Специальные Серии

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

Специальные высокопроизводительные подшипники высокой жесткости — Серия TAC B

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 сверхбеспримесной 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 TAC B

Специальные Серии

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 TAC 02, 03

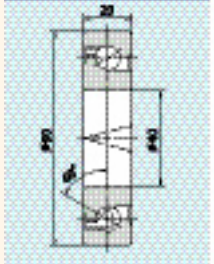
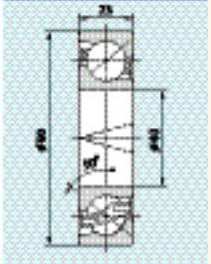
Характеристики показателей качества

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 TAC B.
- **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 40TAC90B	Для литьевых машин 40TAC03AT85
	

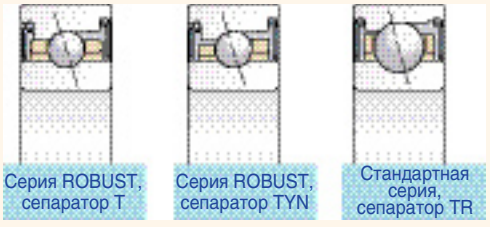
Специальные Серии

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.



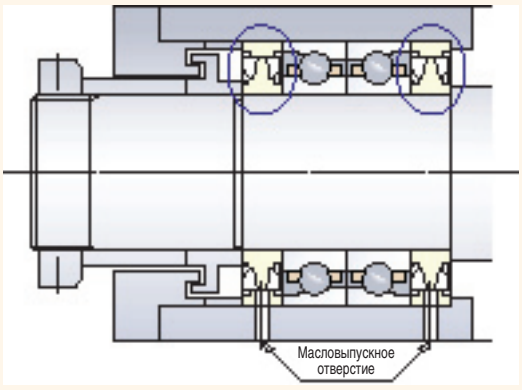
Другие изделия

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.



Другие изделия

Высокоэффективные консистентные смазки для Шпиндели станочного оборудования

Часть 2

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 тюбиках 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(mm^2/S)	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.

