антикоррозийное средство.

(2) Устройства для нанесения масляного слоя

Для точного нанесения масляного слоя используйте специально предназначенное для этого устройство, например, пластиковую шприц-масленку. По возможности используйте впрыскиватель, поставляемый вместе с калибром; он позволяет подавать в подшипник точное количество смазки.

(3) Количество смазки

Рекомендуемые объемы набивания консистентной смазки для прецизионных подшипников:

Радиально-упорные шариковые подшипники для шпинделей высокоскоростных механических станков: $15\% \pm 2\%$ внутреннего пространства;

Цилиндрические роликовые подшипники для шпинделей высокоскоростных механических станков: $10\% \pm 2\%$ внутреннего пространства;

Шариковые подшипники для двигателей: от 20% до 30% внутреннего пространства.

Рекомендуемые объемы консистентной смазки для различных типов и номеров подшипников приводятся на стр. 157.

Метод наполнения смазкой шариковых подшипников

(1) Равномерно нанесите смазку между шариками. При наличии направляемого наружным кольцом сепаратора (например, изготовленного из феноло-альдегидного полимера) нанесите тонкий слой смазки на направляемую поверхность.

(2) Повращайте подшипник рукой, чтобы смазка равномерно легла на поверхности дорожек качения, шариков и сепаратора.

Метод наполнения смазкой цилиндрических роликовых подшипников

(1) Нанесите примерно 80% объема смазки на поверхность качения роликов равномерным слоем. Не следует наносить чрезмерное количество смазки на внутреннюю поверхность сепаратора. Консистентная смазка на внутренней поверхности сепаратора с трудом расходуется в течение периода приработки; это может повлечь за собой резкое повышение температуры или удлинение периода приработки.

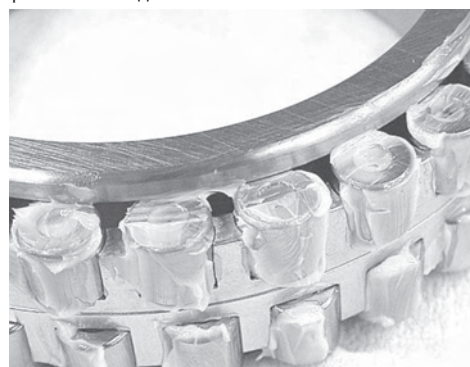
(2) Покройте тонким слоем смазки поверхности роликов, включая торцевые поверхности, точки контакта сепаратора и кромки поверхностей всех углублений сепаратора.

(3) Тонким слоем из оставшихся 20% смазки покройте поверхность дорожки качения наружного кольца.

Рис. 1.19 Наполненный смазкой радиально-упорный шариковый подшипник



Рис. 1.20 Наполненный смазкой цилиндрический роликовый подшипник



4. Осмотр после монтажа

4.1. Точность обработки

Правильность монтажа и связанных с ним операций является обязательным условием точности и четкости работы шпинделей станочного оборудования.

- 1: Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения радиально-упорного шарикового подшипника в сборке.

Проведите корректировку положения подшипника на 0,002 мм (или менее) постукивая специальным инструментом по поверхности наружного кольца.

- 2: Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно базовой торцевой поверхности наружного кольца радиально-упорного шарикового подшипника.

Проведите корректировку на 0,005 мм (или менее) наклона контргайку (см. рис. 1.21).

3. Концентричность тыльной стороны корпуса в пределах 0,010 мм

Если этих показателей точности достичь невозможно, демонтируйте подшипники и снова проверьте точность сопрягаемых деталей.

Рис. 1.21 Наклон контргайки вала

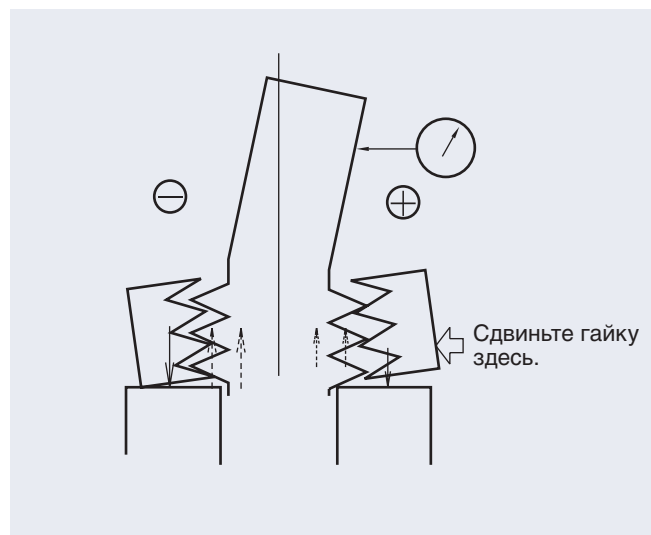
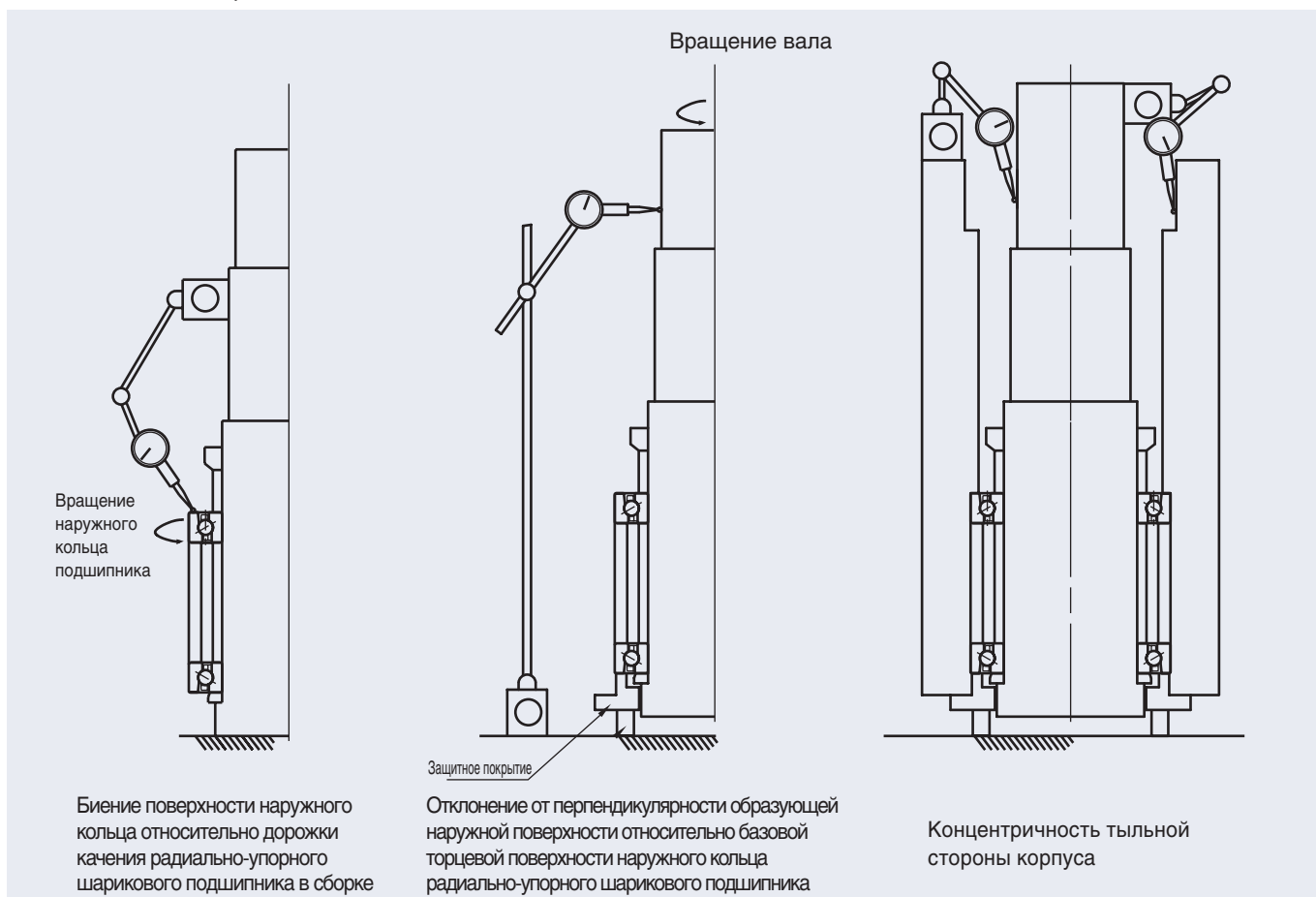


Рис. 1.22 Точность обработки шпинделя механического станка



4.2. Контроль преднатяга после монтажа подшипника

Если преднатяг подшипника качения повышен, увеличивается его жесткость, но также повышается и уровень тепловыделения, а в крайних случаях может возникать заедание. Следовательно, необходимо тщательно следить за тем, чтобы преднатяг оптимальным образом отвечал условиям эксплуатации. Метод измерения преднатяга для радиально-упорного шарикового подшипника описан ниже. Преднатяг цилиндрического роликового подшипника рекомендуется контролировать посредством использования калибра GN в процессе сборки (см. стр. 184).

Измерение преднатяга радиально-упорного шарикового подшипника

Существует три метода проверки преднатяга подшипников после их установки на вал станка: метод начального момента вращения, метод осевой статической жесткости и метод собственной частоты.

Обобщенные характеристики этих методов приводятся в таблице 1.3.

Таблица 1.3

	Метод начального момента вращения	Метод осевой статической жесткости	Метод собственной частоты
Преимущества	Используется в случае большого преднатяга. При высоком начальном моменте вращения погрешность измерения является небольшой.	Используется в случае легкого преднатяга.	Высокая точность измерения. Хорошая повторяемость.
Недостатки	Не подходит для легкого преднатяга. При низком начальном моменте вращения погрешность измерения велика.	Не подходит для большого преднатяга. Приспособление для нагружения имеет слишком крупные размеры. Легко подвергается воздействию деформации смежных компонентов, исключая подшипники.	Не следует игнорировать влияние фиксированного положения шпинделя.

(1) Метод начального момента вращения

[Характеристика]

Подшипники для высокоскоростных шпинделей валов станочного оборудования часто используются с легким преднатягом, так что начальный момент вращения оказывается низким, а погрешность измерений - высокой.

