NACHI

Прецизионные роликовые подшипники

Содержание

Техническое описание

1 Выбор подшипника

1-1 Процедура выбора подшипника 2
1-2 Оценка типа подшипника 3

2 Срок службы подшипника

2-1 Нормативная динамическая грузоподъемность и номинальная долговечность 4
2-2 Эквивалентная динамическая нагрузка 4
2-3 Нагрузка радиально-упорного шарикового подшипника 5
2-4 Нормативная статическая грузоподъемность и эквивалентная статическая нагрузка 6

3 Допуск подшипника

3-1 Допуски радиальных подшипников 7
3-2 Допуски и допустимые значения для радиально-упорных шариковых подшипников, испытывающих осевые нагрузки (серия TAH/TBH) 9
3-3 Допуски конических роликовых подшипников, сдвоенных по схеме "X" 9
3-4 Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAB) 10
3-5 Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAF) 11
3-6 Допуски для конических отверстий (цилиндрические роликовые подшипники) 11

4 Компоновка подшипника

4-1 Характеристики сдвоенных подшипников 12
4-2 Монтаж и монтажные метки 13
4-3 Радиально-упорные шариковые подшипники универсального исполнения 13

5 Преднатяг и жесткость

5-1 Цели преднатяга 14
5-2 Методы преднатяга 14
5-3 Измерение преднатяга 14
5-4 Эффект преднатяга 15
5-5 Стандартный преднатяг и осевая жесткость 16

6 Смазка

6-1 Функции смазки 22
6-2 Смазка 22

7 Предельные скорости

7-1 Коррекция предельной скорости 26

8 Конструкция вала и корпуса

8-1 Посадка на вал и корпус 27
8-2 Рекомендуемая точность для вала и корпуса 28
8-3 Предельные значения размеров фаски 29

9 Обслуживание подшипников

9-1 Хранение и транспортировка подшипников 30
9-2 Сборка подшипников 30
9-3 Эксплуатационные испытания 34
9-4 Демонтаж подшипников 34

Таблицы размеров

Прецизионные роликовые подшипники. Типы и конструкции 37

Радиально-упорные шариковые подшипники Стандартный тип 38

Серия 7900C/7900AC 40
Серия 7000C/7000AC 42
Серия 7200C/7200AC 44

Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники 46

Серия BNH 48

Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок 50

Серия TAH 52
Серия TBH 54

Многорядные цилиндрические роликовые подшипники 56

Серия NN3000 58
Серия NNU4900 60

Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X" 62

Серия XRN 64
Серия XRG 66

Опорные подшипники для шариковинтовых пар 68

Серия TAB 70
Серия TAF 72

Техническое описание

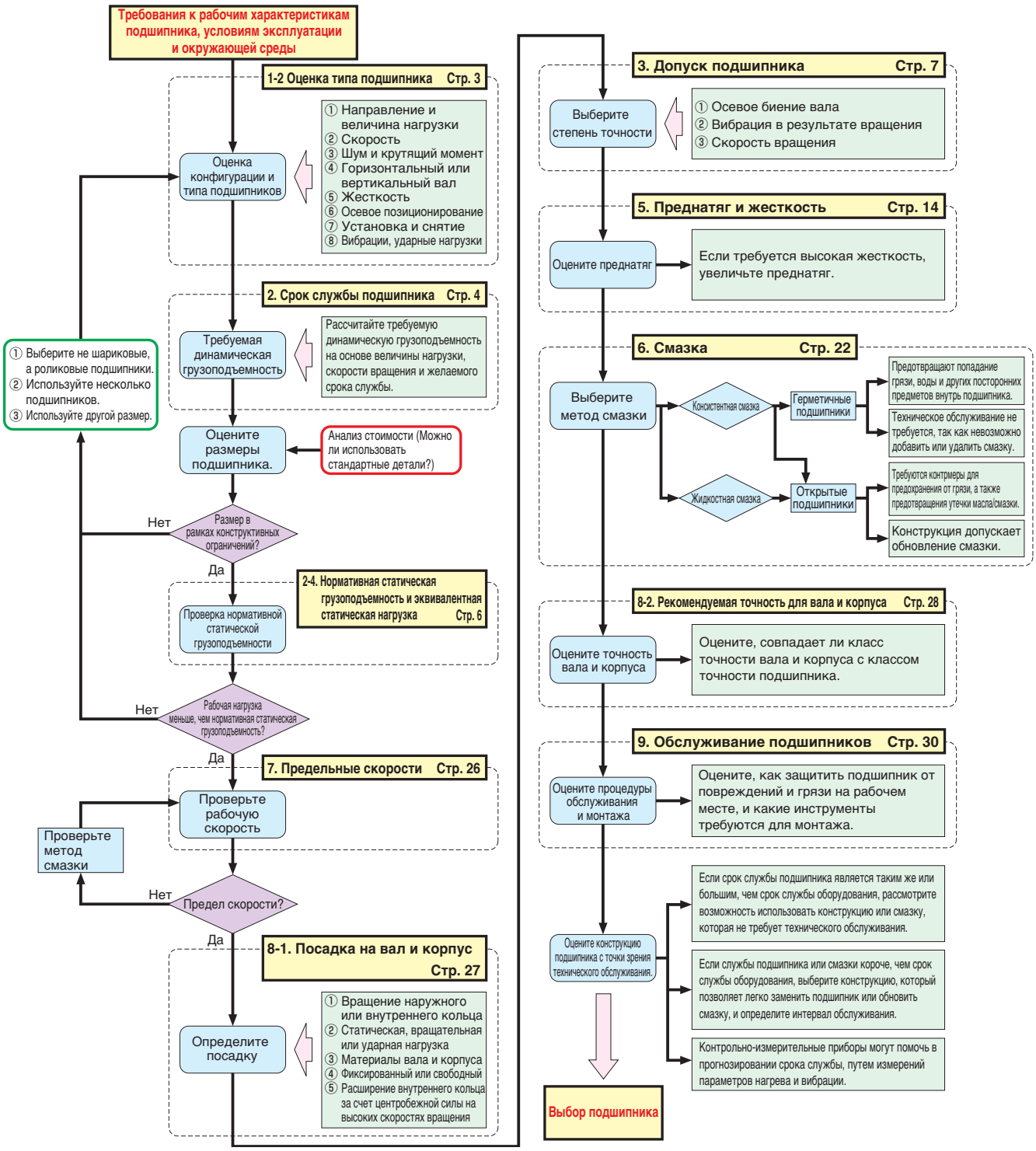
Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

1 Выбор подшипника

1-1 Процедура выбора подшипника

Хотя процесс выбора оптимального типа и конфигурации подшипников непрост, не будет преувеличением сказать, что правильный выбор подшипников очень важен для достижения желаемых эксплуатационных характеристик оборудования и срока службы.

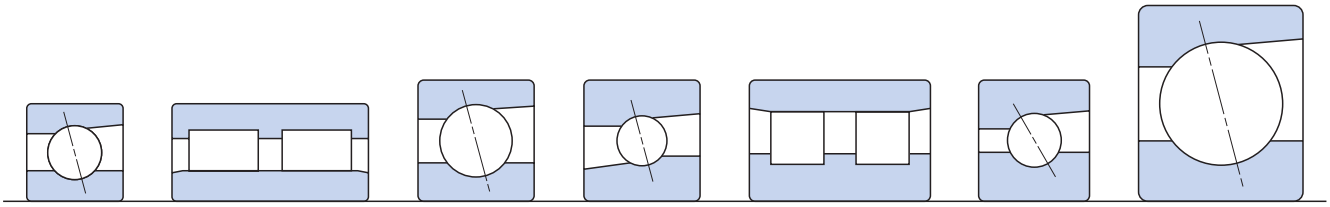
Поскольку “наилучшая” процедура для выбора оптимального подшипника отсутствует, инженер-проектировщик должен в первую очередь учитывать наиболее важные требования к подшипнику. На **Рис. 1.1** показан пример процедуры, основанной на установке приоритетов для необходимых характеристик подшипника.



● **Рисунок 1.1** Процедура выбора подшипника

1-2 Оценка типа подшипника

Параметры	Принципы выбора
Допустимое расстояние между подшипниками	● При проектировании системы вала важными факторами являются жесткость и прочность вала. Первым шагом является определение диаметра вала и диаметра отверстия. ● На **Рис. 1.2** показаны основные типы и размеры прецизионных подшипников качения, используемых в механических инструментах.
Нагрузка (тип, направление величина)	● Выберите оптимальный тип подшипника в соответствии с величиной радиальной и осевой нагрузки, направлением нагрузки (в одном или в обоих направлениях) и типом (вибрационная или ударная). ● В общем случае, роликовые подшипники будут обладать большей грузоподъемностью, чем шариковые подшипники.
Скорость вращения	● Выберите тип подшипников в соответствии с максимальной скоростью вращения, указанной для машины, где используется подшипник. ● Ограничение скорости вращения подшипников в значительной степени зависит от величины прилагаемой нагрузки, точности вращения, материала и конструкции сепаратора. Таким образом, необходимо тщательно оценить все параметры. ● Как правило, в высокоскоростных средах используются радиально-упорные шариковые подшипники или цилиндрические роликовые подшипники, которые показывают минимальное повышение температуры.
Жесткость	● Важными параметрами являются жесткость оси вращения, жесткость вала и корпуса, а также жесткость подшипников. ● В общем случае, жесткость роликового подшипника больше, чем жесткость шарикоподшипника. ● Жесткость комбинированного радиально-упорного шарикового подшипника увеличивается путем преднатяга подшипника.
Монтаж и демонтаж	● Выбор разъемного подшипника повышает скорость работ во время монтажа, демонтажа для периодических проверок и т.д.



● **Рисунок 1.2** Основные типы прецизионных роликовых подшипников, используемых в механических инструментах

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

2 Срок службы подшипника

2-1 Нормативная динамическая грузоподъемность и номинальная долговечность

Несмотря на то, что требования к подшипникам качения несколько отличаются в зависимости от конкретного приложения, принципиальными требованиями являются следующие:

- Высокая грузоподъемность
- Низкое трение
- Плавное и бесшумное вращение
- Высокая точность
- Высокая жесткость

Требования надежности или долговечности устанавливают временной интервал, на основании которого будут поддерживаться все другие требования. Требование надежности (долговечности в широком смысле) включает смазку и акустическую долговечность, а также усталостную долговечность. Надежность снижается при возникновении различных повреждений и ухудшении параметров. Хотя возможны и другие повреждения, такие как поломки и застревание, они обычно не учитываются при определении срока службы подшипников. Неправильное обращение, монтаж, смазка и посадка являются основными причинами возникновения проблем, ведущих к снижению долговечности подшипника по сравнению с расчетной долговечностью. Независимо от того, как хорошо они поддерживаются, монтируются или обслуживаются, динамические подшипники в конце концов выходят из строя из-за усталостной нагрузки подшипника. Срок службы подшипника можно оценить с двух точек зрения: 1) Если во время обследования становятся заметными следы усталости, подшипник необходимо рассматривать как непригодный к дальнейшему использованию; или 2) продолжительность службы подшипника в часах или оборотах может быть заранее определена в качестве предела, после которого подшипник автоматически подлежит замене. Поскольку расчетная усталостная долговечность меняется в зависимости от размера и типа при использовании в идентичных условиях нагрузки, необходимо соблюдать большую осторожность при анализе условий нагрузки и окончательного выбора подшипника, чтобы удовлетворить требования области применения. Усталостная долговечность подшипников конкретного типоразмера может сильно разниться. Если группа идентичных подшипников работает при одних и тех же условиях, проявляется явление статистического распределения. Использование среднего значения долговечности не является адекватным критерием для выбора подшипников качения. Вместо этого более эффективно рассматривать предел (в часах или количестве оборотов), которого может достичь наибольший процент эксплуатируемых подшипников. Таким образом, определение номинальной долговечности и нормативной динамической грузоподъемности Cr или Ca можно сформулировать следующим образом:

- **Номинальная долговечность**
  Общее число оборотов, которое могут выполнить 90% идентичных подшипников в составе одной группы, эксплуатируемых независимо при одних и тех же условиях, без следов старения материала вследствие усталости при прокатке.
- **Нормативная динамическая грузоподъемность (Cr или Ca)**
  Определяется как нагрузка на подшипник, имеющая постоянное направление и величину, которая приводит к завершению срока эксплуатации подшипника через один миллион оборотов.

Номинальная долговечность подшипников рассчитывается по **формуле 2.1** и **формуле 2.2**.

$$L=\left(\frac{C}{P}\right)^{p} \quad \text{(Формула 2.1)}$$

$$Lh=\left(\frac{C}{P}\right)^{p}\cdot\frac{10^6}{60n} \quad \text{(Формула 2.2)}$$

L : Номинальная долговечность (10^6 оборотов)
Lh : Номинальная долговечность (часы)
C : Нормативная динамическая грузоподъемность (H) (Cr для радиальных подшипников, Ca для упорных шарикоподшипников)
P : Нагрузка подшипника (Динамическая эквивалентная нагрузка) (H) (Pr для радиальных подшипников, Pa для упорных подшипников)
p : 3 (шариковые подшипники), 10/3 (роликовые подшипники)
N : Об/мин:(мин$^{-1}$)

В случае многорядных радиальных шарикоподшипников, нормативная динамическая грузоподъемность рассчитывается с использованием коэффициентов, приведенных ниже.