Веб-сайт NSK
http://www.nsk.com

Часть 3

Выбор подшипников 32

Типовые конструкции высокоскоростных шпинделей главного вала 34

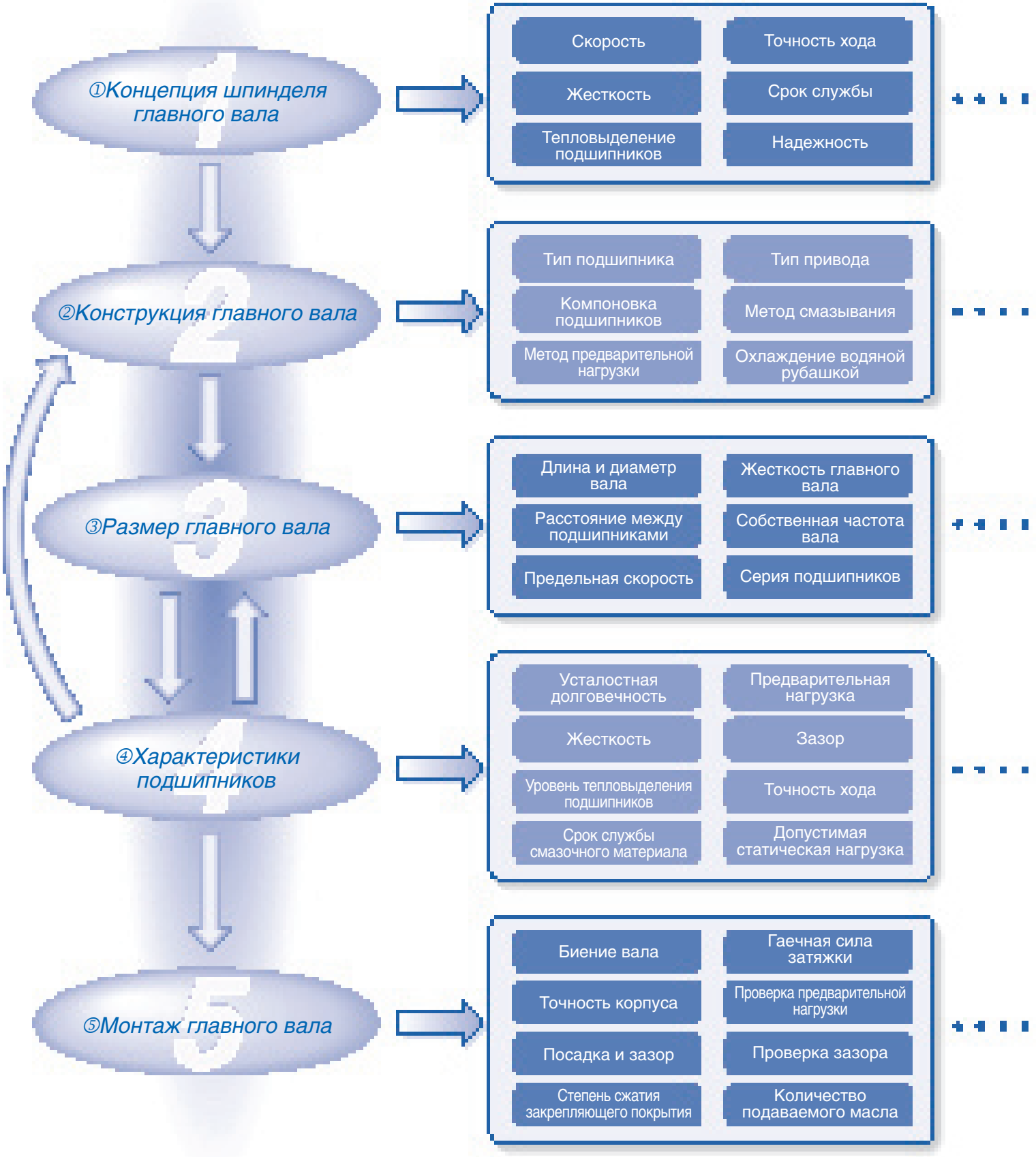
Другие конструкции шпинделей 36

Свойства радиально-упорных шариковых подшипников 38

Свойства цилиндрических роликовых подшипников 40

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 обусловливает 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.

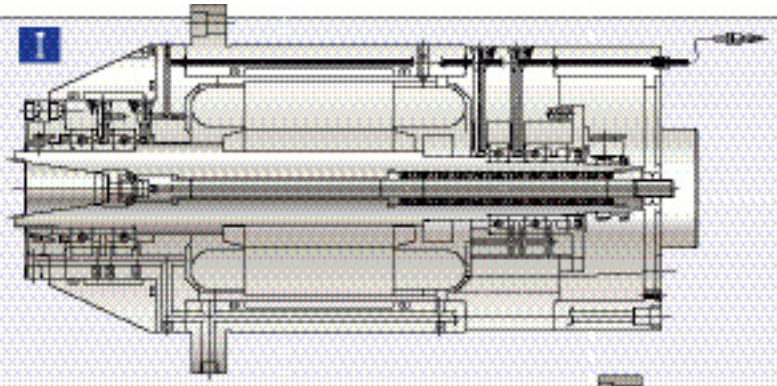
См. часть 6

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ ГЛАВНОГО ВАЛА

(работающих при скоростях свыше 0,7 млн dcp·n)

Частота вращения (dcp·n)

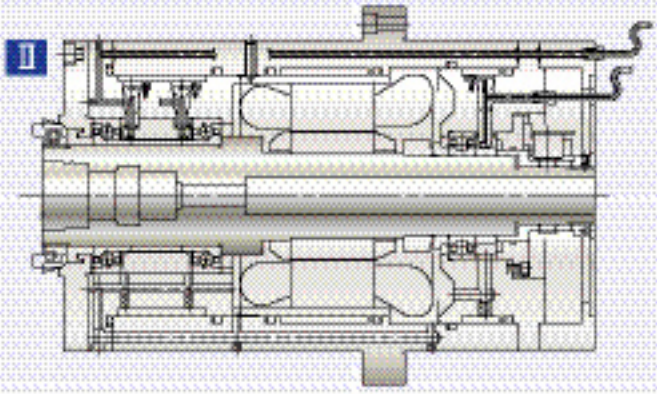
I



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 3.5M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 2.0M

II

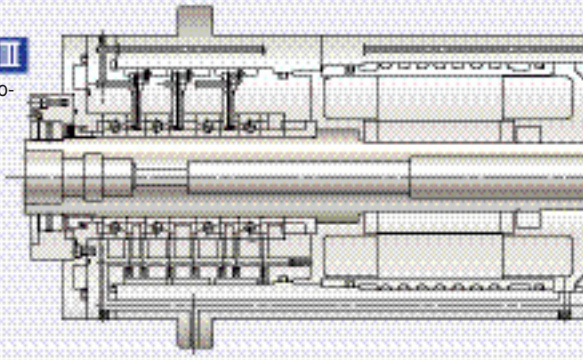


Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.5M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.5M

Компоновка подшипников III

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.

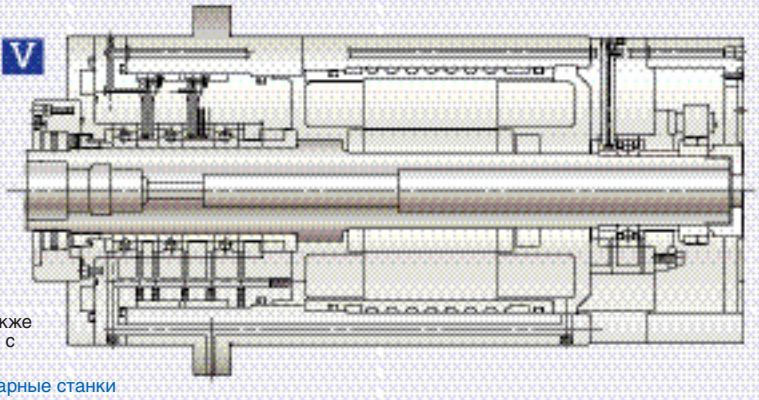
Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.2M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.3M

Компоновка подшипников V

V



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 $d_m n$ 1.8M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.2M

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.