[Метод]

Значение начального момента вращения получают в основном посредством измерения тангенциального усилия (см. рис. 1.23).

Величину преднатяга рассчитывают, пользуясь отношением между замеренным моментом вращения и преднатягом (см. рис. 1.24).

При неустойчивости во время измерений слоя смазки в области контакта качения происходит прилипание. (Вращение не начинается даже при тангенциальном усилии, и начинается внезапно при постепенном увеличении этого усилия.) Момент вращения при таких обстоятельствах имеет тенденцию быть выше расчетного, и результат этого излишнего измерения следует исключить.

Рис. 1.23 Метод начального момента вращения

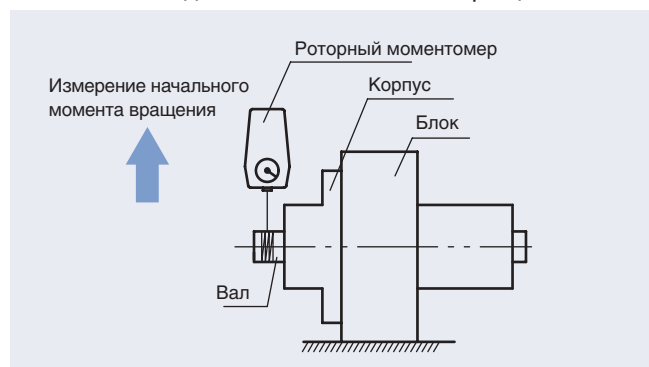
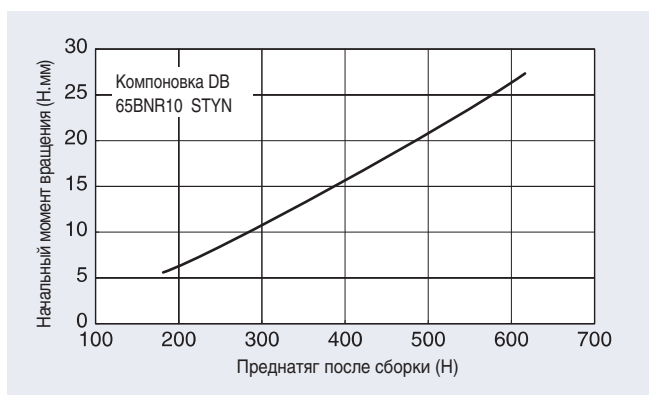


Рис. 1.24 Взаимосвязь начального момента вращения и преднатяга



(2) Метод осевой статической жесткости

[Характеристика]

При высокой осевой жесткости подшипника необходимое для измерения осевое усилие становится очень большим, вследствие чего появляется необходимость в погрузочном оборудовании. (Пример: если осевая жесткость равняется 200 Н/μм, то для сдвига в 10 μм требуется нагрузка в 2000 Н.) При большой нагрузке измерения помимо упругой деформации внутренней части подшипника возникают эффекты поверхностной и упругой деформации сопряженных деталей. Замеренная жесткость имеет тенденцию быть ниже теоретического значения; часто возникают ошибки.

[Метод]

К валу прилагается осевая нагрузка, и для получения величины преднатяга вычисляется смещение вала по оси (см. рис. 1.25 и 1.26).

Рис. 1.25 Метод осевой статической жесткости

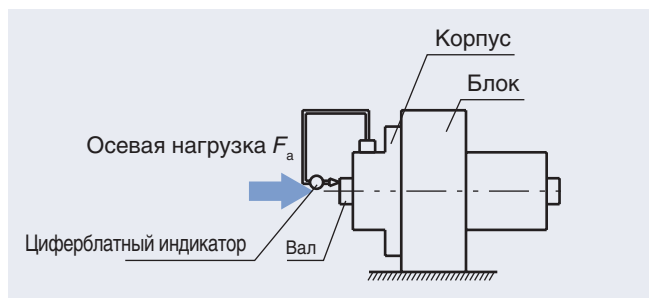


Рис. 1.26 Взаимосвязь между смещением по оси и предварительной нагрузкой

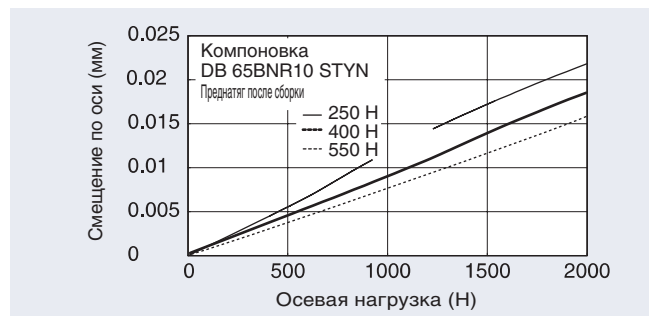


Рис. 1.27 Метод собственной частоты

(3) Метод собственной частоты Осевая нагрузка (Н)

[Характеристика]

Измерение чувствительности производится лучше всего, параметр повторяемости оптимален, но процесс измерения подвержен влиянию фиксированного положения шпинделя.

[Метод]

Вал подвергается вибрации в осевом направлении, и одновременно замеряется резонансная частота вала. Величину преднатяга можно вычислить исходя из резонансной частоты (см. рис. 1.27 и 1.28).

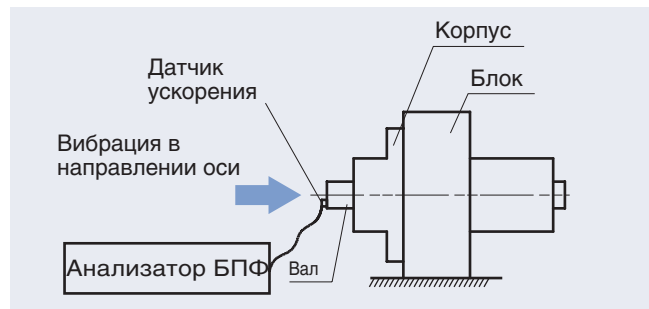


Рис. 1.28 Взаимосвязь между резонансной частотой главного вала и жесткостью пружины

Измерение резонансной частоты (F_z) главного вала в осевом направлении

↓ Преобразование

Осевая жесткость пружины главного вала

↓ Преобразование

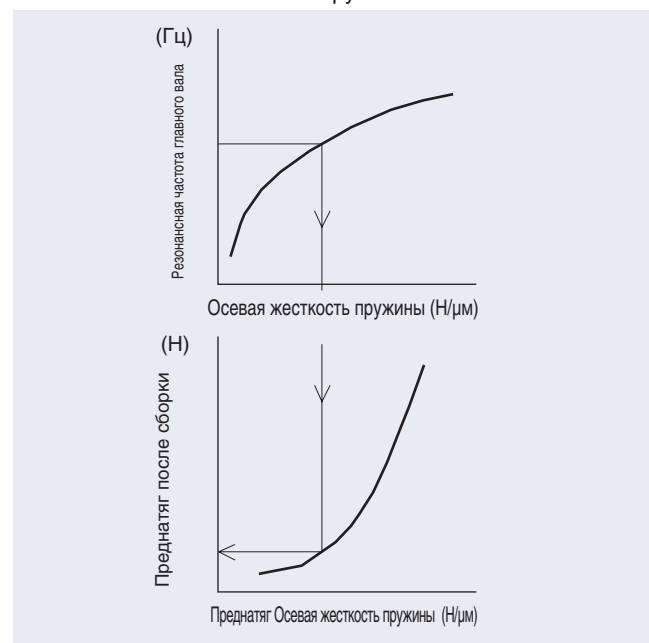
Преднатяг после сборки

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1000$$

K_a : Осевая жесткость пружины подшипника (Н/μм)

F_z : Резонансная частота (Гц)

m : Масса вращающегося тела (кг)



2. ОПЕРАЦИИ НАЧАЛЬНОЙ ПРИРАБОТКИ

Подготовка

Описываемые далее процедуры приработки необходимо выполнять после корректного монтажа подшипников.

■ Баланс вала в сборе

Любое рассогласование вращающихся деталей может послужить причиной для повторяющихся нагрузок или чрезмерных вибраций из-за центробежной силы. В особенности это касается шпинделей, работающих при величине d_{mn} 1 000 000 и более. Следовательно, крайне необходимо, чтобы вал в сборе был хорошо сбалансирован.

■ Шпиндель в сборе

Отклонение положения шкивов шпинделя и двигателя для шпиндельных узлов с клиноременным приводом должно быть откорректировано до 0,1 мм или менее. Несоосность валов шпинделя и двигателя с приводом через соединительную муфту должна быть откорректирована до 0,01 мм или менее.

Способ выполнения начальной приработки

Если рабочая скорость после установки подшипника внезапно увеличивается, рабочая температура резко поднимается, в результате чего может произойти повреждение подшипника. Правильное выполнение процедуры начальной приработки в особенности необходимо для подшипников, смазываемых консистентной смазкой. Увеличивайте рабочую скорость постепенно, чтобы первоначально набитая в подшипник смазка полностью распределилась по всем поверхностям контакта дорожки качения. Работа должна проводиться при температуре окружающего воздуха (15°C - 25°C) с одновременным наблюдением за температурой подшипника.

Максимальная рабочая температура внешней части корпуса шпинделя должна быть около 50°C. Не превышайте 55°C. Если происходит резкое повышение температуры, приостановите или замедлите процесс приработки, чтобы температура снизилась. В некоторых шпиндельных узлах цилиндрические роликовые подшипники сочетаются с радиально-упорными шариковыми подшипниками. Поскольку цилиндрические роликовые подшипники могут хуже переносить резкие скачки температуры по сравнению с шариковыми подшипниками, согласование времени постепенного увеличения скорости должно проводиться по роликовым подшипникам.

[Внимание]

Шпиндельные узлы, работающие в условиях воздушно-масляного смазывания или смазывания масляным туманом, подвергаются риску внезапного повышения температуры в начальной стадии эксплуатации или после продолжительного бездействия. Смазочный материал, оставшийся в линиях системы смазывания, может неожиданно перелиться во внутреннюю часть подшипника и вызвать тем самым температурный скачок. Выполнение операции начальной приработки для подшипников с такими системами смазки требует гораздо меньше времени, чем в случае с системами смазывания консистентной смазкой, и строго рекомендуется пользователям.