2-рядная компоновка	3-рядная компоновка	4-рядная компоновка
1,62	2,16	2,64

2-2 Эквивалентная динамическая нагрузка

Нагрузка на подшипник P в формуле 2.1 и формуле 2.2 является чистой радиальной нагрузкой (чистой осевой нагрузкой) постоянного направления и величины. В реальных условиях эксплуатации есть много случаев, когда радиальные и осевые нагрузки применяются одновременно. В таких случаях срок службы подшипника должен рассчитываться путем преобразования радиальных и осевых нагрузок в эквивалентную динамическую нагрузку.
Динамическая эквивалентная нагрузка рассчитывается по **формуле 2.3**.
Определяется как нагрузка на подшипник, имеющая постоянное направление и величину, которая приводит к завершению срока эксплуатации подшипника через один миллион оборотов.
Номинальная долговечность подшипников рассчитывается по формуле 2.1 и формуле 2.2.

$$Pr=XFr+YFa \text{ or } Pa=XFr+YFa \quad \text{(Формула 2.3)}$$

Pr : Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка (H)
Pa : Эквивалентная динамическая осевая нагрузка (H)
Fr : Радиальная нагрузка (H)
Fa : Осевая нагрузка (H)
X : Коэффициенты радиальной нагрузки (**Таблица 2.1**)
Y : Коэффициенты осевой нагрузки (**Таблица 2.1**)

● **Таблица 2.1** Коэффициенты нагрузки

	Номинальный угол контакта	iFa/Cor	e	Однорядный/однонаправленный подшипник		Многорядный/многонаправленный подшипник			
				Fa/Fr>e		Fa/Fr≤e		Fa/Fr>e	
				X	Y	X	Y	X	Y
Радиальные шариковые подшипники	15°	0,015	0,38	0,44	1,47	1	1,65	0,72	2,39
		0,029	0,40		1,40		1,57		2,28
		0,058	0,43		1,30		1,46		2,11
		0,087	0,46		1,23		1,38		2,00
		0,12	0,47		1,19		1,34		1,93
		0,17	0,50		1,12		1,26		1,82
		0,29	0,55		1,02		1,14		1,66
		0,44	0,56		1,00		1,12		1,63
		0,58	0,56		1,00		1,12		1,63
	25°	—	0,68	0,41	0,87		0,92	0,67	1,41
	30°	—	0,80	0,39	0,76		0,78	0,63	1,24
	40°	—	1,14	0,35	0,57		0,55	0,57	0,93
Упорные шариковые подшипники	50°	—	1,49	0,73	1	1,37	0,57	0,73	1
	55°	—	1,79	0,81	1	1,6	0,56	0,81	1
	60°	—	2,17	0,92	1	1,9	0,55	0,92	1

Примечание 1) i = 2 для DB или DF, i = 1 для одинарного DT.
Примечание 2) Для одинарного или DT используйте Pr=Fr, когда Fa/Fr≤e.
Примечание 3) Когда номинальный угол контакта равен 15°, используйте линейную интерполяцию для определения значений X, Y и e для соотношения iFa/Cor, которые не включены в таблицу.
Примечание 4) При высоких скоростях (dmn > 800 000), также следует принимать во внимание центробежную силу ролика, в дополнение к внешней нагрузке. Относительно таких условиях использования, пожалуйста, проконсультируйтесь в компании NACHI.

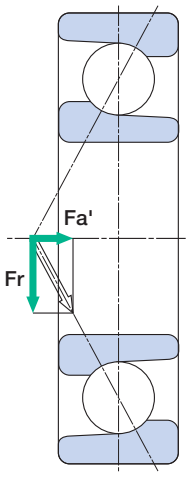
2-3 Нагрузка радиально-упорного шарикового подшипника

В случае радиально-упорных шарикоподшипников, точки, в которых на **Рисунке 2.1** показаны расширенные контактные линии внутри подшипника и оси, должны использоваться как точки опоры подшипников (центры нагрузки).
В связи с этим, для радиально-упорных шарикоподшипников в таблицах размеров указывается величина "A", означающая позицию точки опоры. Это обстоятельство особенно важно, когда момент нагрузки действует на последовательность подшипников.
Осевые составляющие силы генерируются, когда на радиально-упорный шариковый подшипник действует радиальная нагрузка. Осевые составляющие силы можно рассчитать по **формуле 2.4**.

$$Fa' = \frac{Fr}{2Y} \qquad \text{(Формула 2.4)}$$

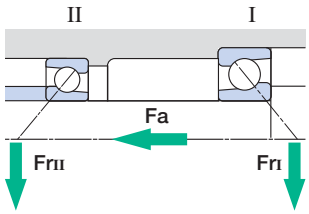
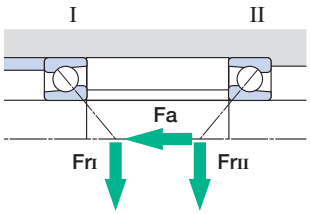
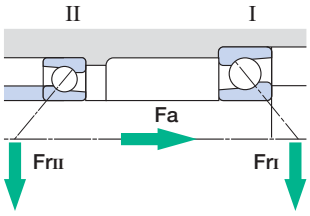
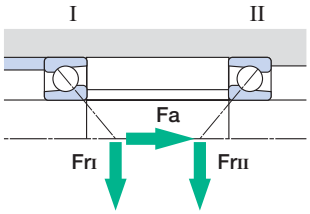
Fa' : Индуцированная осевая нагрузка (H)
Fr : Радиальная нагрузка (H)
Y : Коэффициент осевой нагрузки

Учитывая эти компоненты силы, осевая нагрузка и эквивалентная динамическая радиальная нагрузка будут действовать на подшипник, как показано в **Таблицее 2.2**.



● **Рисунок 2.1** Индуцированная осевая нагрузка на радиально-упорные шариковые подшипники

● **Таблица 2.2** Осевая и эквивалентная динамическая нагрузка радиально-упорных шариковых подшипников

Компоновка подшипника	Условия нагрузки	Осевая нагрузка	Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка
	$Fa \geq 0.5\left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}}\right)$	$Fa_I = Fa_{II} + Fa$ $Fa_{II} = 0.5\frac{Fr_{II}}{Y_{II}}$	$Pr_I = X_I Fr_I + Y_I(Fa_{II} + Fa)$ $Pr_{II} = Fr_{II}$
	$Fa < 0.5\left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}}\right)$	$Fa_I = 0.5\frac{Fr_I}{Y_I}$ $Fa_{II} = Fa_I - Fa$	$Pr_I = Fr_I$ $Pr_{II} = X_{II} Fr_{II} + Y_{II}(Fa_I - Fa)$
	$Fa \geq 0.5\left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I}\right)$	$Fa_I = 0.5\frac{Fr_I}{Y_I}$ $Fa_{II} = Fa_I + Fa$	$Pr_I = Fr_I$ $Pr_{II} = X_{II} Fr_{II} + Y_{II}(Fa_I + Fa)$
	$Fa < 0.5\left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I}\right)$	$Fa_I = Fa_{II} - Fa$ $Fa_{II} = 0.5\frac{Fr_{II}}{Y_{II}}$	$Pr_I = X_I Fr_I + Y_I(Fa_{II} - Fa)$ $Pr_{II} = Fr_{II}$

Fr_I, Fr_{II} : Радиальная нагрузка (H), приложенная к подшипникам I и II
Y_I, Y_{II} : Коэффициенты осевой нагрузки подшипников I и II
Pr_I, Pr_{II} : Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка (H) подшипников I и II
Fa : Внешняя осевая нагрузка (H)
X_I, X_{II} : Коэффициенты радиальной нагрузки подшипников I и II

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Срок службы подшипника

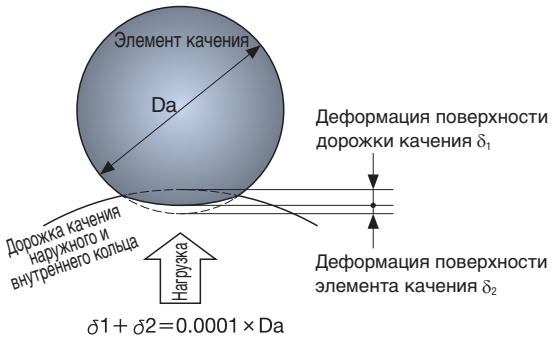
2-4 Нормативная статическая грузоподъемность и эквивалентная статическая нагрузка

2.4.1 Нормативная статическая грузоподъемность

Нагрузка, прилагаемая к стационарным подшипникам, может приводить к созданию постоянных углублений на поверхностях нагружения. Хотя некоторый уровень деформации может быть допустимым, достижение уровня деформации, при котором во время эксплуатации подшипника появляются шум и вибрация, сделает подшипник непригодным к использованию. Термин “Нормативная статическая грузоподъемность” (Cor или Coa) относится к значению максимального контактного напряжения статической нагрузки в месте контакта тел качения и дорожек качения.

Шариковые подшипники ——— 4200 МПа
Роликовые подшипники ——— 4000 МПа

С учетом этого контактного напряжения суммарное значение деформации будет составлять приблизительно 1/10 000 диаметра элемента качения. (**Рисунок 2.2**).



● **Рисунок 2.2** Перманентное углубление

2.4.2 Эквивалентная статическая нагрузка

Эквивалентной статической нагрузкой называется статическая нагрузка, которая отражает реальные условия нагрузки на участок контакта элементов качения и дорожки качения, подвергающейся максимальному напряжению.
Для радиальных подшипников эквивалентной статической радиальной нагрузкой называется радиальная нагрузка, имеющая постоянное направление и величину, а для упорных подшипников – это будет осевая нагрузка, имеющая постоянное направление и величину.
Для расчета эквивалентной статической радиальной нагрузки следуют использовать большее из двух значений, полученных из **формулы 2.5** и **формулыа 2.6**.

$$Por=Xo\,Fr+Yo\,Fa \quad \text{(Формула 2.5)}$$

$$Por=Fr \quad \text{(Формула 2.6)}$$

Эквивалентная статическая осевая нагрузка рассчитывается по **формуле 2.7**.

$$Poa=Xo\,Fr+Yo\,Fa \quad \text{(Формула 2.7)}$$

Por : Эквивалентная статическая радиальная нагрузка (Н)
Poa : Эквивалентная статическая осевая нагрузка (Н)
Fr : Радиальная нагрузка (Н)
Fa : Осевая нагрузка (Н)
Xo : Коэффициенты статической радиальной нагрузки (**Таблица 2.3**)
Yo : Коэффициенты статической осевой нагрузки (**Таблица 2.3**)

● **Таблица 2.3** Коэффициенты статической нагрузки

	Номинальный угол контакта	Раздельный монтаж или DT		DB или DF	
		Xo	Yo	Xo	Yo
Радиальные шариковые подшипники	15°	0,5	0,46	1	0,92
	25°	0,5	0,38	1	0,76
	30°	0,5	0,33	1	0,66
	40°	0,5	0,26	1	0,52
Упорные шариковые подшипники	50°	2,74	1	2,74	1
	55°	3,28	1	3,28	1
	60°	3,98	1	3,98	1

2.4.3 Запас прочности

Для обычных областей применения предельной нагрузкой считается нормативная статическая грузоподъемность.
Для конкретной области применения может быть необходим запас прочности более 1.
В **Формуле 2.8** и **Таблице 2.4** приведены способы расчета и выбора запаса прочности (рекомендации).

$$Po\ max=\frac{Co}{So} \quad \text{(Формула 2.8)}$$

Po max : Допустимая статическая нагрузка (Н)
Co : Нормативная статическая грузоподъемность (Н)
So : Запас прочности (**Таблица 2.4**)

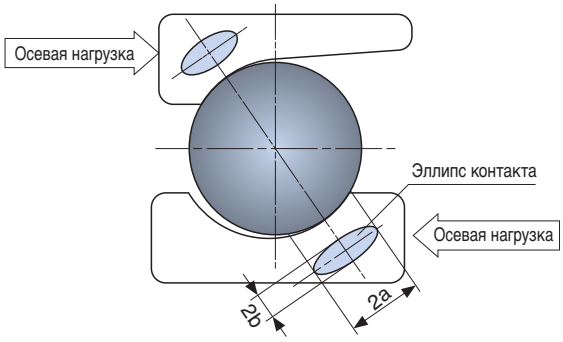
● **Таблица 2.4** Запас прочности So

Условия области применения	So	
	Шариковые подшипники	Роликовые подшипники
Необходима высокая точность вращения	2	3
Присутствует вибрация и/или ударная нагрузка	1,5	2
Обычные условия эксплуатации	1	1,5

2.4.4 Допустимая осевая нагрузка

Допустимая осевая нагрузка рассчитывается для подшипников, которые могут испытывать осевую нагрузку, например, радиально-упорные шарикоподшипники.
Для шариковых подшипников допустимая нагрузка является меньшим из двух следующих значений.

① Осевая нагрузка, когда значение контактного давления между роликом и поверхностью дорожки качения составляет 4200 МПа или менее;
② Осевая нагрузка, в результате которой образуется эллипс контакта между роликом и поверхностью дорожки качения, выходящий за пределы дорожки качения (**Рисунок 2.3**).



● **Рисунок 2.3** Эллипс контакта

3 Допуск подшипника

3-1 Допуски радиальных подшипников

Допуск подшипников качения включает в себя точность размеров и точность перемещения. Допуски классифицируются по ISO 492 и JIS B 1514 (Роликовые подшипники - Допуски), где прецизионные роликовые подшипники относятся к Классу 5, 4 и 2.
Допуски радиальных подшипников приведены в **Таблице 3.1** и **Таблице 3.2** (стр. 8).