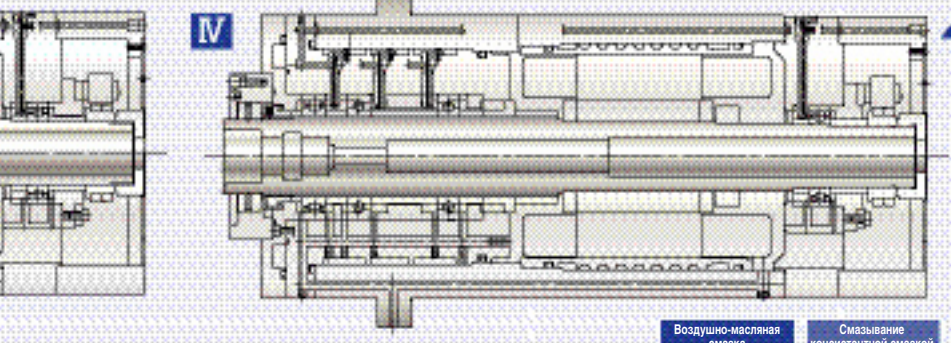
Области применения: центры механообработки, шлифовальные станки, высокоскоростные шпиндели и т.д.

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..



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.2M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.3M

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.

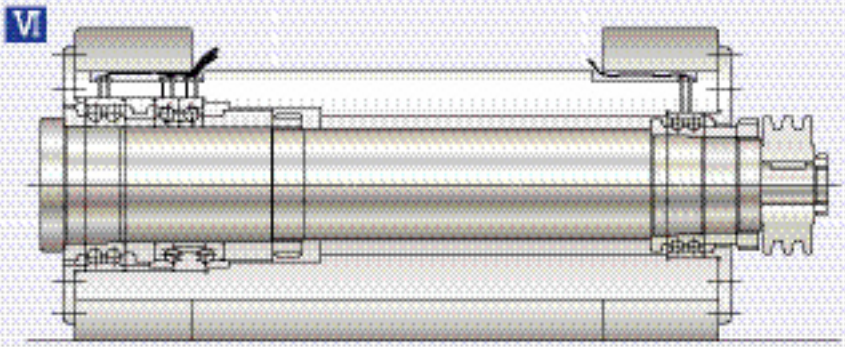
Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

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..

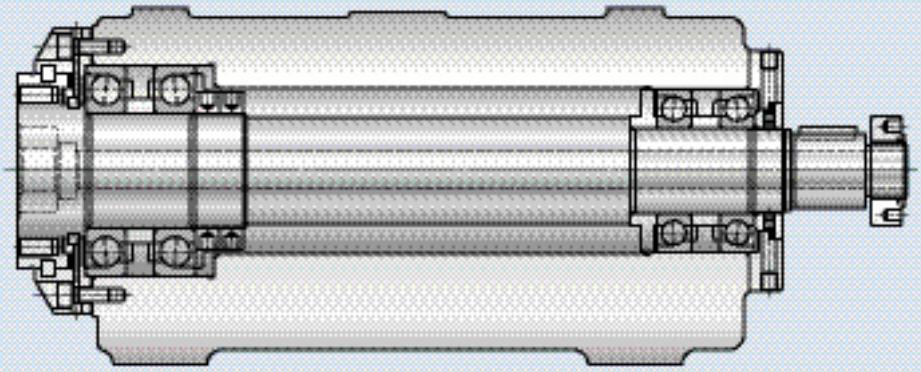


Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 1.0M

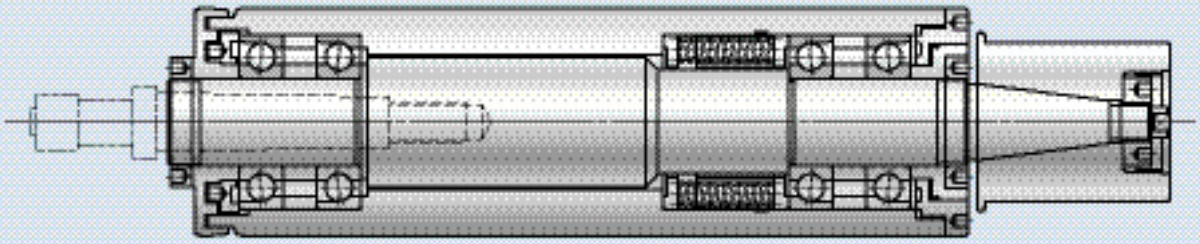
Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 0.8M