(1) Метод непрерывной работы

[Характеристика]

Метод непрерывной работы состоит в постепенном увеличении рабочей скорости, начиная с области малой скорости. Этот процесс занимает некоторое время, но с его помощью оператор машины может диагностировать возможные неисправности главного вала и тем самым избежать дорогостоящих повреждений подшипников.

[Метод]

Максимальная рабочая скорость установки достигается посредством циклического повторения нескольких действий:

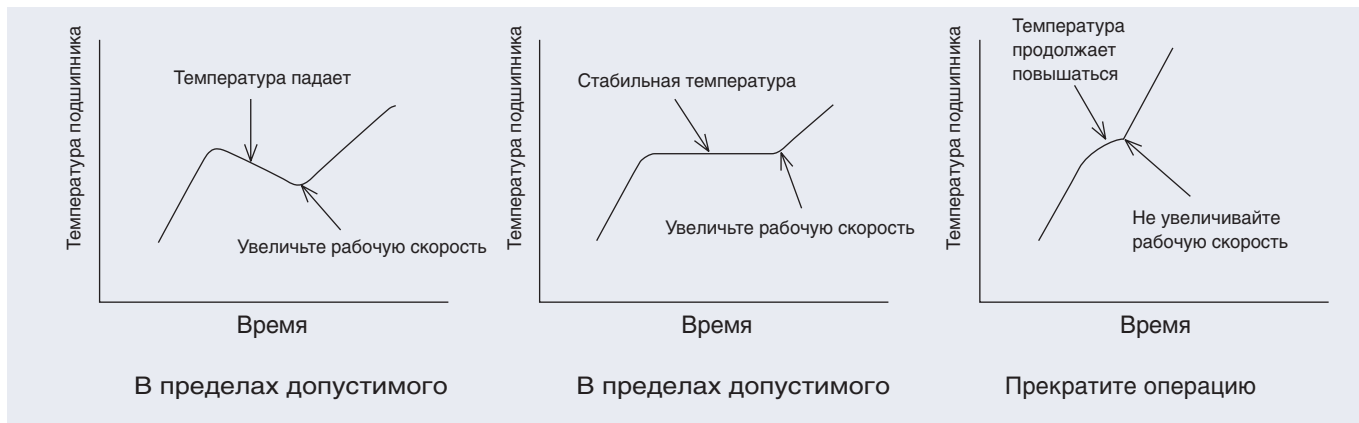
- Этап 1. Начать с умеренно низкой рабочей скоростью.
- Этап 2. Наблюдать за повышением температуры.
- Этап 3. Достижение стабильной температуры.
- Этап 4. Продолжать последовательно увеличивать рабочую скорость.

Повторяйте вышеописанный цикл до тех пор, пока не будет достигнута равномерная температура при максимальной рабочей скорости; разделите процедуру на десять стадий и определите целевую скорость для каждой из них. Затем повторяйте вышеописанный цикл в течение одного или двух часов, пока не будет достигнута целевая скорость данной стадии. Перейдите к следующей стадии и повторяйте приведенный выше цикл до тех пор, пока не будет достигнута ее целевая скорость.

Рис. 2.1 Изменения температуры при работе с постоянной скоростью



Рис. 2.2 Увеличение рабочей скорости при непрерывной работе



Увеличивайте рабочую скорость, когда температура повышается в пределах допустимого.

(2) Метод приработки в повторнократковременном режиме

[Характеристика]

Приработка в кратковременном режиме осуществляется путем остановки работы и стабилизации температур перед резким повышением температуры, вызываемым внезапной подачей смазки во внутреннюю область подшипника в начальной стадии эксплуатации. Этот метод позволяет сократить требуемое на приработку время. Для различных станков и компоновок подшипников существуют разные способы приработки в повторнократковременном режиме. Убедитесь в том, что компоновка подшипников соответствует конкретному назначению шпинделя.

[Метод]

Во-первых, возьмите максимальное значение рабочей скорости и разделите его на восемь или десять стадий, чтобы определить для каждой из них максимальную целевую скорость. Каждая стадия делится на десять циклов длиной приблизительно в одну минуту.

В течение каждого цикла следует быстро увеличивать скорость шпиндельного узла до целевой отметки текущей стадии, а затем снижать скорость до нуля. Повторите этот цикл до десяти раз. Перейдите к следующей стадии и вновь повторите описанный выше цикл 10 раз, достигая целевой скорости для данной стадии.

На рис. 2.3 приведены данные о повышении температуры для подшипника с максимальной рабочей скоростью 16 000 об/мин. Процесс достижения максимальной скорости в данном случае разделили на восемь стадий, каждая из которых состояла из десяти циклов ускорения и замедления. На рис. 2.4 отображен пример одного цикла. Желательно, чтобы скорость

Рис. 2.3 Изменения температуры при выполнении приработки в повторнократковременном режиме



Рис. 2.4 Один цикл приработки в повторнократковременном режиме



вращения в течение 15 минут была низкой - около 500 об/мин, и до начала работы применялась обычная смазка. По окончании операции желательно, чтобы работа около часа выполнялась при фиксированной максимальной скорости.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ОСМОТР

Операционный контроль

По окончании сборки следует выполнить проверку точности монтажа подшипников. Для того чтобы удостовериться в гладкости хода подшипников, оборудование небольших размеров можно привести в действие вручную. Необходимо проверить подшипники на предмет отсутствия следующих явлений: залипание вследствие наличия посторонних частиц, видимые трещины, неравномерность момента вращения, вызванная неточностью сборки, и непригодность посадочной поверхности. Среди прочих отклонений могут быть избыточный момент вращения вследствие несоразмерности зазора, погрешности монтажа, трение уплотнения.

Если неисправностей нет, можно приступить к пусковому испытанию. В случае с высокоскоростным оборудованием перед выполнением пускового испытания нужно провести процедуру начальной приработки (стр. 192-193). Пусковое испытание следует начинать с низкой скоростью и без нагрузки. Внимательно наблюдайте за ходом испытания с целью определения отклонений. Если все идет нормально, начинайте постепенно увеличивать скорость, нагрузку и т.д. до тех пор, пока не будут достигнуты обычные эксплуатационные условия.

Во время проведения пускового испытания проверьте, не раздается ли посторонний шум, не происходит ли чрезмерного повышения температуры подшипников, утечки и загрязнения смазочных материалов и т.д.

Выявив какое-либо отклонение, сразу же остановите испытание и обследуйте оборудование. При

необходимости подшипник следует демонтировать и также осмотреть. Хотя температура наружной поверхности корпуса, как правило, может помочь определить температуру подшипника, лучше всего измерять непосредственно температуру наружного кольца подшипника, для доступа к нему пользуясь смазочными отверстиями. Температура подшипника должна увеличиться и стабилизироваться в течение одного-двух часов после начала операции. Если правильный ход работы подшипника нарушается или в процессе монтажа была допущена ошибка, то температура подшипника может резко подняться до ненормально высокого уровня. Причиной такого скачка может стать избыточное количество смазочного материала, недостаточный зазор подшипника, неправильная сборка или повышенное трение уплотнений. При выполнении высокоскоростных режимов неверный выбор типа подшипника или метода смазывания также может привести к непредусмотренному скачку температуры.

Шумы в подшипниках можно подвергнуть проверке с помощью шумоулавливателя и других приборов. Признаком аварийного состояния является громкий металлический звук, а также другие нестандартные шумы. Причинами могут послужить непригодная смазка, неточность выверки соосности вала и корпуса, попадание в подшипник инородных частиц. Возможные причины и меры устранения неисправностей приводятся в таблице 3.1.

■ NSK Bearing Monitor ■

Детектор неисправностей подшипников

Очень важно обнаруживать признаки нарушения нормальной работы еще до появления серьезных повреждений. NSK Bearing Monitor - это прибор, который наблюдает за состоянием подшипников и делает предупреждения о возможных отклонениях в их работе. Это устройство способно предотвращать серьезные аварии. NSK Bearing Monitor повышает качество технического обслуживания и сокращает соответствующие затраты.

Таблица 3.1 Причины и меры устранения неисправностей в эксплуатации

Неисправности		Вероятные причины	Меры по исправлению
Шум	Громкий металлический звук (*)	Ненормальная нагрузка	Уточните посадку, внутренний зазор, преднатяг, положение заплечиков корпуса и т.д.
		Неправильная сборка	Повысьте точность обработки и выверки соосности вала и корпуса, точность методики сборки.
		Недостаточное количество или непригодность смазочного материала	Пополните смазочный материал или подберите другой смазочный материал.
		Соприкосновение вращающихся деталей	Подкорректируйте лабиринтное уплотнение и т.д.
	Постоянный громкий звук	Вмятины, возникшие из-за воздействия посторонних веществ, коррозия, трещины или царапины на дорожках качения	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений и используйте чистую смазку.
		Бринеллирование	Замените подшипник, проявляя осторожность и тщательность при установке.
		Отслаивание в дорожках	Замените подшипник.
	Прерывистый звук	Чрезмерный зазор	Уточните посадку, зазор и преднатяг.
		Проникновение посторонних частиц	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений и используйте чистую смазку.
		Трещины или отслаивание в шариках	Замените подшипник.
Ненормальное повышение температуры	Избыточное количество смазочного материала	Уменьшите количество смазочного материала или подберите более густую смазку.	
	Недостаточное количество или непригодность смазочного материала	Пополните смазочный материал или подберите смазку лучшего качества.	
	Ненормальная нагрузка	Уточните посадку, внутренний зазор, преднатяг, положение заплечиков корпуса.	
	Неправильная сборка	Повысьте точность обработки и выверки соосности вала и корпуса, точность и методику сборки.	
	Деформация посадочной поверхности, чрезмерное трение уплотнения	Исправьте уплотнения, замените подшипник или исправьте посадку или сборку.	
Вибрации (Радиальное биение вала)	Бринеллирование	Замените подшипник, проявляя осторожность и тщательность при установке.	
	Отслаивание	Замените подшипник.	
	Неправильная сборка	Обеспечьте перпендикулярность вала по отношению к заплечикам корпуса или торцу проставки.	
	Проникновение посторонних частиц	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений.	
Утечка или обесцвечивание смазочного материала	Чрезмерное количество смазочного материала. Проникновение посторонних частиц или отработанной стружки	Уменьшите количество смазочного материала, подберите более густую смазку. Замените подшипник или смазочный материал. Очистите корпус и смежные детали.	