● **Таблица 3.1** Допуски внутреннего кольца (JIS Класс 5, Класс 4, Класс 2)

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости (1) Δd_{mp}						Отклонение диаметра отверстия (1) Δd_s				Разница диаметра отверстия единичной плоскости (1) V_{dsp}				Разница среднего диаметра отверстия в единичной плоскости (1) V_{dmp}		
		Класс 5		Класс 4		Класс 2		Класс 4		Класс 2		Класс 5		Класс 4		Класс 5	Класс 4	Класс 2
								Серия диаметров				Серия диаметров						
								0,2				9	0,2	9	0,2	Макс	Макс	Макс
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс			
2.5	10	0	-5	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-2,5	5	4	4	3	3	2	1,5
10	18	0	-5	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-2,5	5	4	4	3	3	2	1,5
18	30	0	-6	0	-5	0	-2,5	0	-5	0	-2,5	6	5	5	4	3	2,5	1,5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2,5	0	-6	0	-2,5	8	6	6	5	4	3	1,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	9	7	7	5	5	3,5	2
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	10	8	8	6	5	4	2,5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	5	3,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	5	3,5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	0	-12	0	-8	15	12	12	9	8	6	4

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Радиальное биение внутреннего кольца собранного подшипника K_{ia}			Осевое биение базовой торцевой поверхности внутреннего отверстия относительно отверстия S_d			Осевое биение базовой поверхности внутреннего кольца собранного подшипника относительно дорожки качения (2) S_{ia}			Отклонение единичной ширины внутреннего кольца ΔB_s						Непостоянство ширины внутреннего кольца V_{Bs}		
		Класс 5	Класс 4	Класс 2	Класс 5	Класс 4	Класс 2	Класс 5	Класс 4	Класс 2	Класс 5		Класс 4/ Класс 2		Класс 5/Класс 4 / Класс 2		Класс 5	Класс 4	Класс 2
											Одинарный подшипник				Сдвоенный подшипник (3)				
Свыше	Вкл.	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс
2.5	10	4	2,5	1,5	7	3	1,5	7	3	1,5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2,5	1,5
10	18	4	2,5	1,5	7	3	1,5	7	3	1,5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2,5	1,5
18	30	4	3	2,5	8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2,5	1,5
30	50	5	4	2,5	8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1,5
50	80	5	4	2,5	8	5	1,5	8	5	2,5	0	-150	0	-150	0	-250	6	4	1,5
80	120	6	5	2,5	9	5	2,5	9	5	2,5	0	-200	0	-200	0	-380	7	4	2,5
120	150	8	6	2,5	10	6	2,5	10	7	2,5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	2,5
150	180	8	6	5	10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	4
180	250	10	8	5	11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-500	10	6	5

Примечание 1) Применяется к подшипникам с цилиндрическим отверстием.
Примечание 2) Применяется к шариковым подшипникам.
Примечание 3) Применяется к кольцам из одинарных подшипников, предназначенным для смонтированных подшипников.
Примечание: Высокое отклонение диаметра отверстия подшипников с цилиндрическим отверстием в Таблице 3.1 не применяется в пределах расстояния от поверхности кольца 1,2 x r (макс) до фаски.

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Допуск подшипника

● **Таблица 3.2** Допуски наружного кольца (JIS Класс 5, Класс 4, Класс 2)

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}						Отклонение наружного диаметра ΔD_s				Непостоянство наружного диаметра в единичной радиальной плоскости (1) VD_{sp}					Непостоянство среднего наружного диаметра VD_{mp}		
		Класс 5		Класс 4		Класс 2		Класс 4		Класс 2		Класс 5		Класс 4		Класс 2	Класс 5	Класс 4	Класс 2
								Серия диаметров				Серия диаметров							
								0,2				9	0,2	9	0,2	0,2	Макс	Макс	Макс
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс			
18	30	0	-6	0	-5	0	-4	0	-5	0	-4	6	5	5	4	4	3	2,5	2
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	7	5	6	5	4	4	3	2
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	9	7	7	5	4	5	3,5	2
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	10	8	8	6	5	5	4	2,5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	0	-9	0	-5	11	8	9	7	5	6	5	2,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	7	5	3,5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	0	-11	0	-8	15	11	11	8	8	8	6	4
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	0	-13	0	-8	18	14	13	10	8	9	7	4
315	400	0	-20	0	-15	0	-10	0	-15	0	-10	20	15	15	11	10	10	8	5

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Радиальное биение наружного кольца собранного подшипника K_{ea}			Непостоянство внешней поверхности подшипника, образующей уклон с базовой торцевой поверхностью наружного кольца S_D			Осевое биение базовой поверхности наружного кольца собранного подшипника относительно дорожки качения (2) S_{ea}			Отклонение единичной ширины внутреннего кольца ΔC_s	Непостоянство ширины наружного кольца VC_s		
		Класс 5	Класс 4	Класс 2	Класс 5	Класс 4	Класс 2	Класс 5	Класс 4	Класс 2		Класс 5	Класс 4	Класс 2
Свыше	Вкл.	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс		Макс	Макс	Макс
18	30	6	4	2,5	8	4	1,5	8	5	2,5	Соответствует значениям ΔB_s для соответствующего внутреннего кольца.	5	2,5	1,5
30	50	7	5	2,5	8	4	1,5	8	5	2,5		5	2,5	1,5
50	80	8	5	4	8	4	1,5	10	5	4		6	3	1,5
80	120	10	6	5	9	5	2,5	11	6	5		8	4	2,5
120	150	11	7	5	10	5	2,5	13	7	5		8	5	2,5
150	180	13	8	5	10	5	2,5	14	8	5		8	5	2,5
180	250	15	10	7	11	7	4	15	10	7		10	7	4
250	315	18	11	7	13	8	5	18	10	7		11	7	5
315	400	20	13	8	13	10	7	20	13	8		13	8	7

Примечание 1) Применяется к открытым подшипникам.
Примечание 2) Применяется к шариковым подшипникам.
Примечание: Низкое отклонение наружного диаметра подшипников не применяется в пределах расстояния от поверхности кольца 1,2 x r (макс) до фаски.

3-2 Допуски и допустимые значения для радиально-упорных шариковых подшипников, испытывающих осевые нагрузки (серия TAH/TBH)

За исключением внешнего диаметра наружного кольца, точность радиально-упорных шариковых подшипников для осевых нагрузок соответствует Классу 4 стандарта JIS. Допуски внешнего диаметра наружного кольца приведены в **Таблице 3.3**.

● **Таблица 3.3** Допуск наружного диаметра

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Отклонение наружного диаметра ΔD_s	
Свыше	Вкл.	Высок	Низк
50	80	-30	-49
80	120	-36	-58
120	180	-43	-68
180	250	-50	-79
250	315	-56	-88

3-3 Допуски конических роликовых подшипников, сдвоенных по схеме "X"

Допуски конических роликовых подшипников, сдвоенных по схеме "X", приведены в **Таблице 3.4** и **Таблице 3.5**.

● **Таблица 3.4** Допуски для внутреннего и наружного колец подшипников серии XRN

Ед. измерения: мкм

№ подшипника	Непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δd_{mp}		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}		Непостоянство высоты в сборе Ts		Биение наружного кольца (Макс)	
	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Радиальное биение	Биение боковой поверхности
150XRN23	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
200XRN28	0	-15	0	-18	+350	-250	7	7
250XRN33	0	-15	0	-18	+350	-250	7	7
250XRN35	0	-10	0	-13	+350	-250	9	9
300XRN40	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
310XRN42	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
0330XRN045	+25	0	+25	0	+350	-250	8	8
350XRN47	0	-13	0	-15	+350	-250	9	9
375XRN49	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
400XRN55	0	-13	0	-18	+350	-250	9	9
0457XRN060	+25	0	+25	0	+380	-380	9	9
580XRN76	+25	0	+38	0	+406	-406	10	10
0685XRN091	+38	0	+38	0	+508	-508	12	12
950XRN117	0	-75	0	-75	+750	-750	14	14

● **Таблица 3.5** Допуски внутреннего и наружного кольца серии XRG (XRGV)

Ед. измерения: мкм

№ подшипника	Непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δd_{mp}		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}		Непостоянство высоты в сборе Ts		Биение внутреннего кольца (Макс)	
	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Радиальное биение	Биение боковой поверхности
130XRG23	0	-10	0	-15	+350	-250	6	7
140XRGV20	0	-13	0	-15	+350	-350	5	5
150XRG23	0	-13	0	-15	+350	-250	6	7
200XRGV028	0	-15	0	-18	+350	-350	7	7
320XRG43	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
480XRGV66	0	-45	-70	-100	+450	-450	11	11

Допуск подшипника

3-4 Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAB)

Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAB) приведены в **Таблице 3.6** и **Таблице 3.7**.

● **Таблица 3.6** Допуски для внутреннего кольца (включая ширину наружного кольца и биение боковой поверхности относительно дорожки качения наружного кольца)

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Средний диаметр и непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δd_{mp}, Δd_s				Непостоянство диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости V_{dp}		Непостоянство среднего диаметра отверстия V_{dmp}		Отклонение единичной ширины внутреннего кольца (или единичной ширины наружного кольца) ΔB_s, ΔC_s		Отклонение ширины внутреннего кольца V_{Bs}		Радиальное биение внутреннего кольца собранного подшипника K_{ia}		Биение боковой поверхности Sd относительно отверстия		Биение боковой поверхности относительно дорожки качения внутреннего кольца S_{ia} собранного подшипника и наружного кольца собранного подшипника S_{ea}	
		Класс 5		Класс 4		Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5/Класс 4		Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс
10	18	0	-5	0	-4	4	3	3	2	0	-80	5	2,5	4	2,5	7	3	4	2
18	30	0	-6	0	-5	5	4	3	2,5	0	-120	5	2,5	4	3	8	4	5	2,5
30	50	0	-8	0	-6	6	5	4	3	0	-120	5	3	5	4	8	4	6	2,5
50	80	0	-9	0	-7	7	5	5	3,5	0	-150	6	4	5	4	8	5	7	2,5

● **Таблица 3.7** Допуски наружного кольца

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}, ΔD_s				Непостоянство наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dp}		Непостоянство среднего наружного диаметра V_{Dmp}		Непостоянство внешней поверхности подшипника, образующей уклон с базовой торцевой поверхностью наружного кольца V_{Cs}		Радиальное биение наружного кольца собранного подшипника K_{ea}		Наружный уклон наружного кольца S_D	
		Класс 5		Класс 4		Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс
30	50	0	-7	0	-6	5	5	4	3	5	2,5	7	5	8	4
50	80	0	-9	0	-7	7	5	5	3,5	6	3	8	5	8	4
80	120	0	-10	0	-8	8	6	5	4	8	4	10	6	9	5

Для подшипников универсального исполнения серии TAB установлены строгие допуски для внешнего диаметра и диаметра отверстия, чтобы минимизировать разницу внутри парных подшипников. (**Таблица 3.8**, **Таблица 3.9**)

● **Таблица 3.8** Допуски для диаметра отверстия внутреннего кольца (Класс 4, универсальное исполнение)

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δd_{mp}, Δd_s	
		Класс 4, универсальное исполнение	
Свыше	Вкл.	Высок	Низк
10	18	0	-4
18	30	0	-4
30	50	0	-4
50	80	0	-5

Допуски для других размеров, кроме диаметра отверстия, удовлетворяют Классу 4, Таблица 3.6.

● **Таблица 3.9** Допуски для диаметра отверстия наружного кольца (Класс 4, универсальное исполнение)

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}, ΔD_s	
		Класс 4, универсальное исполнение	
Свыше	Вкл.	Высок	Низк
30	50	0	-4
50	80	0	-5
80	120	0	-6

Допуски для других размеров, кроме наружного диаметра, удовлетворяют Классу 4, Таблица 3.7.

3-5 Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAF)

Допуски для опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAF) приведены в **Таблице 3.10** и **Таблице 3.11**.

● **Таблице 3.10** Допуски для внутреннего кольца (включая ширину наружного кольца, Класс 5 JIS)

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Непостоянство среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δd_{mp}		Непостоянство диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости V_{dp}	Непостоянство среднего диаметра отверстия V_{dmp}	Непостоянство ширины наружного и внутреннего кольца $\Delta B_s, \Delta C_s$		Отклонение ширины VBS внутреннего кольца V_{Bs}	Радиальное биение внутреннего кольца собранного подшипника K_{ia}	Биение боковой поверхности относительно отверстия S_d	Биение боковой поверхности относительно дорожки качения внутреннего кольца собранного подшипника S_{ia}
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Макс	Макс	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс
18	30	0	-6	5	3	0	-120	5	4	8	8
30	50	0	-8	6	4	0	-120	5	5	8	8
50	80	0	-9	7	5	0	-150	6	5	8	8
80	120	0	-10	8	5	0	-200	7	6	9	9

● **Таблица 3.11** Допуски для наружного кольца (Класс 5 JIS)

Ед. измерения: мкм

Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)		Непостоянство среднего наружного диаметра наружного кольца в единичной плоскости ΔD_{mp}		Непостоянство наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dp}	Непостоянство среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Непостоянство ширины наружного кольца V_{Cs}	Радиальное биение наружного кольца собранного подшипника K_{ea}	Непостоянство внешней поверхности подшипника, образующей уклон с базовой торцевой поверхностью наружного кольца S_D	Осевое биение базовой поверхности наружного кольца собранного подшипника относительно дорожки качения S_{ea}
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс	Макс
50	80	0	-9	7	5	6	8	8	10
80	120	0	-10	8	5	8	10	9	11
120	150	0	-11	8	6	8	11	10	13
150	180	0	-13	10	7	8	13	10	14
180	250	0	-15	11	8	10	15	11	15
250	315	0	-18	14	9	11	18	13	18

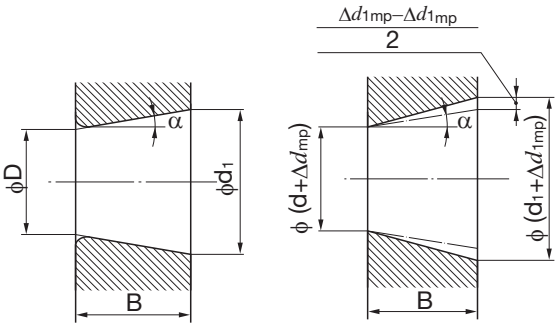
3-6 Допуски для конических отверстий (цилиндрические роликовые подшипники)

Допуски для конических отверстий (цилиндрические роликовые подшипники) определены в стандарте JIS. Так как значения допусков, заданных в стандарте JIS, достаточно широки, компания NACHI определила собственный, более узкий диапазон допусков для прецизионных подшипников.