ДРУГИЕ КОНСТРУКЦИИ ШПИНДЕЛЕЙ

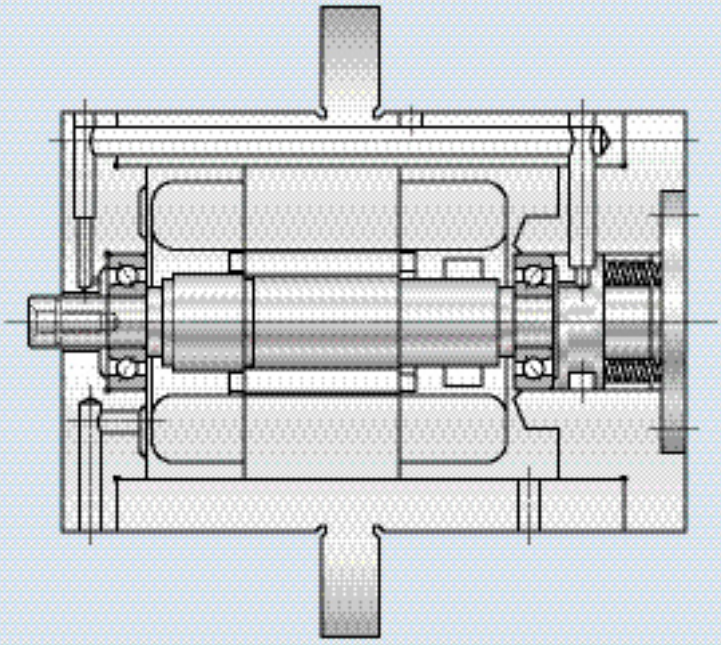
Вращатель



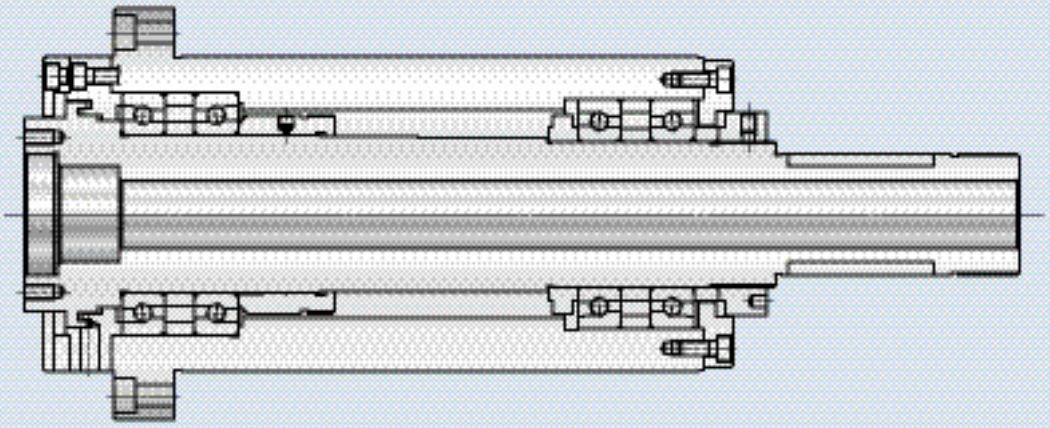
Шлифовальный шпиндель



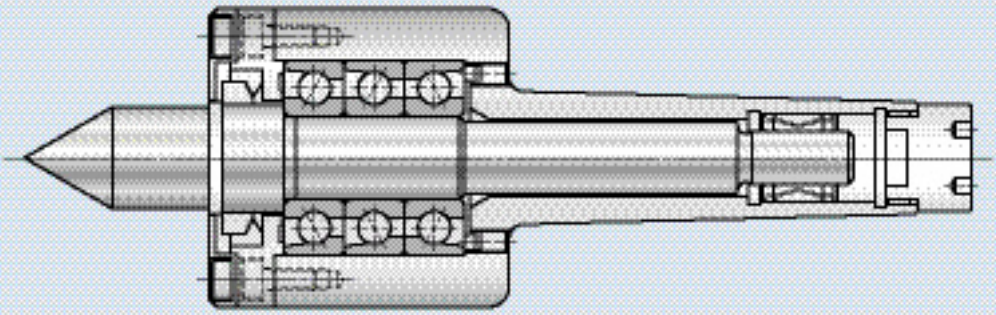
Высокоскоростной шпиндель



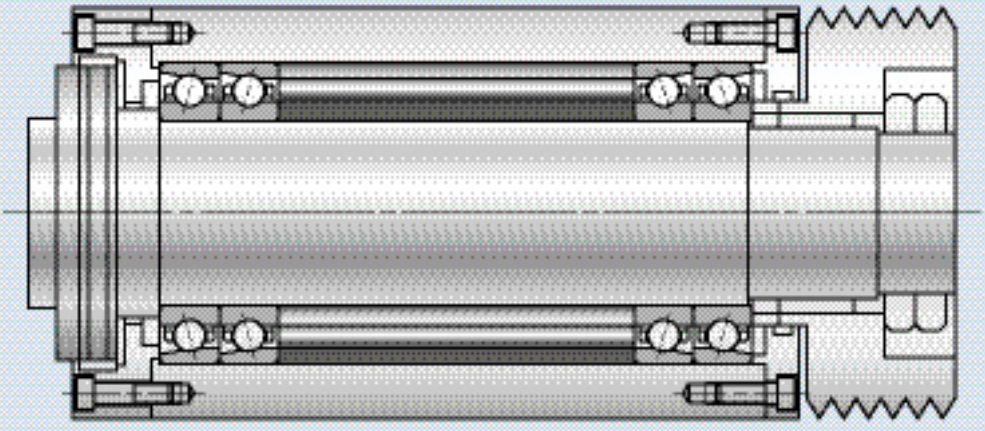
Высокоточный шпиндель для токарного станка