Замечание (*) Смазанные консистентной смазкой шариковые подшипники или цилиндрические роликовые подшипники (средних и крупных размеров) могут скрипеть. Это особенно характерно для зимнего времени года, когда температура воздуха низкая. Как правило, скрип не вызывает повышения температуры подшипника, и не влияет на усталостную долговечность подшипника или срок службы смазки. Следовательно, такой подшипник можно продолжать использовать. Если все же скрип Вас беспокоит, обратитесь за консультацией в компанию NSK.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ОСМОТР

Техническое обслуживание, осмотр и устранение неисправностей

Для того, чтобы подшипники как можно дольше сохраняли свои исходные рабочие характеристики, необходимо надлежащим образом проводить техническое обслуживание и осмотр. Используя правильные методики ухода за подшипниками можно избежать многих затруднений в работе, повысить надежность и производительность подшипников и снизить затраты на эксплуатацию оборудования, имеющего в своем составе подшипники. Предполагается, что периодическое техническое обслуживание производится в соответствии с установленной процедурой. Она включает контролирование условий эксплуатации, подачу или замену смазочных материалов и регулярный осмотр подшипников.

Во время работы необходимо обращать внимание на шумы, вибрации, температуру и состояние смазочного материала подшипников. Если в процессе работы выявляются неполадки, нужно определить их причины и принять соответствующие меры для их устранения, обратившись за нужной информацией к соответствующему разделу таблицы 3.1.

При необходимости подшипник следует демонтировать и произвести его тщательный осмотр.

Повреждения подшипников и меры профилактики.

Как правило, если подшипники качения используются правильным образом, они остаются в исправном состоянии в пределах параметров расчетной усталостной долговечности.

Тем не менее, часто подшипники выходят из строя вследствие ошибок, которых можно было бы избежать. В противоположность усталостной долговечности, преждевременный выход подшипника из строя происходит в результате неправильной сборки подшипников, неправильного с ним обращения или смазывания, ненормально высокого уровня тепловыделения или проникновения в подшипники посторонних веществ. Например, причиной образования задиров фланца подшипника может стать использование непригодного смазочного материала, неверной смазочной системы, проникновение посторонних частиц, ошибка при сборке, чрезмерный прогиб вала или группа нескольких перечисленных причин сразу. Таким образом, определить истинную причину некоторых преждевременных разрушений подшипника сложно. Если известны все рабочие условия и условия окружающей среды, сопутствовавшие возникновению неисправности, изучение природы неисправности и ее возможных причин поможет снизить вероятность возникновения подобных проблем в будущем. В таблице 3.2. перечислены наиболее распространенные виды повреждений подшипников, вызывающие их причины и способы их устранения.

Таблица 3.2 Причины и меры устранения повреждений подшипников

Вид повреждения	Возможные причины	Меры по исправлению
Отслаивание Отслаивание одной стороны дорожки радиального подшипника.	Ненормальная осевая нагрузка.	При монтаже наружного кольца подшипника с незафиксированным концом следует использовать свободную посадку, чтобы сделать возможным расширение вала по оси.
Фактура отслаивания, расположенного относительно дорожки качения радиального шарикового подшипника. Отслаивание близ края дорожки и поверхности качения роликового подшипника.	Неправильная сборка, прогиб вала, несоразмерные допуски для вала и корпуса.	Выполняя сборку и центрирование, действуйте с осторожностью, выберите подшипник с большим зазором и уточните положение вала и запечников корпуса.
Отслаивание дорожки качения с тем же расположением, что и у элемента качения.	Большая ударная нагрузка при сборке, образование ржавчины в случае не установки подшипника в течение продолжительного времени.	Выполняя сборку, действуйте с осторожностью и применяйте средство против ржавчины, когда эксплуатация оборудования надолго приостанавливается.
Раннее отслаивание дорожки и элемента качения.	Недостаточный зазор, чрезмерная нагрузка, непригодный смазочный материал, ржавчина и т.д.	Выберите подходящую посадку и зазор подшипника, а также смазочный материал.
Раннее отслаивание у дуплексной компоновки подшипников.	Чрезмерный преднатяг.	Отрегулируйте преднатяг.

Вид повреждения	Возможные причины	Меры по исправлению
<p>Образование задигов</p> <p>Образование задигов или размывов между дорожкой и поверхностью качения.</p>	Несоответствие требованиям первоначального смазывания, чрезмерно твердая консистентная смазка и значительное ускорение при запуске.	Используйте более мягкую смазку и избегайте резкого ускорения.
<p>Образование задигов или размывов между торцевой поверхностью роликов и направляющим фланцем.</p>	Непригодная смазка, неправильная сборка и большая осевая нагрузка.	Подберите подходящий смазочный материал и исправьте сборку.
<p>Трещины</p> <p>Трещины на наружном или внутреннем кольцах.</p>	Чрезмерная ударная нагрузка, чрезмерный натяг посадки, плохая цилиндричность поверхности, некорректный конус втулки, большой радиус буртика, развитие термических трещин и отслаивания.	Изучите условия нагружения, исправьте посадку подшипника и втулки. Радиус буртика должен быть меньше радиуса закругления подшипника.
<p>Трещины на элементе качения. Разлом фланца.</p>	Развитие отслаивания, нагрузка, приложенная к фланцу при монтаже, или падение при перемещении.	Проявляйте осторожность в обращении с подшипником и при сборке.
<p>Разлом сепаратора.</p>	Ненормальное нагружение сепаратора по причине неправильности сборки и некорректности смазывания.	Исправьте допущенные при сборке ошибки, проверьте метод смазывания и смазочный материал.
<p>Вмятины</p> <p>Вмятины на дорожках качения той же структуры, что и на элементах качения.</p>	Ударная нагрузка при монтаже или чрезмерная нагрузка в отсутствие вращения.	Проявляйте осторожность в обращении с подшипником.
<p>Вмятины на дорожках и элементах качения.</p>	Посторонние частицы, например, металлическая стружка или песок.	Очистите корпус, устраните повреждения уплотнения и используйте чистую смазку.
<p>Ненормальная степень износа</p> <p>Ложное бринеллирование (явление, подобное бринеллированию).</p>	Вибрации подшипника в отсутствие вращения во время перевозки или качательные движения небольшой амплитуды.	Закрепите вал и корпус, используйте в качестве смазочного материала масло и уменьшите вибрации при помощи преднатяга.
<p>Фреттинг-коррозия Частичный износ с образованием на посадочной поверхности рыжевато-коричневой пыли.</p>	Небольшой износ посадочной поверхности.	Увеличьте натяг и примените масло.
<p>Изнашивание дорожки качения, элементов качения, фланца и сепаратора.</p>	Проникновение посторонних частиц, некорректное смазывание, образование ржавчины.	Устраните повреждения уплотнений, очистите корпус и используйте чистую смазку.
<p>Деформация Износ в результате образования на посадочной поверхности задигов.</p>	Недостаточный натяг, плохо затянутая втулка.	Увеличьте натяг, затяните втулку надлежащим образом.
<p>Заедание</p> <p>Обесцвечивание и плавление дорожки качения, элементов качения и фланцев.</p>	Недостаточный зазор, некорректное смазывание или неправильная сборка.	Проверьте внутренний зазор и посадку подшипника, примените надлежащее количество соответствующей смазки и уточните метод монтажа подшипников и смежных деталей.
<p>Коррозия и ржавление</p> <p>Образование ржавчины и коррозия посадочных поверхностей и внутренней области подшипника.</p>	Конденсация из воздуха воды, или фреттинг-коррозия. Проникновение разъедающих веществ (в особенности летучего газа и т.п.).	Проявляйте осторожность в хранении подшипников, избегайте высоких температур и влажности; при прекращении эксплуатации на продолжительный период времени необходимо обработать подшипники антикоррозийным средством. Подберите очищающее средство и смазку.

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЯ

Допустимые отклонения диаметров вала	200
Допустимые отклонения диаметров внутреннего отверстия корпуса	202
Значения стандартных допустимых отклонений в соответствии с классами IT	204
Переводная таблица шкал твердости	206
Физические и механические свойства материалов	207
Запрос на анализ спецификации	209
Таблица различий старых и новых номеров	210

ПРИЛОЖЕНИЯ

Допустимые отклонения диаметров вала

Классификация диаметров (мм)		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
свыше включительно														
3	6	-30	-20	-10	-4	-4	0	0	0	0	0	0	± 2.5	± 4
		-38	-28	-18	-9	-12	-5	-8	-12	-18	-30	-48		
6	10	-40	-25	-13	-5	-5	0	0	0	0	0	0	± 3	± 4.5
		-49	-34	-22	-11	-14	-6	-9	-15	-22	-36	-58		
10	18	-50	-32	-16	-6	-6	0	0	0	0	0	0	± 4	± 5.5
		-61	-43	-27	-14	-17	-8	-11	-18	-27	-43	-70		
18	30	-65	-40	-20	-7	-7	0	0	0	0	0	0	± 4.5	± 6.5
		-78	-53	-33	-16	-20	-9	-13	-21	-33	-52	-84		
30	50	-80	-50	-25	-9	-9	0	0	0	0	0	0	± 5.5	± 8
		-96	-66	-41	-20	-25	-11	-16	-25	-39	-62	-100		
50	80	-100	-60	-30	-10	-10	0	0	0	0	0	0	± 6.5	± 9.5
		-119	-79	-49	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74	-120		
80	120	-120	-72	-36	-12	-12	0	0	0	0	0	0	± 7.5	± 11
		-142	-94	-58	-27	-34	-15	-22	-35	-54	-87	-140		
120	180	-145	-85	-43	-14	-14	0	0	0	0	0	0	± 9	± 12.5
		-170	-110	-68	-32	-39	-18	-25	-40	-63	-100	-160		
180	250	-170	-100	-50	-15	-15	0	0	0	0	0	0	± 10	± 14.5
		-199	-129	-79	-35	-44	-20	-29	-46	-72	-115	-185		
250	315	-190	-110	-56	-17	-17	0	0	0	0	0	0	± 11.5	± 16
		-222	-142	-88	-40	-49	-23	-32	-52	-81	-130	-210		
315	400	-210	-125	-62	-18	-18	0	0	0	0	0	0	± 12.5	± 18
		-246	-161	-98	-43	-54	-25	-36	-57	-89	-140	-230		
400	500	-230	-135	-68	-20	-20	0	0	0	0	0	0	± 13.5	± 20
		-270	-175	-108	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155	-250		
500	630	-260	-145	-76	—	-22	—	0	0	0	0	0	—	± 22
		-304	-189	-120	—	-66	—	-44	-70	-110	-175	-280		
630	800	-290	-160	-80	—	-24	—	0	0	0	0	0	—	± 25
		-340	-210	-130	—	-74	—	-50	-80	-125	-200	-320		
800	1 000	-320	-170	-86	—	-26	—	0	0	0	0	0	—	± 28
		-376	-226	-142	—	-82	—	-56	-90	-140	-230	-360		
1 000	1 250	-350	-195	-98	—	-28	—	0	0	0	0	0	—	± 33
		-416	-261	-164	—	-94	—	-66	-105	-165	-260	-420		
1 250	1 600	-390	-220	-110	—	-30	—	0	0	0	0	0	—	± 39
		-468	-298	-188	—	-108	—	-78	-125	-195	-310	-500		
1 600	2 000	-430	-240	-120	—	-32	—	0	0	0	0	0	—	± 46
		-522	-332	-212	—	-124	—	-92	-150	-230	-370	-600		