● **Таблица 3.12** Допуски для конических отверстий (цилиндрические роликовые подшипники)

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Среднее отклонение диаметра отверстия на теоретически меньшем конце конического отверстия								Непостоянство диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости	
		Δd_{mp}				$\Delta d_{1mp}-\Delta d_{mp}$				V_{dp}	
		Класс 5		Класс 4		Класс 5		Класс 4		Класс 5	Класс 4
Свыше	Вкл.	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Высок	Низк	Макс	Макс
18	30	+10	0	+6	0	+5	0	+3	0	3	3
30	50	+12	0	+8	0	+5	0	+4	0	4	3
50	80	+15	0	+9	0	+6	0	+4	0	5	4
80	120	+20	0	+10	0	+7	0	+5	0	5	4
120	180	+25	0	+13	0	+10	0	+7	0	7	5
180	250	+30	0	+15	0	+12	0	+9	0	8	6
250	315	+35	0	+18	0	+15	0	+11	0	9	9
315	400	+40	0	+23	0	+16	0	+12	0	12	12



Теоретически коническое отверстие — Коническое отверстие с реальными средними диаметрами при их отклонениях

● **Рисунок 3.1** Конические отверстия цилиндрических роликовых подшипников

D : Номинальный диаметр отверстия подшипника

d_1 : Номинальный диаметр отверстия на теоретически большем конце конического отверстия

$$d_1 = d + \frac{1}{12}B$$

Δd_{mp} : Среднее отклонение диаметра отверстия на теоретически меньшем конце конического отверстия

Δd_{1mp} : Среднее отклонение диаметра отверстия на теоретически большем конце конического отверстия

B : Номинальная ширина внутреннего кольца подшипника

α : Номинальный угол конусности (половина угла конуса)

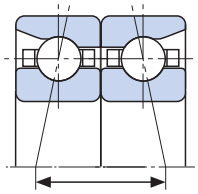
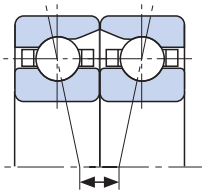
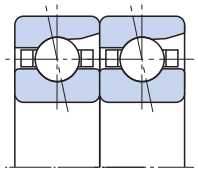
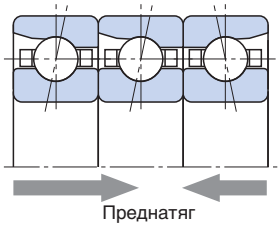
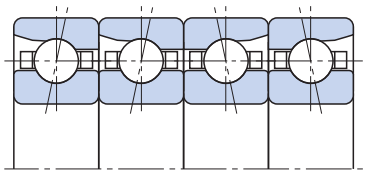
Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

4 Компоновка подшипника

4-1 Характеристики сдвоенных подшипников

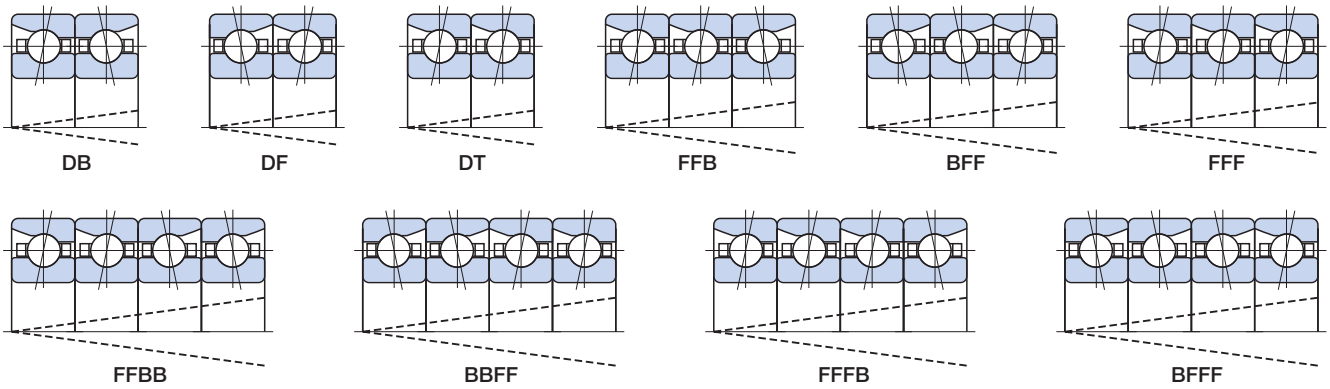
В дополнение к сдвоенным комплектам, прецизионные радиально-упорные шариковые подшипники и опорные подшипники для шариковинтовых пар поставляются также в 3-рядной и 4-рядной компоновке. Подшипники в этих комбинациях изготавливаются в комплектах с желаемым преднатягом, а непостоянство наружного диаметра и диаметра отверстия внутри комплекта подшипников находятся под контролем. В связи с этим, избегайте замены сдвоенных подшипников в составе комплекта другими подшипниками. В **Таблице 4.1** приведены основные комбинации и описаны их характеристики.

● **Таблица 4.1** Основные комбинации и характеристики

Основные комбинации	Поперечное сечение	Грузопо-дъемность	Жесткость при воз-действии мгновенной нагрузки	Скорость	Особенности
Спина к спине (DB)	 Расстояние между точками приложения нагрузки		◎	◎	● Могут быть применены радиальные и осевые нагрузки в обоих направлениях. ● Расстояние между точками приложения нагрузки большое, поэтому мгновенная грузоподъемность высока. ● Смещение или другие ошибки монтажа увеличивают внутреннюю нагрузку и могут привести к преждевременному выкрашиванию.
Торец к торцу (DF)	 Расстояние между точками приложения нагрузки		○	◎	● Расстояние между точками приложения нагрузки меньше, поэтому мгновенная грузоподъемность ниже. ● Так как мгновенная грузоподъемность невысока, увеличение внутренней нагрузки из-за перекосов находится под контролем. В связи с этим, эта комбинация применима, если смещение не может быть предотвращено или при большом отклонении вала из-за нагрузки.
Тандем (DT)			△	◎	● Радиальные и осевые нагрузки могут применены в обоих направлениях. ● Так как осевая грузоподъемность вдвое больше, чем при однорядной компоновке, эта комбинация подходит для больших осевых нагрузок в одном направлении.
3-рядный спаренный (FFB)	 Преднатяг		◎	△	● Могут быть применены радиальные и осевые нагрузки в обоих направлениях. ● Осевая грузоподъемность вдвое больше, чем при однорядной компоновке, но преднатяг не распределяется равномерно на каждый подшипник, и при однорядной компоновке вдвое больше, чем при двухрядной. Такое неоднородное распределение преднатяга затрудняет его правильную настройку при высокой скорости вращения.
4-рядный спаренный (FFBB)			◎	◎	● Могут быть применены радиальные и осевые нагрузки в обоих направлениях. ● По сравнению с компоновкой "спина к спине" при том же зазоре преднатяга, преднатяг удваивается и жесткость увеличивается.

4-2 Монтаж и монтажные метки

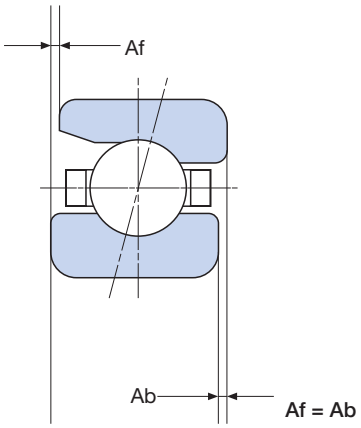
Символы, используемые для каждого типа комбинации, приведены в **Таблице 4.1**. Последовательность компоновки и направление нагрузки являются важными параметрами для сдвоенных подшипников. В связи с этим, на внешней поверхности внешнего кольца сдвоенных подшипников на рисунке 4.1 нанесена маркировка комбинации ([<]), которая может быть использована для проверки последовательности расположения. Если подшипники расположены в правильной последовательности, метки на наружной поверхности каждого подшипника выглядят так: "<"



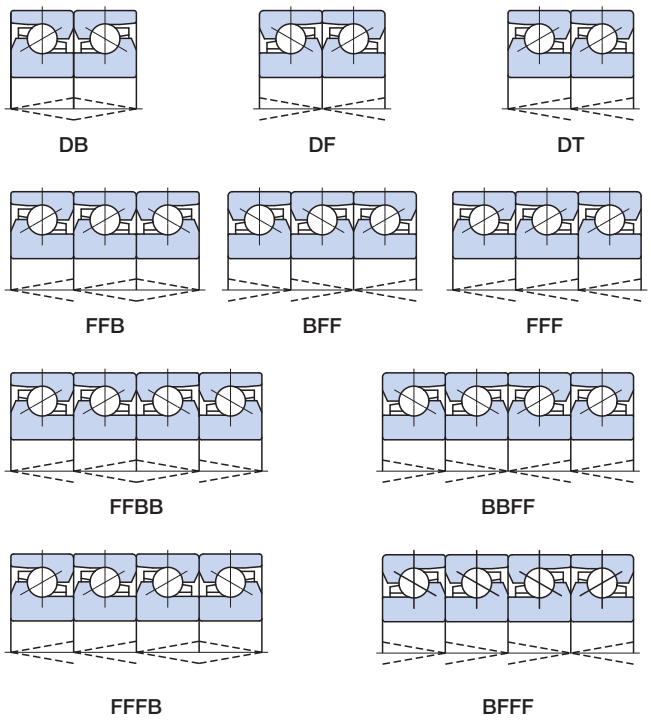
● **Рисунок 4.1** Комбинации комплектов и метки комбинации на наружном кольце

4-3 Радиально-упорные шариковые подшипники универсального исполнения

Для радиально-упорных шариковых подшипников ширина лицевой поверхности (Af) и задней поверхности (Ab) должны быть одинаковы. Это позволяет обеспечить желаемый преднатяг в любой комплектной комбинации. (**Рисунок 4.2**).
Радиально-упорные шариковые подшипники универсального исполнения поставляются в одинарном (суффикс U) или парном комплекте (суффикс DU). Парные комплекты могут иметь небольшое непостоянство диаметра отверстия и наружного диаметра. При использовании серии U в комбинации, выбирайте подшипник, фактические измеренные значения внешнего диаметра и диаметра отверстия которого находятся близко друг к другу.
Для опорных подшипников для шариковинтовых пар серии TAB в универсальном исполнении, на наружной поверхности наружного кольца помещается маркировка комбинации ([<]). Комбинации комплектов и метки комбинации приведены на **Рисунке 4.3**.



● **Рисунок 4.2** Радиально-упорные шариковые подшипники универсального исполнения



● **Рисунок 4.3** Комбинации комплектов подшипников в универсальном исполнении и метки комбинаций

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

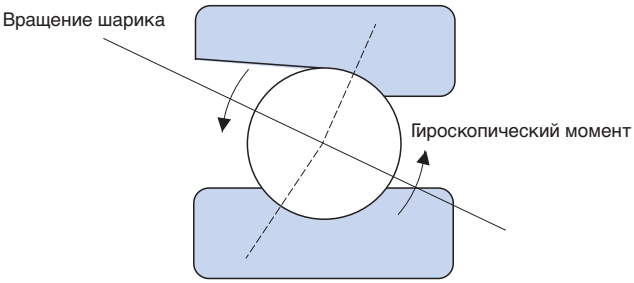
5 Преднатяг и жесткость

5-1 Цели преднатяга

Обычно подшипники качения устанавливаются с внутренним зазором, подходящим для условий эксплуатации, а радиально-упорные шарикоподшипники также могут быть установлены с определенным отрицательным зазором (осевая предварительная нагрузка).
Для обозначения этого явления используется термин "преднатяг". При расчете преднатяга необходимо соблюдать осторожность. Неправильный преднатяг может увеличить момент трения, вызвать повышение температуры, необычные звуки, сократить срок службы подшипника и причинить другие проблемы.
Преднатяг позволяет добиться следующего.

- Уменьшение осевого смещения под действием внешних сил и большую осевую жесткость
- Предотвращение вибрации и шума и увеличение скорости за счет большей осевой жесткости
- Меньшая вероятность истирания, вызванного внешней вибрацией
- Более плавное вращение
- Снижение уровня шума и тепловыделения за счет центробежной силы шарика и гироскопического момента

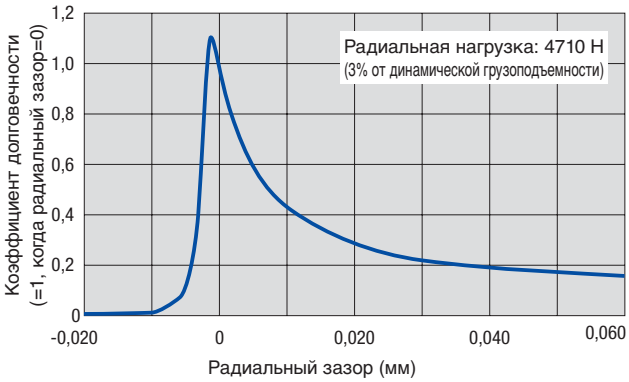
Гироскопический момент
В шарики в радиально-упорных шариковых подшипников вращаются вокруг осей вращения, а также вокруг оси орбиты (осевой линии). Между осью вращения и орбитальной осью создается угол и генерируется момент силы, когда шарик пытается вращаться вокруг двух различных осей. Это явление называется гироскопическим моментом (**Рисунок 5.1**).
Размер гиро-момента пропорционален угловой скорости вращения и угловой орбитальной скорости. Гиро-момент достаточно мал и его можно не учитывать при низкой скорости вращения, но выделение тепла в результате смещения, вызванного гиро-моментом при высоких скоростях вращения не может быть проигнорировано. Для подавления смещения, вызываемого гиро-моментом, необходимо поддерживать трение (нагрузка шарика x коэффициент трения) между шариками и поверхностью дорожки качения. Это означает, что иногда следует выбирать минимальный преднатяг.



● **Рисунок 5.1** Гироскопический момент

5-2 Методы преднатяга

Методы предварительной нагрузки комбинированных подшипников в целом подразделяются на преднатяг с фиксированной позицией и преднатяг с постоянным давлением.
В **Таблице 5.1** (стр. 15) показаны графические примеры и описаны характеристики каждого типа предварительной загрузки.
К цилиндрическим роликовым подшипникам с коническим отверстием также может применяться радиальный преднатяг (отрицательный радиальный зазор). Однако при этом следует соблюдать осторожность, поскольку слишком большой радиальный преднатяг значительно сокращает срок службы (**Рисунок 5.2**).