Вращающийся центр



Шпиндель рабочей головки



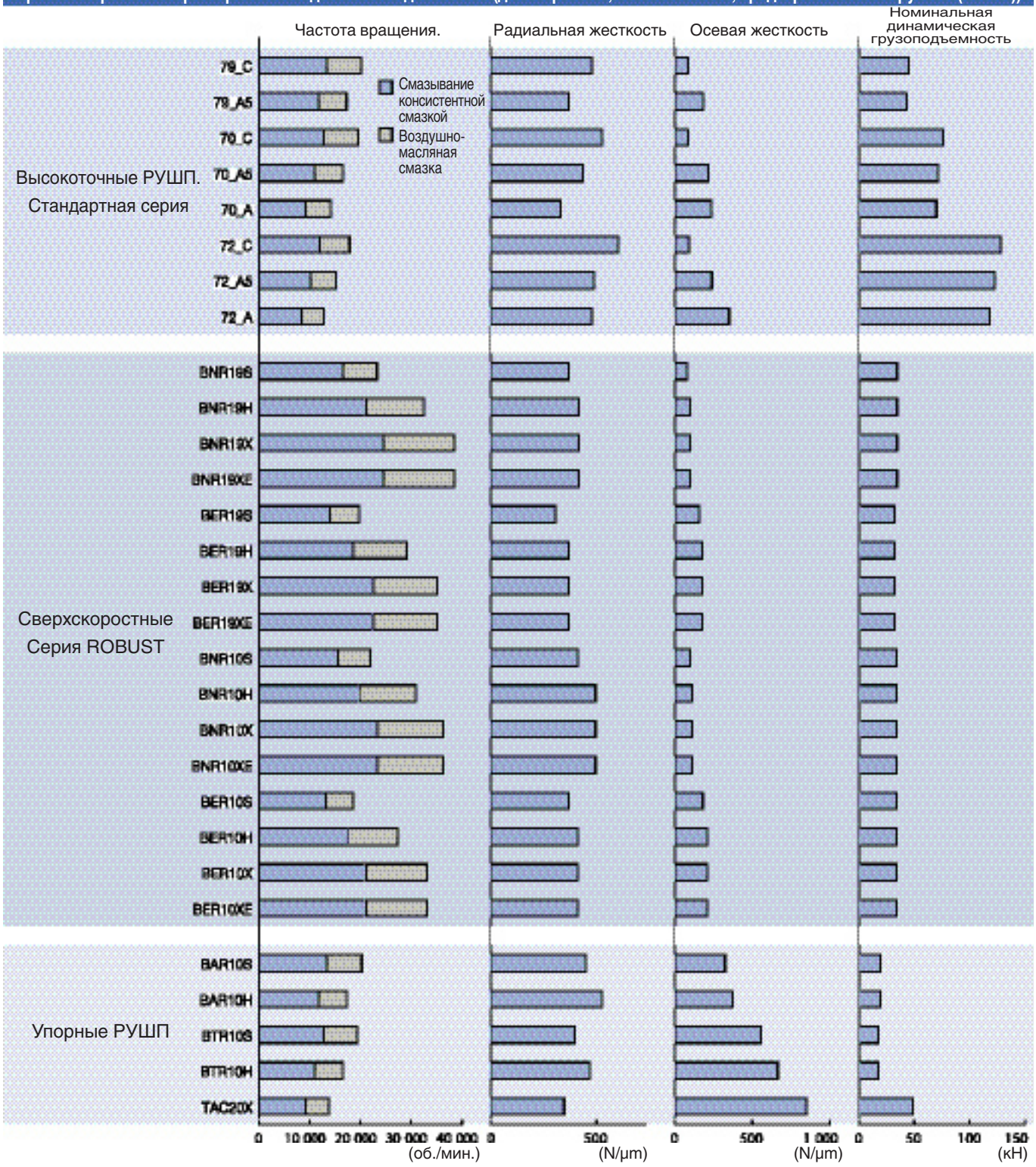
СВОЙСТВА РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Основными свойствами РУШП являются: 1) предопределенный угол контакта; 2) применение в подходящих компоновках с предварительной нагрузкой.