Единица измерения: $\mu\text{м}$

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Классификация диаметров (мм)	
												свыше включительно	
+ 3	+ 6	+ 8	+ 6	+ 9	+13	+ 9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23	+ 27	3	6
- 2	- 2	- 4	+ 1	+ 1	+ 1	+ 4	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 15		
+ 4	+ 7	+10	+ 7	+10	+16	+12	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28	+ 34	6	10
- 2	- 2	- 5	+ 1	+ 1	+ 1	+ 6	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 19		
+ 5	+ 8	+12	+ 9	+12	+19	+15	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34	+ 41	10	18
- 3	- 3	- 6	+ 1	+ 1	+ 1	+ 7	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 23		
+ 5	+ 9	+13	+11	+15	+23	+17	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41	+ 49	18	30
- 4	- 4	- 8	+ 2	+ 2	+ 2	+ 8	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 28		
+ 6	+11	+15	+13	+18	+27	+20	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50	+ 59	30	50
- 5	- 5	-10	+ 2	+ 2	+ 2	+ 9	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 34		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 60	+ 71	50	65
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 41		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 62	+ 73	65	80
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 43	+ 43		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73	+ 86	80	100
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 51		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 76	+ 89	100	120
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 54	+ 54		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 88	+103	120	140
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 63		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 90	+105	140	160
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 65	+ 65		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 93	+108	160	180
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 68	+ 68		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+106	+123	180	200
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 77	+ 77		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+109	+126	200	225
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 80	+ 80		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+113	+130	225	250
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 84	+ 84		
+7	± 16	± 26	+27	+36	+56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+126	+146	250	280
-16	± 16	± 26	+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 94		
+7	± 16	± 26	+27	+36	+56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+130	+150	280	315
-16	± 16	± 26	+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 98	+ 98		
+7	± 18	+29	+29	+40	+61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+144	+165	315	355
-18	± 18	-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+108	+108		
+7	± 18	+29	+29	+40	+61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+150	+171	355	400
-18	± 18	-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+114	+114		
+7	± 20	+31	+32	+45	+68	+50	+ 63	+ 80	+108	+166	+189	400	450
-20	± 20	-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+126	+126		
+7	± 20	+31	+32	+45	+68	+50	+ 63	+ 80	+108	+172	+195	450	500
-20	± 20	-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+132	+132		
—	—	—	—	+44	+70	—	+ 70	+ 88	+122	+194	+220	500	560
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+150	+150		
—	—	—	—	+44	+70	—	+ 70	+ 88	+122	+199	+225	560	630
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+155	+155		
—	—	—	—	+50	+80	—	+ 80	+100	+138	+225	+255	630	710
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+175	+175		
—	—	—	—	+50	+80	—	+ 80	+100	+138	+235	+265	710	800
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+185	+185		
—	—	—	—	+56	+90	—	+ 90	+112	+156	+266	+300	800	900
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+210	+210		
—	—	—	—	+56	+90	—	+ 90	+112	+156	+276	+310	900	1 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+220	+220		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+316	+355	1 000	1 120
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+250	+250		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+326	+365	1 120	1 250
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+260	+260		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+378	+425	1 250	1 400
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+300	+300		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+408	+455	1 400	1 600
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+330	+330		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+462	+520	1 600	1 800
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+370	+370		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+492	+550	1 800	2 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+400	+400		

ПРИЛОЖЕНИЯ

Допустимые отклонения диаметров внутреннего отверстия корпуса

Классификация диаметров (мм)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
свыше включительно													
10	18	+ 43 + 32	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 6 - 5	+10 - 8	± 5.5	± 9
18	30	+ 53 + 40	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 8 - 5	+12 - 9	± 6.5	±10.5
30	50	+ 66 + 50	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+10 - 6	+14 -11	± 8	±12.5
50	80	+ 79 + 60	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+13 - 6	+18 -12	± 9.5	±15
80	120	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+16 - 6	+22 -13	±11	±17.5
120	180	+110 + 85	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+18 - 7	+26 -14	±12.5	±20
180	250	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+22 - 7	+30 -16	±14.5	±23
250	315	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+25 - 7	+36 -16	±16	±26
315	400	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+29 - 7	+39 -18	±18	±28.5
400	500	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+33 - 7	+43 -20	±20	±31.5
500	630	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	—	—	±22	±35
630	800	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	—	—	±25	±40
800	1 000	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	—	—	±28	±45
1 000	1 250	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	—	—	±33	±52.5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	—	—	±39	±62.5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	—	—	±46	±75
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	—	—	±55	±87.5

Единица измерения: $\mu\text{м}$

K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	Классификация диаметров (мм)	
											свыше	включительно
+ 2 - 6	+ 2 - 9	+ 6 - 12	- 4 -12	- 4 - 15	0 - 18	- 9 -17	- 9 - 20	- 5 - 23	- 15 - 26	- 11 - 29	10	18
+ 1 - 8	+ 2 -11	+ 6 - 15	- 5 -14	- 4 - 17	0 - 21	-12 -21	- 11 - 24	- 7 - 28	- 18 - 31	- 14 - 35	18	30
+ 2 - 9	+ 3 -13	+ 7 - 18	- 5 -16	- 4 - 20	0 - 25	-13 -24	- 12 - 28	- 8 - 33	- 21 - 37	- 17 - 42	30	50
+ 3 -10	+ 4 -15	+ 9 - 21	- 6 -19	- 5 - 24	0 - 30	-15 -28	- 14 - 33	- 9 - 39	- 26 - 45	- 21 - 51	50	80
+ 2 -13	+ 4 -18	+ 10 - 25	- 8 -23	- 6 - 28	0 - 35	-18 -33	- 16 - 38	- 10 - 45	- 30 - 52	- 24 - 59	80	120
+ 3 -15	+ 4 -21	+ 12 - 28	- 9 -27	- 8 - 33	0 - 40	-21 -39	- 20 - 45	- 12 - 52	- 36 - 61	- 28 - 68	120	180
+ 2 -18	+ 5 -24	+ 13 - 33	-11 -31	- 8 - 37	0 - 46	-25 -45	- 22 - 51	- 14 - 60	- 41 - 70	- 33 - 79	180	250
+ 3 -20	+ 5 -27	+ 16 - 36	-13 -36	- 9 - 41	0 - 52	-27 -50	- 25 - 57	- 14 - 66	- 47 - 79	- 36 - 88	250	315
+ 3 -22	+ 7 -29	+ 17 - 40	-14 -39	- 10 - 46	0 - 57	-30 -55	- 26 - 62	- 16 - 73	- 51 - 87	- 41 - 98	315	400
+ 2 -25	+ 8 -32	+ 18 - 45	-16 -43	- 10 - 50	0 - 63	-33 -60	- 27 - 67	- 17 - 80	- 55 - 95	- 45 -108	400	500
—	0 -44	0 - 70	—	- 26 - 70	- 26 - 96	—	- 44 - 88	- 44 -114	- 78 -122	- 78 -148	500	630
—	0 -50	0 - 80	—	- 30 - 80	- 30 -110	—	- 50 -100	- 50 -130	- 88 -138	- 88 -168	630	800
—	0 -56	0 - 90	—	- 34 - 90	- 34 -124	—	- 56 -112	- 56 -146	-100 -156	-100 -190	800	1 000
—	0 -66	0 -105	—	- 40 -106	- 40 -145	—	- 66 -132	- 66 -171	-120 -186	-120 -225	1 000	1 250
—	0 -78	0 -125	—	- 48 -126	- 48 -173	—	- 78 -156	- 78 -203	-140 -218	-140 -265	1 250	1 600
—	0 -92	0 -150	—	- 58 -150	- 58 -208	—	- 92 -184	- 92 -242	-170 -262	-170 -320	1 600	2 000
—	0 -110	0 -175	—	- 68 -178	- 68 -243	—	-110 -220	-110 -285	-195 -305	-195 -370	2 000	2 500

Значения стандартных допустимых отклонений в соответствии с классами IT

Основной размер (мм)		Стандартный класс								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
свыше	включительно	Допустимые отклонения (μм)								
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155
500	630	9	11	16	22	30	44	70	110	175
630	800	10	13	18	25	35	50	80	125	200
800	1 000	11	15	21	29	40	56	90	140	230
1 000	1 250	13	18	24	34	46	66	105	165	260
1 250	1 600	15	21	29	40	54	78	125	195	310
1 600	2 000	18	25	35	48	65	92	150	230	370
2 000	2 500	22	30	41	57	77	110	175	280	440
2 500	3 150	26	36	50	69	93	135	210	330	540

- Примечания
1. Стандартные классы допустимых отклонений IT14 - IT18 не должны применяться в том случае, если основные размеры не превышают 1 мм.
 2. Значения основных размеров свыше 500 мм для стандартных классов допустимых отклонений IT1 - IT5 введены в целях экспериментального использования.