● **Рисунок 5.2** Радиальный зазор и срок службы цилиндрического роликового подшипника (NN3020)

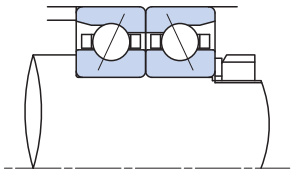
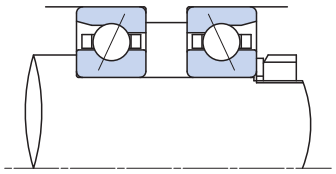
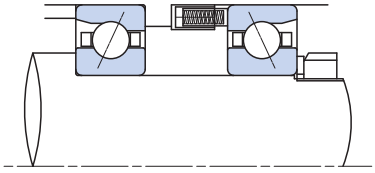
5-3 Измерение преднатяга

① **Метод измерения осевой нагрузки**
При преднатяге с использованием пружины (преднатяг с постоянным давлением), значение преднатяга известно, если известно смещение пружины.
При преднатяге с помощью гайки (преднатяг с фиксированной позицией), его величину можно рассчитать на основе взаимосвязи между моментом затяжки гайкой и усилием затяжки. Тем не менее, необходима осторожность, поскольку имеется широкий диапазон отношений между моментом затяжки гайки и усилием затяжки из-за точности и шероховатости резьбовой части.

② **Метод измерения осевого смещения**
Преднатяг можно рассчитать на основе взаимосвязи между осевой нагрузкой на подшипник и осевое смещение.

③ **Метод измерения пускового момента трения подшипника**
Чтобы выполнить это измерение, вначале нужно сформировать график нагрузки и пускового момента самого подшипника. Однако следует соблюдать осторожность в связи с отклонениями, зависящими от типа подшипника, условий смазки и т.д.

● **Таблица 5.1** Методы преднатяга

Методы преднатяга	Пример конструкции	Особенности
Преднатяг с фиксированной позицией	 Метод, использующий либо сдвоенный подшипник с предварительно настроенным преднатягом, либо прокладку с регулируемой толщиной	● Так как используется разнос подшипников, требуемую предварительную нагрузку можно получить просто путем затягивания гайки. ● Посадка влияет на равномерность преднатяга. ● Выделяемое тепло влияет на равномерность преднатяга. ● Применение слишком большой осевой нагрузки может привести к потере преднатяга.
	 Метод регулировки преднатяга с помощью затяжки гайки	● Равномерный преднатяг, даже при различной посадке ● Возможность дальнейшей затяжки ● Выделяемое тепло влияет на равномерность преднатяга. ● Применение слишком большой осевой нагрузки может привести к потере преднатяга.
Преднатяг с постоянным давлением	 Метод с использованием пружины	● Постоянный равномерный преднатяг в рабочих условиях ● Нет потерь преднатяга ● Подходит для высоких скоростей ● В общем случае, может применяться при однонаправленной осевой нагрузке ● Меньшая жесткость по сравнению с преднатягом той же величины с фиксированной позицией

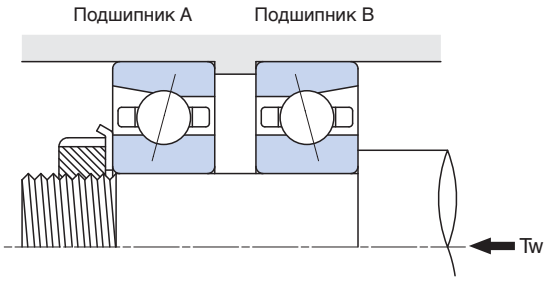
5-4 Эффект преднатяга

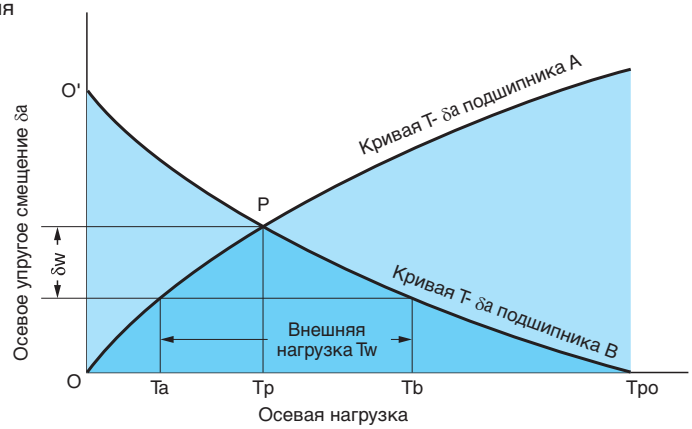
Графический анализ распределения нагрузки и осевого смещения на двух подшипниках с преднатягом путем приложения внешней нагрузки (см. **Figure 5.3**, выполняется, как описано ниже.

① Постройте график осевой нагрузки T – кривую Осевого отклонения δa для подшипника A.
② Отметив значение преднатяга Tp на оси T, определите точку пересечения с кривой подшипника A и затем постройте график T - δa для подшипника B в точке P.
③ Соедините эти две кривые по горизонтали вдоль оси T линией с длиной, соответствующей значению внешней нагрузки – Tw.
④ Значения нагрузки Ta и Tb, соответствующие точкам на пересечении линий, представляют собой значения нагрузки на каждый подшипник в условиях приложения внешней нагрузки.
⑤ Осевое смещение указано как смещение подшипника B – значение δw. (Смещение подшипника B – это разница смещений для точек Tb и Tp.)

Причина этого в том, что смещения двух подшипников с преднатягом не являются одинаковыми в пределах диапазона, где преднатяг не равен нулю из-за внешних нагрузок. (На Рисунке 5.3 смещения одинаковы). Другими словами, подшипник A смещается также, как и подшипник B, под влиянием внешней нагрузки.

После возрастания внешней нагрузки и устранения преднатяга нагрузка Tb подшипника B становится равной внешней нагрузке Tw, а нагрузка подшипника A устраняется. Величина внешней нагрузки, при которой устраняется преднатяг, показана на рисунке 5.3 как значение Tpo.





● **Рисунок 5.3** Преднатяг с фиксированной позицией

Преднатяг и жесткость

5-5 Стандартный преднатяг и осевая жесткость

5.5.1 Радиально-упорные шариковые подшипники

Значения преднатяга и осевой жесткости для спаренного монтажа типа "торец к торцу" или "спина к спине" приведены в **Таблице 5.3**, **1** - **6** (стр.16 - 18). Значения преднатяга для многорядных компоновок можно получить путем умножения на коэффициенты в **Таблице 5.2**.

● **Таблица 5.2** Коэффициенты преднатяга для многорядных компоновок

3-рядная компоновка	4-рядная компоновка	
FFB·BFF	FFFB·BFFF	FFBB·BBFF
1,36	1,57	2

● **Таблица 5.3**

1 Серия 7900C с углом контакта 15°

Номер диаметра отверстия	E (сверх-легкий преднатяг)		L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	5	10	15	15	30	20
01	7	12	20	18	40	24
02	8	13	25	21	50	28
03	8	13	25	21	50	28
04	15	19	40	27	80	36
05	15	19	50	33	100	43
06	15	21	50	36	100	48
07	25	28	70	41	140	56
08	25	28	80	44	155	60
09	35	35	100	53	195	70
10	35	35	100	56	195	72

2 Серия 7900AC с углом контакта 25°

Номер диаметра отверстия	L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)		H (большой преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	20	33	88	59	196	82
01	20	33	98	65	216	90
02	29	42	108	67	235	94
03	29	42	118	74	255	102
04	59	65	235	107	490	149
05	69	69	265	120	560	169
06	78	78	294	134	628	190
07	88	88	323	147	785	212
08	88	98	412	165	1000	244
09	98	109	470	188	1040	260
10	118	118	520	208	1140	284

3 Серия 7000C с углом контакта 15°

Номер диаметра отверстия	E (сверх-легкий преднатяг)		L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)		H (большой преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	20	13	50	20	100	29	145	37
01	20	14	50	21	100	31	145	39
02	20	15	50	23	100	34	145	42
03	20	16	50	25	100	35	145	43
04	50	23	100	33	195	48	295	59
05	50	26	100	36	195	50	295	63
06	50	27	100	38	195	53	390	75
07	70	33	145	46	295	64	390	75
08	70	34	145	49	295	68	590	98
09	70	34	145	49	295	68	590	98
10	70	36	145	51	295	70	590	100
11	100	43	195	56	390	78	785	112
12	100	43	195	58	390	82	785	115
13	100	47	195	61	390	85	785	123
14	145	57	295	75	590	105	1170	149
15	145	57	295	77	590	107	1170	153
16	145	57	295	75	590	105	1170	149
17	195	65	390	89	785	125	1470	171
18	195	65	390	87	785	121	1470	165
19	195	68	390	91	785	125	1470	171
20	195	70	390	93	785	127	1470	173

4 Серия 7000AC с углом контакта 25°

Номер диаметра отверстия	L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)		H (большой преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	39	39	118	62	314	95
01	39	44	127	67	343	104
02	49	49	157	83	353	118
03	59	59	216	98	520	144
04	59	59	274	110	608	152
05	108	83	392	140	804	187
06	118	91	441	158	892	208
07	127	98	539	174	1156	236
08	147	113	617	193	1176	256
09	216	135	745	213	1646	300
10	225	141	784	224	1744	317
11	314	157	1040	254	2078	341
12	333	167	1098	268	2205	362
13	363	191	1225	299	2450	402
14	392	196	1460	332	3010	443
15	412	206	1530	348	3155	464
16	529	230	1900	373	3880	504
17	549	239	1990	390	4080	530
18	676	260	2185	405	4600	555
19	706	272	2300	427	4810	580
20	745	287	2400	445	5050	608

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Преднатяг и жесткость

5 Серия 7200C с углом контакта 15°

Номер диаметра отверстия	E (сверх-легкий преднатяг)		L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)		H (большой преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	30	16	70	24	145	36	195	42
01	30	16	70	24	145	36	195	42
02	30	17	70	25	145	38	195	44
03	30	17	70	25	145	37	195	44
04	70	25	145	37	295	53	490	71
05	70	29	145	41	295	58	490	77
06	70	29	145	41	295	58	590	83
07	100	35	195	47	490	74	590	82
08	100	36	195	49	490	77	785	98
09	100	36	195	50	490	77	785	98
10	100	39	195	52	490	80	785	102
11	145	46	295	63	590	88	980	114
12	145	46	295	61	590	84	980	109
13	145	47	295	64	590	88	980	113
14	195	54	390	73	785	102	1470	139
15	195	56	390	75	785	105	1470	144
16	195	58	390	77	785	105	1470	143
17	295	68	490	85	980	117	1960	166
18	295	67	490	83	980	114	1960	161
19	295	68	490	85	980	114	1960	159
20	295	68	490	85	980	115	1960	159

6 Серия 7200AC с углом контакта 25°

Номер диаметра отверстия	L (легкий преднатяг)		M (средний преднатяг)		H (большой преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
00	39	44	186	78	412	108
01	39	44	196	78	421	111
02	69	57	265	95	530	129
03	78	60	274	98	628	143
04	118	74	420	120	853	164
05	147	92	430	139	922	188
06	157	92	628	165	1314	227
07	225	119	853	194	1890	270
08	255	127	950	216	1960	288
09	333	145	1200	241	2470	321
10	353	153	1295	259	2655	345
11	460	177	1500	278	3145	379
12	540	186	1600	280	3410	383
13	600	206	2069	328	4175	440
14	610	210	2108	335	4260	444
15	650	223	2255	358	4310	464
16	800	241	2725	389	5730	531
17	940	262	2970	407	6090	549
18	1200	285	3745	441	7620	591
19	1235	294	3870	450	8140	612
20	1588	324	4930	503	9950	677

5.5.2 Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

● **Таблица 5.4** Серия BNH000 с углом контакта 15°

Номер диаметра отверстия	Диаметр отверстия (мм)	L (стандартный преднатяг)	
		Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
07	35	78,5	44
08	40	98,1	49
09	45	98,1	52
10	50	98,1	54
11	55	147	61
12	60	147	64
13	65	147	67
14	70	245	88
15	75	245	91
16	80	294	98
17	85	294	98
18	90	392	115
19	95	392	119
20	100	392	123
21	105	490	136
22	110	588	144
24	120	588	147
26	130	785	163
28	140	834	174
30	150	1080	200
32	160	1180	206
34	170	1370	221

5.5.3 Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок

● **Таблица 5.5**

1 Серия TAH с углом контакта 30°

Номинальный диаметр отверстия (мм)	M (средний преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
50	294	226
55	392	262
60	392	280
65	392	280
70	588	327
75	588	327
80	686	361
85	686	361
90	1080	449
95	1080	449
100	1080	469
105	1180	490
110	1370	528
120	1470	566
130	1860	621
140	1960	654
150	2450	721
160	2650	779
170	3040	800

2 Серия TBH с углом контакта 40°

Номинальный диаметр отверстия (мм)	M (средний преднатяг)	
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)
50	539	415
55	686	458
60	686	490
65	686	528
70	1080	599
75	1080	599
80	1270	671
85	1270	671
90	1860	776
95	1860	810
100	1860	847
105	2060	858
110	2450	943
120	2550	1020
130	3330	1111
140	3530	1177
150	4310	1269
160	4510	1367
170	5300	1431

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Преднатяг и жесткость

5.5.4 Опорные подшипники для шариковинтовых пар

● **Таблица 5.6**

1 Серия TAB с углом контакта 60° Стандартный преднатяг: M (средний)

№ подшипника	2-рядная компоновка			3-рядная компоновка			4-рядная компоновка					
	DB/DF			BFF/FFB			BBFF/FFBB			BFFF/FFFB		
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)
15TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
17TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
20TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
25TAB06	3330	981	20	4510	1470	27	6670	1960	40	5200	1910	30
30TAB06	3330	981	20	4510	1470	27	6670	1960	40	5200	1910	30
35TAB07	3920	1230	25	5300	1770	35	7840	2350	50	6180	2300	40
40TAB07	3920	1230	25	5300	1770	35	7840	2350	50	6180	2300	40
40TAB09	5200	1320	50	7060	1910	68	10400	2550	100	8140	2500	80
45TAB07	4120	1270	30	5590	1910	40	8240	2550	60	6470	2500	45
45TAB10	5980	1470	60	8140	2160	82	12000	2890	120	9410	2790	95
50TAB10	6280	1520	65	8530	2260	88	12600	3040	130	9810	2940	100
55TAB10	6280	1520	65	8530	2260	88	12600	3040	130	9810	2940	100
55TAB12	7060	1770	70	9610	2550	95	14100	3480	140	11100	3380	110
60TAB12	7060	1770	70	9610	2550	95	14100	3480	140	11100	3380	110

Примечание) Пусковой момент показывает значения для подшипников открытого типа и с бесконтактными уплотнениями с консистентной смазкой.