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))

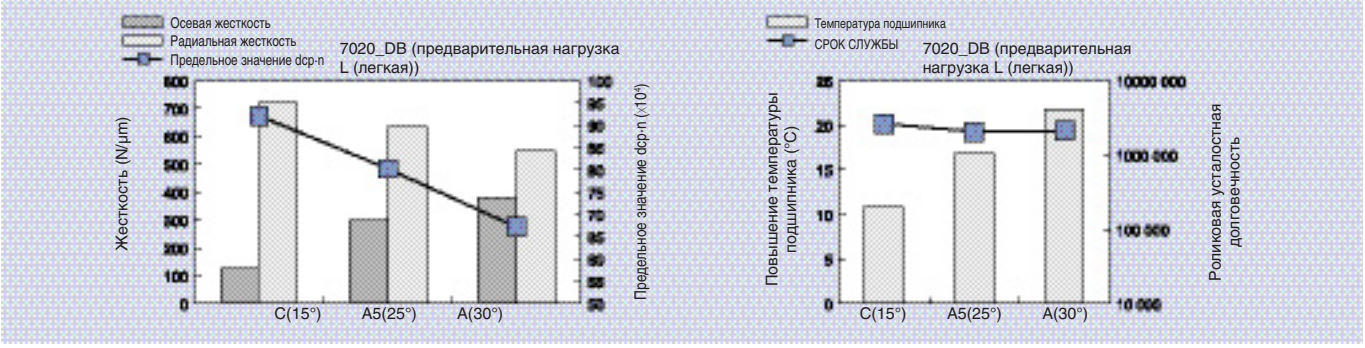


Влияние угла контакта

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.

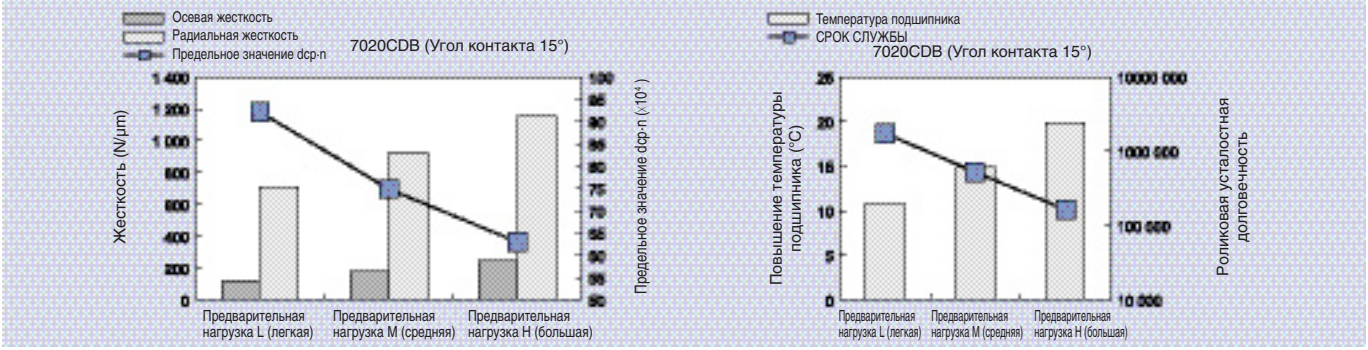


Влияние предварительной нагрузки

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.

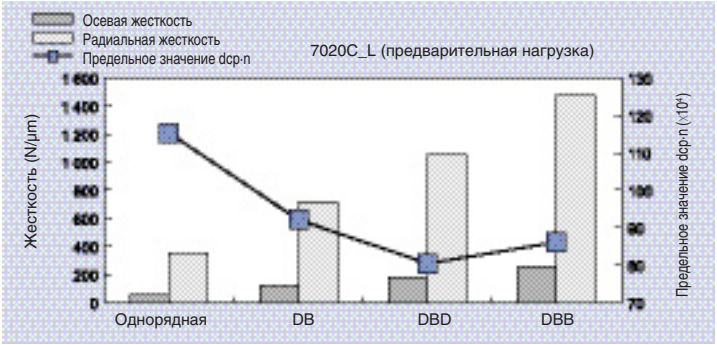
Для сохранения высокой жесткости необходимо пожертвовать повышенной скоростью. Аналогичным образом, для достижения повышенной скорости нужно пожертвовать высокой жесткостью. Следует делать это с осторожностью. Если черечур большая предварительная нагрузка сочетается с высокой скоростью работы, то появляется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