Стандартный класс									Основной размер (мм)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
Допустимые отклонения (μм)									свыше	включительно
40	60	0.10	0.14	0.26	0.40	0.60	1.00	1.40	—	3
48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80	3	6
58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20	6	10
70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70	10	18
84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30	18	30
100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90	30	50
120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60	50	80
140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40	80	120
160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30	120	180
185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20	180	250
210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10	250	315
230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90	315	400
250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70	400	500
280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	500	630
320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50	630	800
360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00	800	1 000
420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50	1 000	1 250
500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50	1 250	1 600
600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00	1 600	2 000
700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00	2 000	2 500
860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00	2 500	3 150

ПРИЛОЖЕНИЯ

Переводная таблица шкал твердости (Справочные данные)

Твердость по шкале С по Роквеллу (1471Н)	Твердость по Викерсу	Твердость по Бринеллю		Твердость по Роквеллу		Твердость по Шору
		Стандартный шарик	Вольфрамо-карбидовый шарик	Шкала А нагрузка 588,4Н Алмазный индентор	Шкала В нагрузка 980,7Н Шарик 1,588 мм	
68	940	—	—	85.6	—	97
67	900	—	—	85.0	—	95
66	865	—	—	84.5	—	92
65	832	—	739	83.9	—	91
64	800	—	722	83.4	—	88
63	772	—	705	82.8	—	87
62	746	—	688	82.3	—	85
61	720	—	670	81.8	—	83
60	697	—	654	81.2	—	81
59	674	—	634	80.7	—	80
58	653	—	615	80.1	—	78
57	633	—	595	79.6	—	76
56	613	—	577	79.0	—	75
55	595	—	560	78.5	—	74
54	577	—	543	78.0	—	72
53	560	—	525	77.4	—	71
52	544	500	512	76.8	—	69
51	528	487	496	76.3	—	68
50	513	475	481	75.9	—	67
49	498	464	469	75.2	—	66
48	484	451	455	74.7	—	64
47	471	442	443	74.1	—	63
46	458	432	432	73.6	—	62
45	446	421	421	73.1	—	60
44	434	409	409	72.5	—	58
43	423	400	400	72.0	—	57
42	412	390	390	71.5	—	56
41	402	381	381	70.9	—	55
40	392	371	371	70.4	—	54
39	382	362	362	69.9	—	52
38	372	353	353	69.4	—	51
37	363	344	344	68.9	—	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	—	96.7	33
(16)	222	212	212	—	95.5	32
(14)	213	203	203	—	93.9	31
(12)	204	194	194	—	92.3	29
(10)	196	187	187	—	90.7	28
(8)	188	179	179	—	89.5	27
(6)	180	171	171	—	87.1	26
(4)	173	165	165	—	85.5	25
(2)	166	158	158	—	83.5	24
(0)	160	152	152	—	81.7	24

Физические и механические свойства материалов

Применение	Код материала	Тепловая обработка	Плотность г/см ³	Удельная теплоемкость кДж/(кг·К)	Теплопроводность Вт/(м·К)	Электрическое сопротивление мΩ·см	Коэффициент линейного расширения (0°-100°С) ×10 ⁻⁶ /°С	Модуль упругости МПа	Предел текучести МПа	Прочность на растяжение МПа	Удлинение %	Твердость НВ	Замечания:		
К И Н П Ш Д О П	SUJ2	Закалка, отпуск	7.83	0.47	46	22	12.5	208 000	1 370	1 570 ~1 960	Max. 0.5	650 ~740	Высокоуглеродистая хромистая подшипниковая сталь тип 2		
	SUJ2	Сфероидизирующий отпуск	7.86											420	647
	SCr420	Закалка, низкий температурный отпуск	7.83		48	21	12.8		882	1 225	15	370	Хромистая сталь		
	SAE4320 (SNCM420)	Закалка, низкий температурный отпуск			44	20	11.7		902	1 009	16	**293 ~375	Хромоникелевомолибденовая сталь		
	SNCM815	Закалка, низкий температурный отпуск	7.89		40	35	—		—	Min. *1 080	Min. *12	*311 ~375	Хромоникелевомолибденовая сталь		
	SUS440C	Закалка, низкий температурный отпуск	7.68		0.46	24	60		10.1	200 000	1 860	1 960	—	**580	Мартенситная нержавеющая сталь
	SPCC	Отжиг	7.86		0.47	59	15		11.6	206 000	—	Min. *275	Min. *32	—	Холоднокатаная сталь
	S25C	Отжиг			0.48	50	17		11.8		323	431	33	120	Углеродистая сталь для деталей машин
HB _S C1			8.5	0.38	123	6.2	19.1	103 000	—	Min. *431	Min. *20	—	Высокопрочная латунная отливка		

Примечания * Стандартное значение JIS или опорное значение.

**Твердость обычно выражается посредством шкалы С по Роквеллу, но здесь она для сравнения переведена в твердость по Бринеллю

Справка Предельными значениями пропорциональности марок стали SUJ2 и Sc420 являются 833МПа (85 кгс/мм²) и 440МПа (45 кгс/мм²) соответственно.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Применение	Код материала	Тепловая обработка	Плотность г/см ³	Удельная теплоемкость кДж/(кг·К)	Теплопроводность W/(м·К)	Электрическое сопротивление мΩ·см	Коэффициент линейного расширения (0°-100°С) ×10 ⁻⁶ /°С	Модуль упругости МПа	Предел текучести МПа	Прочность на растяжение МПа	Удлинение %	Твердость НВ	Замечания:										
В а л	S45C	Закалка, отпуск 650	7.83	0.48	47	18	12.8	207 000	440	735	25	217	Углеродистая сталь для деталей машин										
	SCr430	Закалка, охлаждение 520-620											23	12.5	Min. *637	Min. *784	Min. *18	*229 ~293	Хромистая сталь				
	SCr440	Закалка, охлаждение 520-620													208 000	Min. *784	Min. *930	Min. *13	*269 ~331	Хромистая сталь			
	SCM420	Закалка, охлаждение 150-200											0.47	48	21	12.8	—	Min. *930	Min. *14	*262 ~352	Хромомолибденовая сталь		
	SNCM439	Закалка, отпуск 650															38	30	11.3	207 000	920	1 030	18
	SC46	Нормализация											—	—	—	—	—	206 000	294	520	27	143	Низкоуглеродистая сталь
	SUS420J2	1038 масляное охлаждение, 400 воздушное охлаждение											7.75	0.46	22	55	—	200 000	1 440	1 650	10	400	Мартенситная нержавеющая сталь
С у п о р	FC200	Не применяется	7.3	0.50	43	—	10.4	98 000	—	Min. *200	—	Max. *217	Серый чугун										
	FCD400	Не применяется	7.0	0.48	20	—	11.7		Min. *250	Min. *400	Min. *12	Max. *201	Ковкий чугун										
	A1100	Отжиг	2.69	0.90	222	3.0	23.7	70 000	34	78	35	—	Технически-чистый алюминий										
	AC4C	Не применяется	2.68	0.88	151	4.2	21.5	72 000	88	167	7	—	Алюминиевый сплав, полученный в песчаной форме										
	ADC10	Не применяется	2.74	0.96	96	7.5	22.0	71 000	167	323	4	—	Алюминиевый сплав, полученный литьем под давлением										
	SUS304	Отжиг	8.03	0.50	15	72	15.7~16.8	193 000	245	588	60	150	Аустенитная нержавеющая сталь										

Примечания * Стандартное значение JIS или опорное значение.

**Твердость обычно выражается посредством шкалы С по Роквеллу, но здесь она для сравнения переведена в твердость по Бринеллю.

Справка

Предельными значениями пропорциональности марок стали SUJ2 и Sc420 являются 844МПа и 440МПа соответственно.

Запрос на анализ спецификации

Для того, чтобы сделать запрос на анализ спецификации, обратитесь в ближайшее к Вам отделение компании NSK и предоставьте нам информацию по следующим пунктам:

Запрос на анализ спецификации прецизионных подшипников

Название компании _____

● Рабочие условия Вид станка { Центр механообработки, токарный станок, внутришлифовальный станок, двигатель, другое () }

Номер модели _____

Расположение подшипника { Шпиндель главного вала, шарико-винтовая опора } { Зафиксированный конец, незафиксированный конец }

Расположение главного вала { Вертикальное, горизонтальное, другое () }

Тип подшипника Обведите все соответствующие пункты.

Радиально-упорный шариковый подшипник { Стандартная серия, серия ROBUST BNR, серия ROBUST BER, серия ROBUST BGR }

Цилиндрические роликовые подшипники { Однорядный цилиндрический роликовый подшипник, сверхскоростная серия ROBUST, двурядный цилиндрический роликовый подшипник }

Радиально-упорные шариковые подшипники { Главный вал TAC, серия ROBUST BAR серия ROBUST BTR }

Радиальный шариковый подшипник { Высокоточный радиальный шариковый подшипник для шпиндельного двигателя }

Подшипник для шарико-винтовых опор { Для механического станка, для электрической литьевой машины }

Компоновка { DB · DBD · DBB · DF · DFD · DFF · Другие () }

Номер подшипника NSK _____

Номер другого производителя _____

Внутреннее отверстие _____ мм Внешний диаметр _____ мм Габаритная ширина _____ мм

Ширина наружного кольца _____ мм Колебания ширины внутреннего кольца _____ мм Класс точности _____ класс

Зазор _____

● Режим нагрузки

Скорость вращения _____ мин.⁻¹ Радиальная нагрузка _____ Н Осевая нагрузка _____ Н

Момент _____ Н·мм Усилие ослабления _____ Н

● Вал и корпус

Допустимое отклонение вала _____ Допустимое отклонение корпуса _____ Наружный диаметр корпуса _____ мм

Материал для вала _____ Материал для корпуса _____ Внутренний диаметр полого вала _____ мм

Способ запуска _____ Метод охлаждения (Охлаждение выносного цилиндра: Есть, Нет) Вид преднатяга (Установочный преднатяг или преднатяг постоянного давления)

Длина проставки _____ мм Температура окружающей среды _____ °C

● Технические требования

Жесткость _____ Н/мм Преднатяг _____ Н Долговечность _____ ч

● Комментарии

Место для указания особых требований, вопросов или комментариев: _____

Приложения: (Есть) (Нет)

Таблица различий старых и новых номеров

Подшипники	Новое обозначение	Старое обозначение	Примечания
Высокоточные РУШП	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	ТYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66 EL←C2,L←C7 M←C8,H←C9
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	ТYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	70xxA5TYN	70xxA5TY	
	72xxA5TYN	72xxA5TY	
Сверхскоростные РУШП	xxBNR19STYN	xxBNC19TY	ТYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	xxBNR10STYN	xxBNC10TY	
	xxBNR19HTYN	xxBNC19SN24TY	
	xxBNR10HTYN	xxBNC10SN24TY	
Сверхвысокоточные РУШП	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: Неразъемный тип BNT: Разъемный тип
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
Двухрядные ЦРП	NN30xxTB	NN30xxT	ТВ: Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера ТР: Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера РЕЕК Т: Направляемый роликами сепаратор из полиамида-66
Сверхскоростные однорядные ЦРП	N10xxRSTP	N10xxBT	
Сверхскоростные упорные РШП	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	ТYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	

Для справки об изменениях номеров на неизвестные Вам обратитесь в компанию NSK.