2 Серия TAF с углом контакта 50° или 55° Стандартный преднатяг: M (средний)

№ подшипника	2-рядная компоновка			3-рядная компоновка			4-рядная компоновка					
	DB/DF			BFF/FFB			BBFF/FFBB			BFFF/FFFB		
	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)	Преднатяг (N)	Осевая жесткость (N/мкм)	Пусковой момент (N·см)
25TAF06	1670	555	20	2270	805	27	3340	1110	40	2620	1060	30
30TAF07	1860	642	20	2530	944	27	3720	1284	40	2920	1180	30
35TAF09	3700	908	55	5030	1340	75	7400	1816	110	5810	1680	85
40TAF09	3700	908	55	5030	1340	75	7400	1816	110	5810	1680	85
40TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
45TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
50TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
60TAF13	5200	1130	105	7070	1680	145	10400	2260	210	8160	2140	165
60TAF17	8300	1440	215	11300	2110	290	16600	2880	430	13000	2660	340
80TAF17	8300	1440	215	11300	2110	290	16600	2880	430	13000	2660	340
100TAF21	13200	1970	485	17900	2940	660	26400	3940	970	20700	4160	760
120TAF03	19600	2550	700	26600	3810	950	39200	5100	1400	30800	4810	1100

Примечание) Пусковой момент показывает значения для подшипников с консистентной смазкой.

5.5.5 Радиальный внутренний зазор многорядных цилиндрических роликовых подшипников

Радиальный внутренний зазор для многорядных цилиндрических роликовых подшипников в целом определяется стандартом JIS. Компания NACHI установила свой собственный, более узкий диапазон в целях обеспечения максимальной точности вращения. Значения радиального внутреннего зазора для подшипников с цилиндрическим и коническим отверстием приведены в таблице 5.7. Требуется осторожность при обращении и установке подшипников с незаменяемыми зазорами, так как отсутствует взаимозаменяемость внешним или внутренним кольцом другого подшипника.

● Таблица 5.7

1 Незаменяемый зазор для подшипников с цилиндрическим отверстием

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Зазор подшипников с цилиндрическим отверстием (незаменяемый)							
		C1na		C2na		Cna		C3na	
Свыше	Вкл.	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс
24	30	0	10	10	25	25	35	40	50
30	40	0	12	12	25	25	40	45	55
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65
50	65	0	15	15	35	35	50	55	75
65	80	0	20	20	40	40	60	70	90
80	100	0	25	25	45	45	70	80	105
100	120	0	25	25	50	50	80	95	120
120	140	0	30	30	60	60	90	105	135
140	160	0	35	35	65	65	100	115	150
160	180	0	35	35	75	75	110	125	165
180	200	0	40	40	80	80	120	140	180
200	225	0	45	45	90	90	135	155	200
225	250	0	50	50	100	100	150	170	215
250	280	0	55	55	110	110	165	185	240
280	315	0	60	60	120	120	180	205	265
315	355	0	65	65	135	135	200	225	295

2 Незаменяемый зазор для подшипников с коническим отверстием

Ед. измерения: мкм

Номинальный диаметр отверстия подшипника d (мм)		Зазор подшипников с цилиндрическим отверстием (незаменяемый)					
		C9na		C1na		C2na	
Свыше	Вкл.	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс
24	30	5	10	15	25	25	35
30	40	5	12	15	25	25	40
40	50	5	15	17	30	30	45
50	65	5	15	20	35	35	50
65	80	10	20	25	40	40	60
80	100	10	25	35	55	45	70
100	120	10	25	40	60	50	80
120	140	15	30	45	70	60	90
140	160	15	35	50	75	65	100
160	180	15	35	55	85	75	110
180	200	20	40	60	90	80	120
200	225	20	45	60	95	90	135
225	250	25	50	65	100	100	150
250	280	25	55	75	110	110	165
280	315	30	60	80	120	120	180
315	355	30	65	90	135	135	200

6 Смазка

6-1 Функции смазки

Основным назначением смазочных материалов в подшипниках качения является уменьшение трения и износа каждого элемента, предотвращение заклинивания. Работа подшипника и его долговечность в значительной степени зависят от правильности подбора системы смазки и самой смазки для данной области применения.
Смазка выполняет следующие функции.

① Смазка поверхностей трения
  1) Уменьшение трения качения между элементами качения и дорожками качения, а также уменьшение трения скольжения между концами роликов и направляющими поверхностями роликовых подшипников
  2) Уменьшение трения скольжения между элементами качения и сепаратором
  3) Уменьшение трения скольжения между сепаратором и направляющей поверхностью дорожки качения

② Отвод от системы тепла, вызванного трением и переданного другими механизмами

③ Защита от пыли и предотвращение коррозии

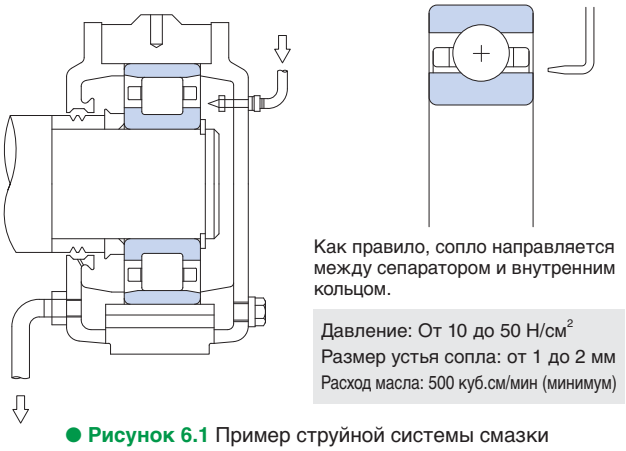
④ Ослабление концентрации напряжения
  1) Равномерное распределение напряжения на поверхности контакта качения.
  2) Ослабление ударных нагрузок.

6-2 Методы смазки

6.2.1 Жидкостная смазка

① Принудительная смазка (струйная смазка)

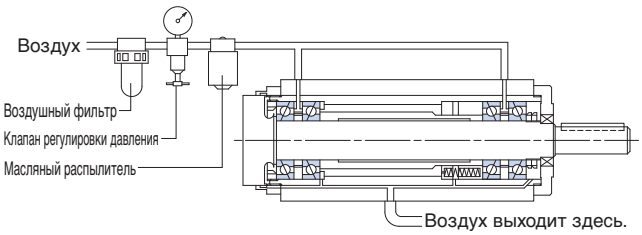
- Принудительная смазка используется, когда требуется охлаждение при относительно высоких скоростях вращения или высоких температурах.
- Струйная смазка обеспечивает испарение смазочного масла при использовании сжатого масла через небольшое сопло, что вызывает охлаждающий эффект.
- Канал отведения смазки должен быть больше, чем канал приема, потому что перемешивание смазки, которая собирается внутри корпуса, увеличивает тепловыделение и потери мощности. Особенно при струйной системе смазки, канал отведения смазки должен быть по меньшей мере в 10 раз больше, чем канал приема, расположенный напротив сопла, и для принудительного отведения должен использоваться насос.
- На **Рисунке 6.1** показан пример струйной системы смазки.



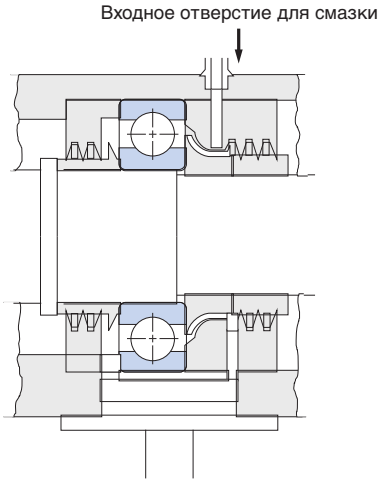
● **Рисунок 6.1** Пример струйной системы смазки

② Паровая смазка (масляный туман)

- При использовании этого типа смазки подшипник охлаждается воздухом и затем на него подается небольшое количество масляного тумана. На **Рисунке 6.2** показан пример смазки масляным туманом.
- Воздух, направляемый в генератор тумана, через клапан регулятора давления смешивается с маслом, которое разбрызгивается на подшипник.
- Сопло может распылять смесь как непосредственно на подшипник, так и при помощи центробежной силы конического элемента маслоотражателя, установленного на оси (**Рисунок 6.3**).
- Обычно давление масляного тумана составляет от 5 до 15 Н/см², при этом несколько кубических сантиметров масла смешивается с 10-50л/частями воздуха каждый час.
- При смазке масляным туманом используется только небольшое количество масла, поэтому она подходит для высокоскоростной работы с небольшой потерей несущей способности. Но так как теплоемкость воздуха невысока и он не имеет большого эффекта нагрева, этот тип смазки подходит для относительно низких нагрузок.



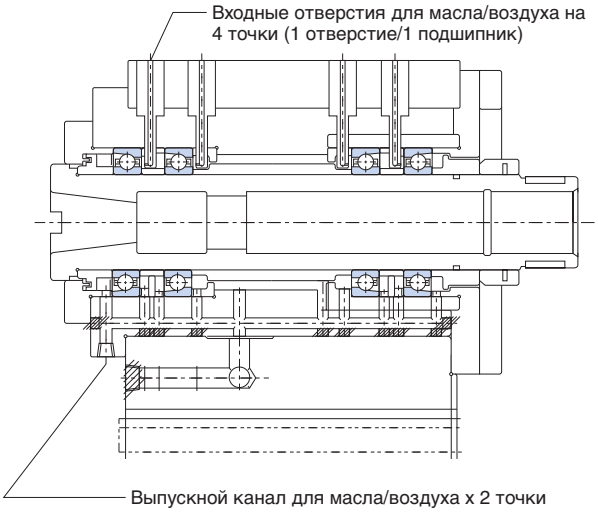
● **Рисунок 6.2** Пример шпинделя со смазкой воздушно-масляным туманом



● **Рисунок 6.3** Пример подачи масляного тумана маслоотражателем

③ Смазка воздушно-масляным туманом

- При использовании воздушно-масляного тумана небольшое количество смазки смешивается со сжатым воздухом с помощью поршня постоянной величины и смесительного клапана. Данная смесь направляется к вращающейся части подшипников.
- Поскольку в систему постоянно подается малое и отмеренное количество нового смазочного масла, этот способ подходит для высокоскоростных приложений с малой генерацией тепла.
- Смазка воздушно-масляным туманом является более экологически чистым методом, поскольку для нее требуется 1/10 количества масла, по сравнению с масляным туманом, и оно подается в виде капель, а не испарений.
- На **Рисунке 6.4** показан пример воздушно-масляной смазки.

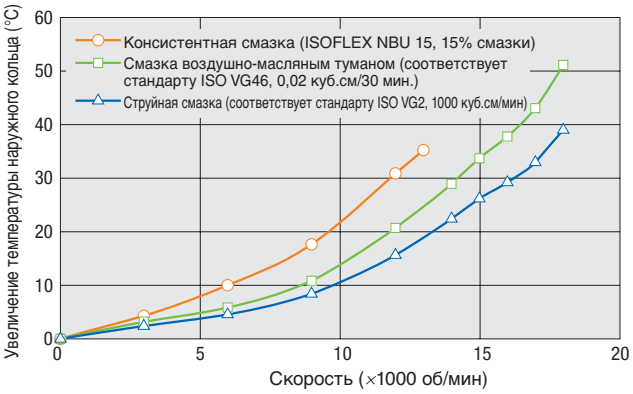


● **Рисунок 6.4** Пример шпинделя со смазкой воздушно-масляным туманом

6.2.2 Консистентная смазка

При использовании консистентной смазки нужно учитывать следующее:

- Выбирайте подходящую смазку. Примеры основных типов консистентной смазки, используемых в подшипниках механических инструментов, приведены в **Таблице 6.1**.
- Смазка должна доставляться в нужном количестве к нужному месту подшипника. Для высокоскоростных роликовых подшипников рекомендуемое количество смазки составляет от 10 до 20% от внутреннего объема подшипника. Однако обратите внимание, что для опорных подшипников для шариковинтовых пар (открытого типа) рекомендуемое количество смазки составляет от 40 до 50%.
- Чрезмерная смазка может привести к очень высоким температурам и большой потери мощности из-за перемешивания. Данные по внутреннему объему подшипников приведены в **Таблице 6.2** (стр. 24–25).
- Пример, иллюстрирующий разницу в увеличении температуры подшипника из-за метода смазки, показан на **Рисунке 6.5**.