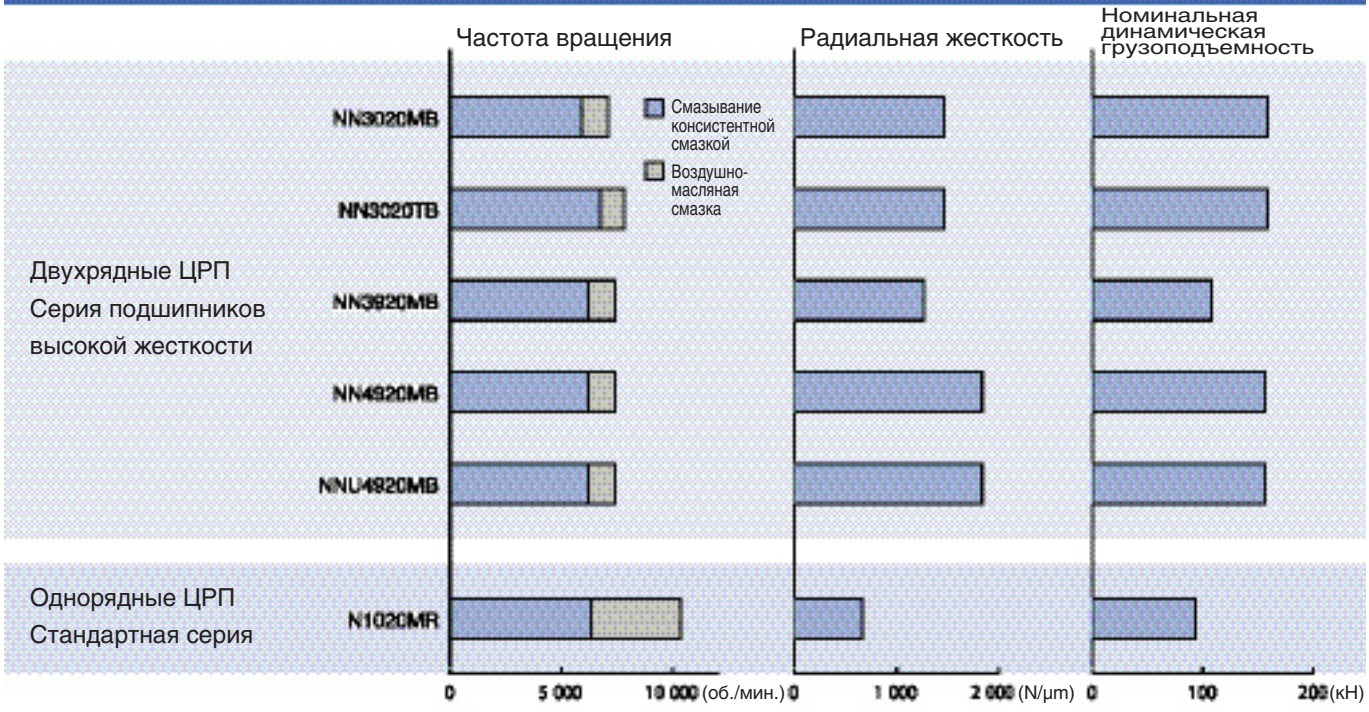


СВОЙСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

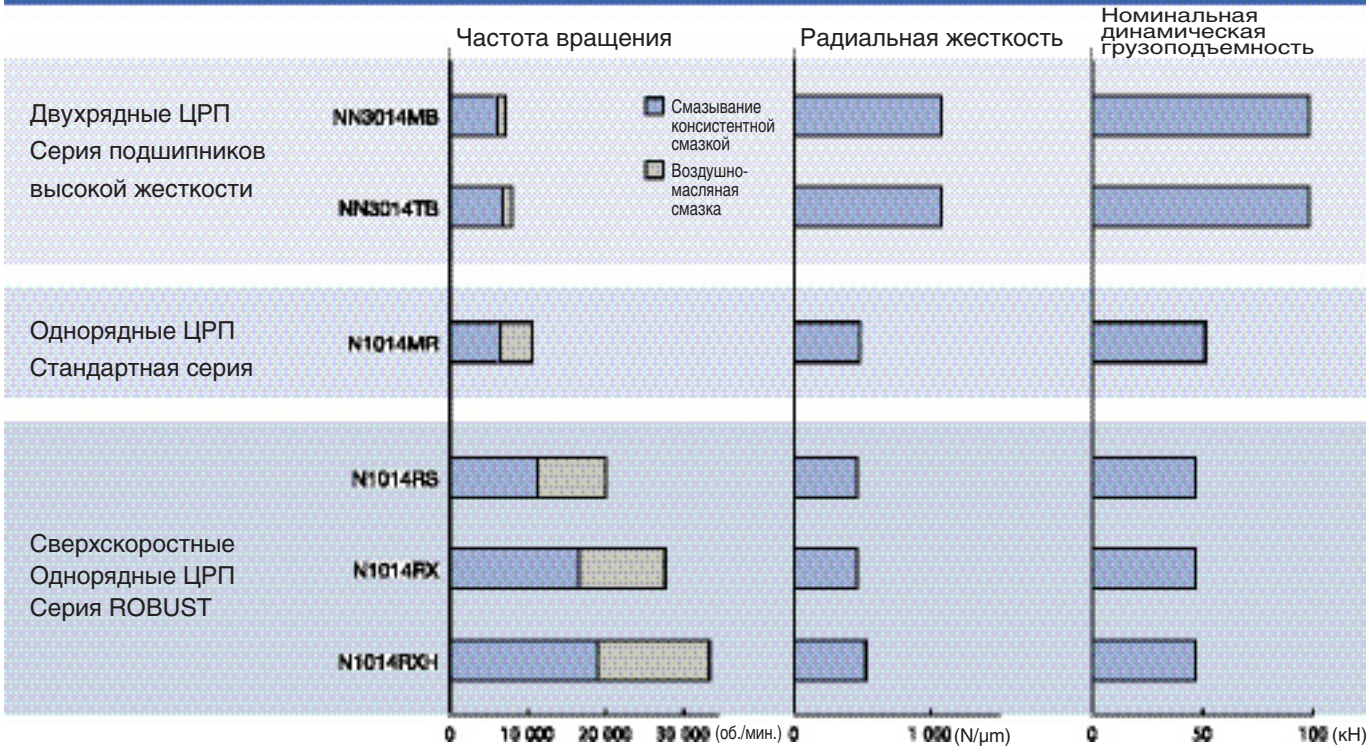
В отличие от РУШП, которые обладают как осевой, так и радиальной грузоподъемностью, цилиндрические роликовые подшипники могут нести только радиальные нагрузки. Однако номинальная радиальная грузоподъемность у них больше, чем у РУШП. В зависимости от конкретного применения используются двухрядные ЦРП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