Всемирные коммерческие представительства и заводы-изготовители

Компания NSK Ltd. - Главное управление, г. Токио, Япония www.nsk.com
ДЕПАРТАМЕНТ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ Nissei Bldg., 6-3, Ohsaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan
T: 03-3779-7680 Ф: 03-3779-7433 К: 81
ДЕПАТАМЕНТ БИЗНЕС-СТРАТЕГИИ Nissei Bldg., 6-3, Ohsaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan
T: 03-3779-7121 Ф: 03-3779-7433 К: 81
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Африка

ЮАР:
NSK South Africa (Pty) Ltd.
15 Galaxy Avenue, Linbro Business Park, Sandton, 2146, Gauteng, P.O. Box IOGANNEBURG 1157, Kelvinn, 2054 Южная Африка Т: (011) 458 3600 Ф: (011) 458 3608 К: 27

Азия и Океания

Австралия:
NSK Australia Pty. Ltd. www.nskaustralia.com.au
11 Dalmore Drive, Scoresby, Victoria 3179, Австралия Т: (03) 9764-8302 Ф: (03) 9764-8304 К: 61
САЙДНЕЙ Unit 1, Riverside Centre, 24-28 River Road West, Parramatta, N.S.W. 2150, Австралия Т: 02-9693-8322 Ф: 02-9693-8406 К: 61
БРИСБЕЙН 91 Wellington Road, East Brisbane, Queensland 4169, Австралия Т: 07-3393-1388 Ф: 07-3393-1236 К: 61
АДЕЛАИДА 64 Greenhill Road, Wayville, South Australia 5034, Австралия Т: 08-8373-4811 Ф: 08-8373-1053 К: 61
ПЕРТ Unit 4, 36 Port Kembla Drive, Bibra Lake, Western Australia 6163, Австралия Т: 089-434-1311 Ф: 089-434-1318 К: 61

Китай:

NSK Hong Kong Ltd.
ГОНКОНГ Room 512, Wing On Plaza, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Гонконг Т: 2739-9933 Ф: 2739-9323 К: 852

Kunshan NSK Co., Ltd.
КУНШАН 258 South Huang Pu Jiang Rd Kunshan E&T Development Zone Jiang Su 215335, Китай Т: 0512-5771-5654 Ф: 0512-5771-5689 К: 86

Guizhou HS NSK Bearings Co., Ltd.
АНСУН Dongjiao, Anshun, Guizhou, 561000, Китай Т: 0853-3521505 Ф: 0853-3522722 К: 86

NSK (Shanghai) Trading Co., Ltd.
ШАНХАЙ Room 826, No.1 Ji Long Road, Wai Gao Qiao Free Trade Zone, Шанхай, Китай Т: 021-62099051 Ф: 021-62099053 К: 86

Представительства компании NSK www.nsk.com.cn
ПЕКИН Room 1001, Beijing Fortune Bldg., 5 Dong san Huan Bei Lu, Chao Yang District Пекин, 100004, Китай Т: 010-6590-8161 Ф: 010-6590-8166 К: 86
ШАНХАЙ Room 1005, Shanghai International Trade Center 2200 Yan An Road (W.), Шанхай, 200336, Китай Т: 21-6209-9051 Ф: 21-6209-9053 К: 86
ГУАНЧЖОУ Room 2701-02, Guangzhou International Electronics Tower 403, Huan Shi Rd Guangzhou, 510085, Китай Т: 020-8732-0583 Ф: 020-8732-0574 К: 86
АНСУН Dongjiao, Anshun, Guizhou, 561000, Китай Т: 0853-3522522 Ф: 0853-3522522 К: 86

NSK (CHINA) INVESTMENT CO., LTD.
ШАНХАЙ Room 1007, Shanghai International Trade Center 2201 Yan An Road (W.) Шанхай, 200336, Китай Т: 021-62099051 Ф: 021-62099053 К: 86

Индия:

RANE NASTECH LTD.
ЧЕННАИ 14, Rajagopalan Salai, Vallanchery Guduvancherry, Pin-603 202, Индия Т: 044-2433-4732, 044-2434-3036, 3067 Ф: 044-2433-4733 К: 91

Представительство NSK
ЧЕННАИ 2A, First Street, Cenotaph Road, Ченнаи, 600 018, Индия Т: 044-2433-4732, 044-2434-3066, 3067 Ф: 044-2433-4733 К: 91

Индонезия:

PT. NSK Bearings Manufacturing Indonesia
ЗАВОД В ДЖАКАРТЕ Blok M-4, Kawasan Berikat, MM2100, Industrial Town, Cikarang Barat, Bekasi 17520, Jawa Barat, Индонезия Т: 021-898-0155 Ф: 021-898-0156, 021-898-0183 К: 62

PT. NSK Indonesia
ДЖАКАРТА Summitmas, 6th Floor, Jl. Jend. Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190 Индонезия Т: 021-252-3458 Ф: 021-252-3223 К: 62

Корея:

NSK KOREA CO., LTD. www.nsk.co.kr
СЕУЛ 9F (West Wing) Posco Center 892, Deachi 4 Dong Kangnam-Ku, Сеул, Корея Т: 02-3287-0200 Ф: 02-3287-0345, 0445 К: 82
ЧАНГВОН 60, Songsan-Dong, Changwon, Kyungsangnam-Do, Корея ЗАВОД Т: 055-287-6001 Ф: 055-285-9982 К: 82

Малайзия:

NSK BEARINGS (MALAYSIA) SDN. BHD.
КУАЛА ЛУМПУР Level 10, Unit 10, Jalan SS21/37, Damansara Uptown, 47400 Petaling Jaya, Selangor, Darul Ehsan, Малайзия Т: 03-77223373 Ф: 03-77285543, 77287450 К: 60
ПРАИ 10, Lengkok Kikik 1, Taman Inderawasih, 13600 Prai, Penang, Малайзия Т: 04-3991763 Ф: 04-3991830 К: 60
ДЖОХОР БАРУ Ground Floor, No. 27, Jalan Bakawali 50, Taman Johor Jaya, 81100 Johor Bahru, Johor, Малайзия Т: 07-3546290 Ф: 07-3546291 К: 60
КОТА КИНАБАЛУ Lot 10, Ldg. Kurma 4, Likas Ind. Centre, 5 1/2 Miles, Jalan Tuangan, 88450 Inanam, Sabah, Малайзия Т: 088-421260 Ф: 088-421261 К: 60

NSK MICRO PRECISION (M) SDN. BHD.
ЗАВОД В МАЛАЙЗИИ No.43 Jalan Taming Dua, Taman Taming Jaya, 43300 Balakong, Selangor Darul Ehsan, Малайзия Т: 03-961-6288 Ф: 03-961-6488 К: 60

Новая Зеландия:

NSK NEW ZEALAND LTD. www.nsk-rhp.co.nz
ОКЛЕНД 3 The Arundel Place Mt. Wellington, Auckland, Новая Зеландия Т: (09) 276-4992 Ф: (09) 276-4082 К: 64

Филиппины:

Представительство NSK
МАНИЛА Unit 910 Philippine AXA Life Centre, 1286 Seno Gil Puyat Avenue, Makati City 1200, Metro Manila, Филиппины Т: 02-759-6246 Ф: 02-759-6249 К: 63

Сингапур:

NSK International (Singapore) Pte Ltd.
СИНГАПУР 2 Toh Guan Road East #02-02 Singapore 608837 Т: (65) 6273 0357 Ф: (65) 6275 8937 К: 65

NSK Singapore (Pte) Ltd.

СИНГАПУР 2 Toh Guan Road East #02-03 Singapore 608837 Т: (65) 6278 1711 Ф: (65) 6273 0253 Т: R524088 К: 65

Тайвань:

Taiwan NSK Precision Co., Ltd.
ТАЙ-БЭИ 9th Fl., 34, Chung Shan N. Rd., Sec. 3, Taipei, Тайвань R.O.C. Т: 02-2591-0656 Ф: 02-2597-3101 К: 886
ТАЙЧУНГ 107-6, SEC. 3, Wenxin Rd., Taichung, Тайвань R.O.C. Т: 04-2311-7978 Ф: 04-2311-2627 К: 886

Таиланд:

NSK Bearings (Thailand) Co., Ltd.
БАНГКОК 25th Floor RS Tower, 12176-77 Rachadaphisek Road, Din Daeng, Bangkok 10320, Thailand Т: 02-6412150-58 Ф: 02-6412161 К: 66

NSK Bearings Manufacturing (Thailand) Co., Ltd.
ЧОНБУРИ 700/430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate T. Donhualor, A. Muangchounburi, Chonburi 20000 Thailand Т: (038) 4540110-454016 Ф: (038) 454017, 454020 К: 66

SIAM NSK Steering Systems Co., Ltd.

90 Moo 3, Wellgong Industrial Estate, Km. 36 Bangna-Trad Road, Bangwao, Bangprakong, Chachoengsao 24180, Thailand Т: (038) 522-343-350 Ф: 038-522-351 К: 66

Европа

NSK Europe Ltd. (European Headquarters) www.eu.nsk.com
МЭЙДЕНХЭД, UK Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB U.K. Т: 01628-509800 Ф: 01628-509808 К: 44

Франция:

NSK FRANCE S.A.
ПАРИЖ Quartier de l'Europe, 2 Rue Georges Guynemer, 78283 Guyancourt Cedex, France Т: 01 30 57 39 39 Ф: 01 30 57 00 01 К: 33

Германия:

NSK Deutschland GmbH
ДЮССЕЛЬДОРФ Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany Т: 02102-481-0 Ф: 02102-481-2290 К: 49

ШТУТГАРТ Steiminger Str. 65, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany Т: 0711-79082-0 Ф: 0711-79082-289 К: 49
ЛЕЙПЦИГ Zschortauer Str. 76, 04129 Leipzig, Germany Т: 0341-5631241 Ф: 0341-5631243 К: 49

NSK Precision Europe GmbH

ДЮССЕЛЬДОРФ Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany Т: 02102-481-0 Ф: 02102-481-2290 К: 49

NSK Steering Systems Europe Ltd.