● **Рисунок 6.5** Сравнение повышения температуры, вызванного различными методами смазки

● **Таблица 6.1** Основные типы смазка, используемые для подшипников метода инструментов

Марка смазки	Изготовитель	Базовое масло	Сгуститель	Рекомендуемый диапазон рабочей температуры °C	Основные области применения
Isoflex NBU15	NOK Kluber	Сложноэфирное синтетическое масло	Комплексная бариевая смазка	-40 ~ +130	Подшипник шпинделя
ISOFLEX LDS18 Special A	NOK Kluber	Сложноэфирное синтетическое масло	Литий	-60 ~ +130	Подшипник шпинделя
Multemp LRL No. 3	Kyodo Yushi	Сложноэфирное полиоловое масло	Литий	-50 ~ +150	Подшипник шпинделя
Alvania Grease S No. 2	Showa Shell Oil	Минеральное масло	Литий	-25 ~ +120	Опорные подшипники для шариковинтовых пар
Multemp PS No. 2	Kyodo Yushi	Эфирное масло+углеводородное масло	Литий	-55 ~ +130	Опорные подшипники для шариковинтовых пар

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Смазка

● **Таблица 6.2** Объем внутреннего пространства подшипников

1 Объем внутреннего пространства радиально-упорных шариковых подшипников и цилиндрических роликовых подшипников

Ед. измер: куб.см/кажд

Номер диаметра отверстия	Диаметр отверстия (мм)	Серии						
		7900C 7900AC	7000C 7000AC	7200C 7200AC	BNH000	TAH TBH	NN3000	NNU4900
00	10	0,44	0,9	1,2	—	—	—	—
01	12	0,49	1,0	1,7	—	—	—	—
02	15	0,68	1,4	2,2	—	—	—	—
03	17	0,68	1,7	3,0	—	—	—	—
04	20	1,5	2,9	4,7	—	—	—	—
05	25	1,9	3,4	5,3	—	—	3,6	—
06	30	2,2	4,8	8,2	—	—	5,9	—
07	35	3,0	6,4	10,3	5,6	—	7,5	—
08	40	5,2	7,8	13,0	7,2	—	9,5	—
09	45	5,7	10,2	15,4	9,0	—	12,8	—
10	50	6,2	10,7	18,6	9,7	8,0	13,8	—
11	55	—	15,9	25,9	14,0	12,0	19,6	—
12	60	—	17,0	33,2	15,0	13,0	20,7	—
13	65	—	18,2	39,1	16,0	14,0	21,8	—
14	70	—	27,7	45,2	22,0	19,0	30,4	—
15	75	—	28,7	49,4	23,0	20,0	32,9	—
16	80	—	32,1	59,0	30,0	27,0	46,3	—
17	85	—	36,3	73,5	31,0	28,0	47,8	—
18	90	—	49,2	93,1	40,0	38,0	62,9	—
19	95	—	53,0	117	42,0	40,0	64,5	—
20	100	—	55,1	135	43,0	41,0	67,3	49,5
21	105	—	—	—	54,0	52,0	91,8	57,9
22	110	—	—	—	66,0	65,0	114	59,6
24	120	—	—	—	71,0	70,0	126	86,4
26	130	—	—	—	108	105	178	102
28	140	—	—	—	114	111	195	114
30	150	—	—	—	138	139	235	195
32	160	—	—	—	174	167	288	199
34	170	—	—	—	227	225	374	209
36	180	—	—	—	—	—	508	281
38	190	—	—	—	—	—	530	296
40	200	—	—	—	—	—	684	448

2 Объем внутреннего пространства опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAB)

№ подшипника	Объем внутреннего пространства [куб.см/кажд]
15TAB04	3,8
17TAB04	3,8
20TAB04	3,8
25TAB06	4,8
30TAB06	4,8
35TAB07	5,8
40TAB07	5,8
40TAB09	14
45TAB07	6,5
45TAB10	15
50TAB10	16
55TAB10	16
55TAB12	19
60TAB12	19

3 Объем внутреннего пространства опорных подшипников для шариковинтовых пар (Серия TAF)

№ подшипника	Объем внутреннего пространства [куб.см/кажд]
25TAF06	9,3
30TAF07	14
35TAF09	26
40TAF09	26
40TAF11	45
45TAF11	45
50TAF11	45
60TAF13	71
60TAF17	150
80TAF17	150
100TAF21	282
120TAF03	473

6.2.3 Срок службы смазки

Срок службы смазки зависит от рабочей температуры, типа смазки, скорости вращения, нагрузки и других факторов. Приблизительный срок службы смазки для подшипника качения, который используется в качестве примера, можно вычислить с помощью **Формулы 5.1**.

$$\log L = -2.3 + \frac{2450}{273+T} - 0.301 \times (S_G + S_N + S_W)$$

(**Формула 5.1**)

L : Срок службы смазки (часы)
T : Температура подшипника (°C)
S_G : Коэффициент снижения срока службы, основанный на типе смазки

Тип смазки	SG
Долгосрочная смазка на основе нефтяных масел и силиконовая смазка	0
Обычная смазка на основе нефтяных масел	1,0
Эфирная и смазка для низких температур	2,9

$$S_N = 0.864 \frac{d \cdot n}{(dn)_L}$$

S_N : Коэффициент снижения срока службы, основанный на скорости вращения
d : Номинальный диаметр отверстия подшипника (мм)
n : Скорость вращения подшипника (об/мин)
$(dn)_L$: Коэффициент скорости в зависимости от типа подшипника

Тип подшипника	(dn)L
Радиально-упорные шариковые подшипники	400 000
Цилиндрические роликовые подшипники	200 000

$$S_W = 2.714 \frac{n \cdot d \cdot w}{C^2}$$

S_W : Коэффициент снижения срока службы в зависимости от нагрузки
C : Нормативная динамическая грузоподъемность (Н)
w : Нагрузка на подшипник (Н)

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

7 Предельные скорости

7-1 Коррекция предельной скорости

Использование подшипников на высоких скоростях, которые превышают предельную, вызывает нагрев трением внутри подшипника, что может привести к повышению температуры до уровней, которые не способствуют качественной работе подшипника. Ограничение эмпирической скорости вращения, которое позволяет избежать этих проблем, называется "пределом скорости вращения".
Предел скорости вращения зависит от типа подшипника, его размеров, метода смазки, нагрузки и т.д. Предел скорости вращения для подшипника с контактными уплотнениями ограничен окружной скоростью на участках контакта уплотнения и дорожки качения. Таблицы измерений в данном каталоге показывают ограничения скорости вращения для консистентной и жидкостной смазки, но все эти значения подразумевают небольшую нагрузку, горизонтальный режим работы вала и надлежащую смазку.
Хотя, как правило, используется два или несколько радиально-упорных шарикоподшипника с преднатягом, скорость их вращения ограничена, поэтому необходимо умножить скорости в таблицах измерений на поправочные коэффициенты, как показано в **Таблице 7.1**.
При использовании подшипника на скоростях порядка 75% или более от его предельной скорости вращения, обратите внимание на выбор правильного требуемого типа смазки, ее количества и метода нанесения.

● **Таблица 7.1** Поправочные коэффициенты для определения предельной скорости вращения для сдвоенных подшипников

Кол-во подшипников в комплекте	Сверх-легкий пряднатяг (E)	Легкий преднатяг (L)	Средний преднатяг (M)	Сильный преднатяг (H)
2-рядные	0,83	0,78	0,63	0,54
3-рядные	0,73	0,68	0,54	0,39
4-рядные	0,78	0,73	0,59	0,44

8 Конструкция вала и корпуса

8-1 Посадка на вал и корпус

Для обеспечения оптимальной работы подшипника необходима надлежащая посадка между внутренним кольцом и валом, а также наружным кольцом и корпусом подшипника. Свободная посадка поверхностей может привести к вращению дорожки качения на валу или в корпусе.
Это явление называется проскальзыванием. Проскальзывание может привести к преждевременному выходу из строя, вибрации и другим неприятностям, связанным с аномальной жарой и износом, а также попаданием мусора в подшипник. Хорошим способом предотвратить проскальзывание является посадка с натягом. Для удобства установки посадка с натягом используется между внутренним кольцом и валом или между наружным кольцом и корпусом (но не на обоих типах поверхностей). Однако это невозможно сделать при определенных условиях, поэтому способ посадки должен быть определен после тщательного изучения взаимосвязи между валом и корпусом и других факторов. Рекомендуемые посадки для общих условий эксплуатации (вращение внутреннего кольца) прецизионных подшипников, используемых в станках, приведены в **Таблицах 8.1 – 8.3**.

● **Таблица 8.1** Валы и рекомендуемая посадка

Ед. измерения: мкм

Тип подшипника	Диаметр вала (мм)		Класс допуска подшипника			
			Класс 5		Класс 4/Класс 2	
	Свыше	Вкл.	Желаемая посадка	Допуск вала	Желаемая посадка	Допуск вала
Радиально-упорные шариковые подшипники	10	18	0~2T	h4	0~2T	h3
	18	50	0~2.5T	h4	0~2.5T	h3
	50	80	0~3T	h4	0~3T	h3
	80	150	0~4T	js4	0~4T	js3
	150	200	0~5T	js4	0~5T	js3
Цилиндрические роликовые подшипники (цилиндрическое отверстие)	25	40	—	js4	—	js4
	40	140	—	k4	—	k3
	140	200	—	k4	—	k3
Основной упорный подшипник для шпинделя	Для валов всех диаметров		0~6L	h4	0~6L	h4
Опорные подшипники для шариковинтовых пар	Для валов всех диаметров		0~10L	h5	0~10L	h5

● **Таблица 8.2** Корпуса и рекомендуемая посадка (закрепленная сторона)

Ед. измерения: мкм

Тип подшипника	Диаметр отверстия корпуса (мм)		Класс допуска подшипника			
			Класс 5		Класс 4/Класс 2	
	Свыше	Вкл.	Желаемая посадка	Допуск отверстия корпуса	Желаемая посадка	Допуск отверстия корпуса
Радиально-упорные шариковые подшипники	18	50	0~3L	JS4	0~3L	JS3
	50	120	0~4L	JS4	0~4L	JS3
	120	180	0~5L	JS4	0~5L	JS3
	180	250	0~6L	JS4	0~6L	JS3
Цилиндрические роликовые подшипники	Все отверстие корпуса		±0	K5	±0	K5
Основной упорный подшипник для шпинделя	Все отверстие корпуса		30L~40L	K5	30L~40L	K5
Опорные подшипники для шариковинтовых пар	Все отверстие корпуса		10L~20L	H6	10L~20L	H6

● **Таблица 8.3** Корпуса и рекомендуемая посадка (свободная сторона)

Ед. измерения: мкм

Тип подшипника	Диаметр отверстия корпуса (мм)		Класс допуска подшипника			
			Класс 5		Класс 4/Класс 2	
	Свыше	Вкл.	Желаемая посадка	Допуск отверстия корпуса	Желаемая посадка	Допуск отверстия корпуса
Радиально-упорные шариковые подшипники	18	50	6L~10L	H4	6L~10L	H3
	50	120	8L~13L	H4	8L~13L	H3
	120	180	12L~18L	H4	12L~18L	H3
	180	250	15L~22L	H4	15L~22L	H3
Цилиндрические роликовые подшипники	Все отверстие корпуса		±0	K5	±0	K4
Опорные подшипники для шариковинтовых пар	Все отверстие корпуса		10L~20L	H6	10L~20L	H6

Примечание) В Таблицах 8.1 – 8.3, буква "L", следующая за величиной, означает свободную посадку или посадку с зазором, а буква "T" – плотную посадку, или с преднатягом.

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Конструкция вала и корпуса

8-2 Рекомендуемая точность для вала и корпуса

Для обеспечения максимальной эффективности работы основного шпинделя станка с учетом его характеристик точность установки и установленных компонентов должна быть равна или выше точности подшипника.

Рекомендуемые точности монтажа подшипников и значения шероховатости поверхностей приведены в **Таблицах 8.4 – 8.7**.

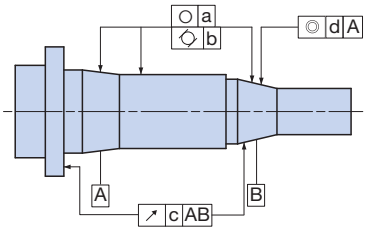
● **Таблица 8.4** Точность вала

Ед. измерения: мкм

Параметр точности	Диаметр вала		Класс допуска подшипника		
	Свыше	Вкл.	Класс 5	Класс 4	Класс 2
Правильность округлой формы ○, a	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Правильность цилиндрической формы ⌭, b	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Вибрация ↗, c	—	10	2,0	2,0	1,3
	10	18	2,5	2,5	1,5
	18	30	3,0	3,0	2,0
	30	50	3,5	3,5	2,0
	50	80	4,0	4,0	2,5
	80	120	5,0	5,0	3,0
	120	180	6,0	6,0	4,0
	180	250	7,0	7,0	5,0
Соосность ◎, d	—	10	4,0	4,0	2,5
	10	18	5,0	5,0	3,0
	18	30	6,0	6,0	4,0
	30	50	7,0	7,0	4,0
	50	80	8,0	8,0	5,0
	80	120	10,0	10,0	6,0
	120	180	12,0	12,0	8,0
	180	250	14,0	14,0	10,0

● **Таблица 8.5** Шероховатость поверхности при посадке на вал (Ra)

Диаметр вала d	Класс допуска подшипника		
	Класс 5	Класс 4	Класс 2
d ≤ 80мм	0,2	0,2	0,1
d > 80мм	0,4	0,4	0,2



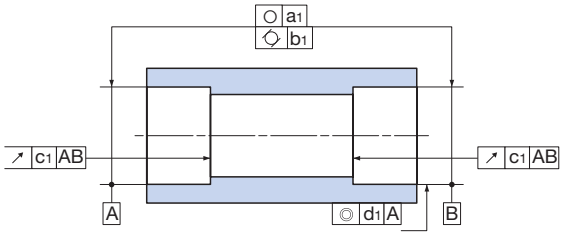
● **Таблица 8.6** Точность корпуса

Ед. измерения: мкм

Параметр точности	Диаметр отверстия корпуса		Класс допуска подшипника		
	Свыше	Вкл.	Класс 5	Класс 4	Класс 2
Правильность округлой формы ○, a1	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Правильность цилиндрической формы ⌭, b1	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Вибрация ↗, c1	—	10	2,0	2,0	1,3
	10	18	2,5	2,5	1,5
	18	30	3,0	3,0	2,0
	30	50	3,5	3,5	2,0
	50	80	4,0	4,0	2,5
	80	120	5,0	5,0	3,0
	120	180	6,0	6,0	4,0
	180	250	7,0	7,0	5,0
Соосность ◎, d1	—	10	4,0	4,0	2,5
	10	18	5,0	5,0	3,0
	18	30	6,0	6,0	4,0
	30	50	7,0	7,0	4,0
	50	80	8,0	8,0	5,0
	80	120	10,0	10,0	6,0
	120	180	12,0	12,0	8,0
	180	250	14,0	14,0	10,0