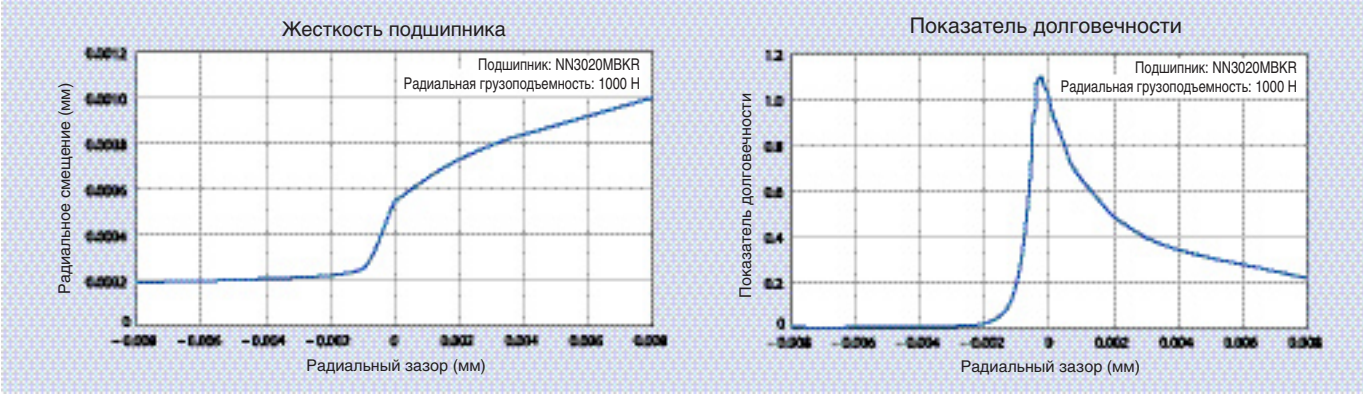


Влияние радиального зазора

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.



Взаимоотношения между радиальным зазором и повышением температуры

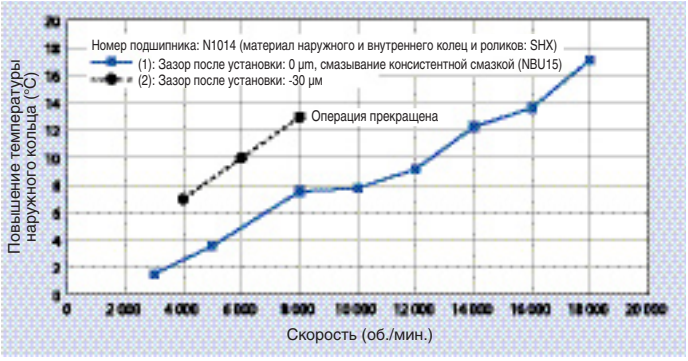
На рисунке справа показаны результаты испытания на повышение температуры ЦРП.

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 контролирования зазора.



ЦРП с коническим отверстием используется для контролирования радиального зазора при монтаже шпинделя, поскольку отрегулировать радиальный зазор до любого значения легко. Для ЦРП с коническим отверстием распространенными классами немонтированного неподменимого 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.