ШТУТГАРТ Steiminger Strasse 65 D-70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany Т: 0711-79082-227 Ф: 0711-79082-289 К: 49

Neuweg Fertigung GmbH

ОТДЕЛЕНИЕ КОРПОРАЦИИ Efinger Strasse 5, D-89593 Munderkingen, Germany Т: 07393-540 Ф: 07393-3732 К: 49
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО/ЗАВОД Т: 07393-540 Ф: 07393-3732 К: 49

Италия:

NSK Italia S.p.A.
МИЛАН Via Garibaldi, 215 20024 Garbagnate Milanese (MI), Italy Т: 02-99-5-19-1 Ф: 02-990-25-778, 02-990-28-373 К: 39

INDUSTRIA CUSCINETTI SPA

ТУРИН Via Giotto 4, 10080, S. Benigno C. se, Torino, Italy Т: 0119824811 Ф: 0119880284 К: 39

Нидерланды:

NSK European Distribution Center B.V.
De Kroonstraat 38, 5048 AP Tilburg, Nederland Т: 013-4647647 Ф: 013-4647648 К: 31

Польша:

NSK Europe Ltd. Warsaw Liaison Office
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В ВАРШАВЕ Przedstawicielstwo w Warszawie, ul. Migdalowa 4 lok. 73, 02-796 Warsaw, Poland Т: 022-645-1525, 1526 Ф: 022-645-1529 К: 48

NSK Iskra S.A.

ОТДЕЛЕНИЕ КОРПОРАЦИИ/ЗАВОД UL. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland Т: 041-366-5001 Ф: 041-366-5008 К: 48

NSK European Technology Center, Poland Office

Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland Т: 041-366-5812 Ф: 041-366-5206 К: 48

Испания: NSK SPAIN S.A.

БАРСЕЛОНА Calle de la Hidraulica, 5, P.I. "La Ferreria" 08110 Montcada i Reixac (Barcelona), Spain Т: 093-575-4041 Ф: 093-575-0520 К: 34

Турция: NSK BEARINGS MIDDLE EAST TRADING CO., LTD.

СТАМБУЛ Yali Mahallesi, Fevzi Camak Caddesi, Caqlar Apartman No.11/4, Maltepe 81530, Istanbul, Turkey Т: 0216-442-7106 Ф: 0216-305-5505 К: 90

Великобритания: NSK BEARINGS EUROPE LTD.

ПИТЕРБИ 3 Brindley Road, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2JD U.K. Т: 0191-518-6111 Ф: 0191-518-6492 К: 44
ЗАВОД Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2PW U.K. Т: 0191-518-0777 Ф: 0191-518-0303 К: 44

НЬЮАРК Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K. ЗАВОД Т: 01636-605123 Ф: 01636-643241 К: 44

Европейский технологический центр NSK

НЬЮАРК, UK Northern Road, Newark, Notts, NG24 2JF U.K. Т: 01636-605123 Ф: 01636-643241 К: 44

NSK UK Ltd.

НЬЮАРК Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K. Т: 01636-605123 Ф: 01636-643050 К: 44

NSK Steering Systems Europe Ltd.

ОТДЕЛЕНИЕ КОРПОРАЦИИ Silverstone Drive, Rowley's Green, Coventry, CV6 6PA Т: 024-76-588588 Ф: 024-76-588599 К: 44
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО Т: 024-76-588588 Ф: 024-76-588599 К: 44
ПИТЕРБИ 6/7 Doford Drive, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2RL U.K. ЗАВОД Т: 0191-518-6400 Ф: 0191-518-6421 К: 44

Северная и Южная Америка

NSK AMERICAS, INC. (AMERICAN HEADQUARTERS)
АНН-АРБОР, USA 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703 Т: 734-913-7500 Ф: 734-913-7511 К: 1

Аргентина: NSK ARGENTINA SRL

БУЭНОС-АЙРЕС Calle San Lorenzo, 4292-Munro-Buenos Aires-Argentina Т: 11-4762-6556 Ф: 11-4762-6466 К: 54

Бразилия:

NSK Brasil Ltda. www.br.nsk.com
САВ-ПАУЛУ Rua Treze de Maio, 1633-14° andar-Bela Vista, Sao Paulo-SP, Brazil 01327-905 Т: 011-3269-4723 Ф: 011-3269-4720 К: 55
ЗАВОД SUZANO Av. Vereador Joao Batista Filappaldi, 66-Vila Maluf Suzano-SP, Brazil 08685-000 Т: 013-905-890-1938 К: 1
БЕЛУ-ОРИЗОНТЕ Rua Ceara, 1431-4° andar-sala 405-Funcionarios Belo Horizonte-MG, Brazil 30150-311 Т: 031-3274-2477 Ф: 031-3273-4408 К: 55
ЖУАНВИЛЬ Rua Bissani, 178-sala 910-Centro Joinville-SC, Brazil 89204-250 Т: 047-422-5445/433-3627 Ф: 047-422-2817 К: 55

ПОРТУ-АЛЕГРИ Av. Cristovao Colombo, 1694-sala 202-Floresta Porto Alegre-RS, Brazil 90560-001 Т: 051-3222-1324/3346-7851 Ф: 051-3222-2599 К: 55
РЕСИФИ Av. Conselheiro Aguiar, 2738-6° andar-corr. 604-Vila Viamagem Recife-PE, Brazil 51020-020 Т: 081-3326-3781 Ф: 081-3326-5047 К: 55

Канада:

NSK Canada Inc. www.ca.nsk.com
ГЛАВНЫЙ ОФИС 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada Т: 905-890-0740 Ф: 905-890-1938 К: 1

МОНРЕАЛЬ 2150-32E Avenue, Lachine, Quebec H8T 3H7, Canada Т: 514-633-1220 Ф: 514-633-8164 К: 1

ТОРОНТО 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada Т: 905-890-0561 Ф: 905-890-1938 К: 1

ЭДМОНТОН 9267-41st Avenue, Edmonton, Alberta T6E 6R5, Canada Т: 604-294-1151 Ф: 604-294-1407 К: 1

ВАНКУВЕР 3175 Wayburn Drive, Burnaby, British Columbia V5G 4L4, Canada Т: 604-294-1151 Ф: 604-294-1407 К: 1

Мексика:

NSK Rodamientos Mexicana, S.A. de C.V. www.mx.nsk.com
МЕХИКО Minas Palacio No.42-6. Col. San Antonio Zorcuvalan, Naucalpan de Juarez, C. de Mexico, Mexico Т: 55-301-2741, 55-301-3115, 55-301-4762 Ф: 55-301-2244, 55-301-2865 К: 52

Соединенные Штаты Америки:

NSK CORPORATION www.nsk-corp.com [КОРПОРАТИВНЫЙ ОФИС]
АНН-АРБОР 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703 Т: 734-913-7500 Ф: 734-913-7511 К: 1

АМЕРИКАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР NSK

АНН-АРБОР 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703 Т: 734-913-7500 Ф: 734-913-852 К: 1

[ОТДЕЛЕНИЯ И ОПТОВЫЕ БАЗЫ]

ЧЕРРИТОС 13921 Bettencourt Street, Cerritos, California 90703, U.S.A. Т: 562-926-2975 Ф: 562-926-3553 К: 1

ПЛЕЙНФИЛД 1561 S. Perry Road, Plain,eld, Indiana 46168, U.S.A. Т: 317-837-8879 Ф: 317-837-7207 К: 1

[ЗАВОДЫ]

АНН-АРБОР 5400 South State Road, Ann Arbor, Michigan 48108-9794, U.S.A. Т: 734-996-4900 Ф: 734-996-47707 К: 1

КЛАРИНДА 1100 North First Street, Clarinda, Iowa 51632-1983, U.S.A. Т: 712-542-5121 Ф: 712-542-4905 К: 1

ФРАНКЛИН 3400 Bearing Drive, Franklin, Indiana 46131-9660, U.S.A. Т: 317-738-5000 Ф: 317-738-4310 К: 1

ЛИБЕРТИ 1112 East Kitchel Road, Liberty, Indiana 47533-8985, U.S.A. Т: 765-458-5000 Ф: 765-458-7832 К: 1

NSK Precision America, Inc. www.npa.nsk.com

ЧИКАГО 2717 Executive Drive, Suite 100 Addison, Illinois 60101-5600, U.S.A. Т: 630-620-8500 Ф: 630-620-8555 К: 1

САН-ХОСЕ 780 Montague Expressway, Suite 508, San Jose, Ca 95131 Т: 408-944-9400 Ф: 408-944-9405 К: 1

NSK Steering Systems America, Inc. www.nastech.nsk.com
КОРПОРАТИВНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ 110 Shields Drive, Box 0036 Bennington, Vermont 05201-8309, U.S.A. Т: 802-442-5448 Ф: 802-442-2253 К: 1
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО/ЗАВОД 4200 Goss Road, P.O. Box 134007, Ann Arbor, MI 48113-4007 Т: 734-913-7500 Ф: 734-913-7328 К: 1
КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО 4200 Goss Road, P.O. Box 134007, Ann Arbor, MI 48113-4007 Т: 734-913-7500 Ф: 734-913-7328 К: 1

NSK Latin America Inc. www.latinamerica.nsk.com
МАИАМИ 2500 NW 107 Avenue, Suite 300, Miami, Florida, 33172, U.S.A. Т: (305) 477-0605 Ф: (305) 477-0377 К: 1

Т: Телефон Ф: Факс Т: Телекс К: код страны Отпечатано в Японии

По принципиальным соображениям компания NSK Ltd. не занимается экспортом товаров или технологий, подлежащих контролю по законодательству об экспорте. При осуществлении экспорта товаров, описанных в данной брошюре, должно соблюдаться законодательство страны-экспортёра. Технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления и без возникновения каких-либо обязательств со стороны производителя. Точность содержащейся в данной брошюре информации была проверена со всей тщательностью, но какие бы то ни было повреждения или убытки, возникшие по причине ошибок или пропусков в тексте, не влекут за собой ответственности. Мы с благодарностью примем любые дополнения или поправки.