● **Таблица 8.7** Шероховатость поверхности при посадке корпуса (Ra)

Диаметр отверстия корпуса D	Класс допуска подшипника		
	Класс 5	Класс 4	Класс 2
D ≤ 80мм	0,4	0,4	0,2
80мм < D ≤ 250мм	0,8	0,8	0,4
D > 250мм	1,6	1,6	0,8

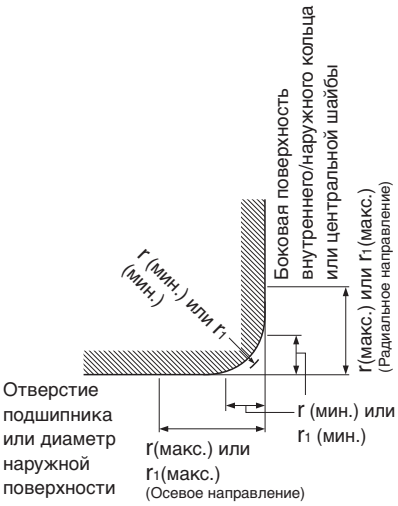


8-3 Предельные значения размеров фаски

● **Таблица 8.8** Размеры фаски для радиальных подшипников (за исключением конических роликовых подшипников)

Ед. измер.: мм

Наименьшие допустимые размеры фаски внутреннего и наружного колец r (мин) или r_1 (мин)	Номинальный диаметр отверстия подшипника		Наименьшие допустимые размеры фаски внутреннего и наружного колец r (макс) или r_1 (макс)		(Для справки) Радиус галтели вала и корпуса ra
	Свыше	Вкл.	Радиальное направление	Осевое направление	Макс
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
	40	—	0,8	1	
0,6	—	40	1	2	0,6
	40	—	1,3	2	
1	—	50	1,5	3	1
	50	—	1,9	3	
1,1	—	120	2	3,5	1
	120	—	2,5	4	
1,5	—	120	2,3	4	1,5
	120	—	3	5	
2	—	80	3	4,5	2
	80	220	3,5	5	
	220	—	3,8	6	
2,1	—	280	4	6,5	2
	280	—	4,5	7	
2,5	—	100	3,8	6	2
	100	280	4,5	6	
	280	—	5	7	
3	—	280	5	8	2,5
	280	—	5,5	8	
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



r : Размеры фаски внутреннего кольца и наружного кольца

r_1: Размеры фаски внутреннего и наружного колец (передней поверхности и т.д.) или центрального кольца упорного шарикового подшипника

Примечание ① Точная форма фаски не указана. Предельными значениями являются минимальный и максимальный радиальный и осевой радиусы.

② r (мин.) значения в осевом направлении для подшипников с номинальной шириной подшипника 2 мм или менее r (макс.) являются такими же, как и в радиальном направлении.

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

9 Обслуживание подшипников

9-1 Хранение и транспортировка подшипников

Подшипники качения относятся к прецизионному оборудованию. С ними следует обращаться с осторожностью, во избежание повреждений в результате удара. Подшипники качения также чувствительны к грязи и ржавчине, так что при их хранении и транспортировке также требуется осторожность.

- Для хранения подшипников выберите прохладное, сухое место, которое не подвергается воздействию прямых солнечных лучей или влажности.
- Не оставляйте подшипники на полу. Храните их на высоте минимум 30 см и избегайте их контакта с пылью.
- Для управления запасами подшипников всегда должен использоваться принцип "первый вошел – первый вышел". Организуйте хранение подшипников таким образом, чтобы упаковки с самой старой датой использовались в первую очередь.
- Позаботьтесь о том, чтобы перевозимые подшипники не подвергались ударам, падениям и т.д., защитите их от повреждений и деформаций в результате удара, а также загрязнений в результате нарушения упаковки.

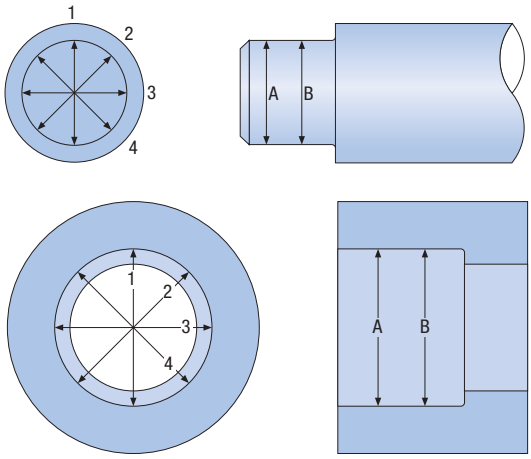
9-2 Сборка подшипников

Качество установки подшипников воздействует на срок службы, производительность и другие факторы, так что данную операцию следуют выполнять тщательно. При монтаже подшипников выполняются следующие виды работ.

① Проверка состояния вала и корпуса
② Распаковка и очистка
③ Монтаж
④ Послемонтажная проверка

9.2.1 Проверка состояния вала и корпуса

- Полностью очистите вал и корпус и удалите грязь и мусор. Также убедитесь, нет ли заусенцев.
- Убедитесь, что вал и корпус обработаны в соответствии с чертежами, а также проверьте и запишите размеры, перпендикулярность заплечика и угловой радиус. Как показано на **Рисунке 9.1**, измерьте диаметр вала и отверстия корпуса подшипника в двух местах в осевом направлении и в четырех местах – в радиальном.



● **Рисунок 9.1** Точки измерения диаметра вала и корпуса

9.2.2 Распаковка и очистка

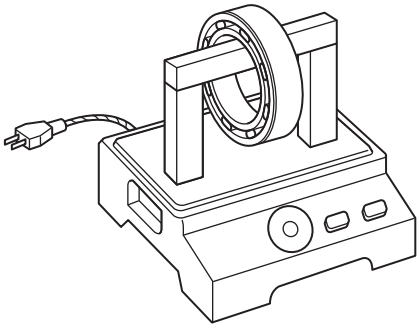
- Не распаковывайте подшипник, пока вы не готовы его использовать. При распаковке подшипника обязательно надевайте виниловые перчатки. Распаковка подшипник голыми руками или в тканевых перчатках создает опасность коррозии или прилипания нитяных волокон.
- Нанесите антикоррозионную смазку на поверхность распакованного подшипника. Промойте подшипник желтым керосином. Для промывки подготовьте либо фильтрованный душ, либо два контейнера с приподнятыми днищами из проволочной сетки – один для основного мытья и один для окончательного споласкивания.
- После промывки стряхните масло с подшипника и затем накройте его. Не поворачивайте подшипник, с которого была удалена смазка.

9.2.3 Монтаж

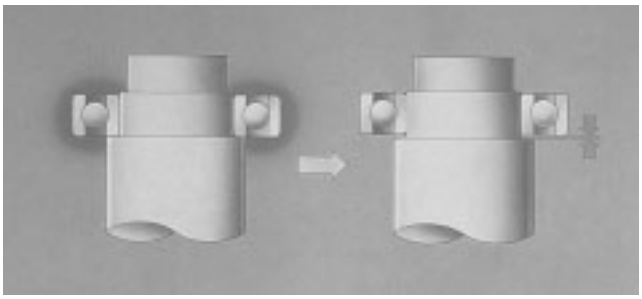
Как правило, большинство подшипников, установленных в станки, имеют посадку с натягом на вал и свободную посадку в корпусе. Для монтажа подшипников на вал используется термоусадочная и прессовая посадка.

Термоусадочная посадка

При этом методе монтажа подшипник нагревается до тех пор, пока не расширяется более диаметра вала, и тогда внутреннее кольцо может быть надето на вал. Индукционный нагреватель с размагничиванием (**Рисунок 9.2**) позволяет избежать чрезмерных нагрузок на внутреннем кольце, в то время как разогрев в печи позволяет сократить время процесса. Температура нагрева не должна превышать 120°C. Температуры выше 120° C могут привести к уменьшению жесткости подшипника и сокращению срока его службы. После того как нагретый подшипник установлен на вал, он сокращается в осевом направлении по мере охлаждения и при этом может образоваться зазор между внутренним кольцом подшипника и заплечиком вала (**Figure 9.3**), поэтому дальнейшее позиционирование достигается с помощью гайки и других методов.

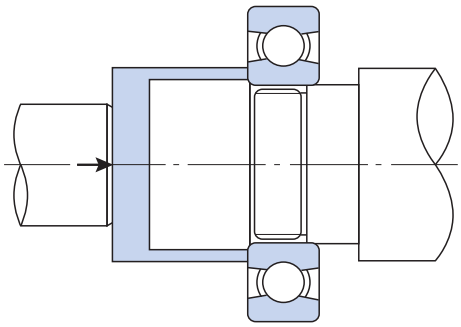


● **Рисунок 9.2** Индукционный нагреватель

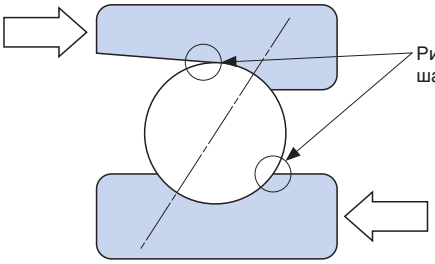


● **Рисунок 9.3** Зазор с заплечиком вала после охлаждения подшипника

Прессовая посадка
При этом методе на боковую поверхность внутреннего кольца помещается домкрат или пресс, с помощью которого выполняется прессовая посадка (**Рисуноке 9.4**). Выполняя запрессовку внутреннего кольца на валу, не прикладывайте усилий к наружному кольцу или сепаратору. В случае радиально-упорного шарикового подшипника следует избегать применения силы в направлении, противоположном направлению угла контакта, поскольку это может повредить дорожку качения (**Рисунок 9.5**).

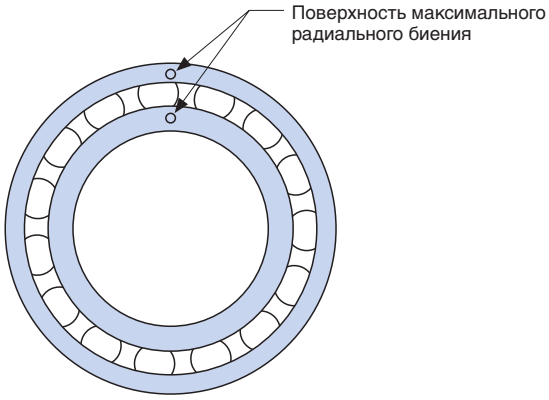


● **Рисунок 9.4** Запрессовка внутреннего кольца



● **Рисуноке 9.5** Направление монтажа радиально-упорного шарикового подшипника

Примечание: Точки максимального радиального биения
Точки максимального радиального биения внутреннего и наружного кольца указаны метками "○" на поверхности кольца. Осевое биение может быть минимизировано за счет совмещения точки минимального радиального биения оси вала с меткой "○" на внутреннем кольце подшипника. Сборку наружного кольцо также следует произвести так, чтобы совместить его метку "○" с точкой минимального биения на корпусе подшипника. Обратите внимание, что нет никакой связи между позицией метки
"○" на наружном кольце и меткой направления монтажа "<", также расположенной на внешнем диаметре.



● **Рисунок 9.6** Точки максимального радиального биения

Примечание: Усилие прессовой посадки и демонтажа
Хотя усилие, необходимое для прессовой посадки внутреннего кольца подшипника и его снятия с вала, зависит от количества помех и качества отделки поверхности вала, общие значения можно получить с использованием **Формулы 9.1**.

$$Ka = fk \cdot \Delta de \cdot B \cdot \left(1 - \left\{\frac{d}{di}\right\}^2\right) \quad \text{(Формула 9.1)}$$

Ka : Усилие прессовой посадки (усилие снятия) (кН)
fk : Коэффициент условий установки/снятия (**Таблица 9.1**)
Δde : Эффективный натяг (мм)
B : Номинальная ширина внутреннего кольца (мм)
d : Номинальный диаметр отверстия подшипника (мм)
di : Средний внешний диаметр отверстия внутреннего кольца (мм)
Цилиндрический роликовый подшипник
$di = (D+3d)/4$
Другие подшипники
$di = (3D+7d)/10$
Номинальный наружный диаметр подшипника D (мм)

● **Таблица 9.1** Коэффициент условий установки/снятия подшипника

Условия	fk (среднее значение)
Прессовая посадка внутреннего кольца на цельный цилиндрический вал	39
Снятие внутреннего кольца с цилиндрического вала	59

Примечание) Значения даны для условий, когда отверстие вала и вал покрыты тонким слоем смазки.

Обслуживание подшипников

Монтаж на вал

Обычно для крепления внутреннего кольца подшипника к валу используется гайка вала. Убедитесь, что боковая сторона гайки вала расположена под правильным углом к резьбе. Если поверхности не выровнены, затягивание гайки на валу может привести к искривлению вала.

Кроме того, при затягивании гайки вала требуется ее регулировка вследствие зазора сопряженных поверхностей между гайкой вала и валом.

Затягивание гайки вала позволяет применить определенное усилие затяжки, путем контроля момента затяжки. Хотя момент затяжки гайки вала несколько отличается от усилия затяжки из-за точности и шероховатости каждой резьбовой части, оно может быть рассчитано при помощи **Формулы 9.2**.

Рекомендуемые усилия монтажа для отверстий подшипников приведены в **Таблице 9.2**.

$$F \approx \frac{M_n}{\frac{d_2}{2}\tan(\beta+\rho)+\frac{d_n}{2}\cdot\mu_m} \quad \text{(Формула 9.2)}$$

F : Усилие затяжки (Н)

Mn : Момент затяжки (Н·мм)

d_2 : Номинальный диаметр резьбы (мм)

β : Угол подъема

$$\tan\beta = \frac{P}{\pi d_2}$$

P : Ход (мм)

ρ : Угол трения поверхности резьбы

$$\tan\rho = \frac{\mu}{\cos\alpha}$$

α : Половина угла профиля резьбы

d_n : Средний диаметр опорной поверхности гайки (мм)

μ_m : Коэффициент трения опорной поверхности гайки (≈ 0,15)

μ : Коэффициент трения поверхности резьбы (≈ 0,15)

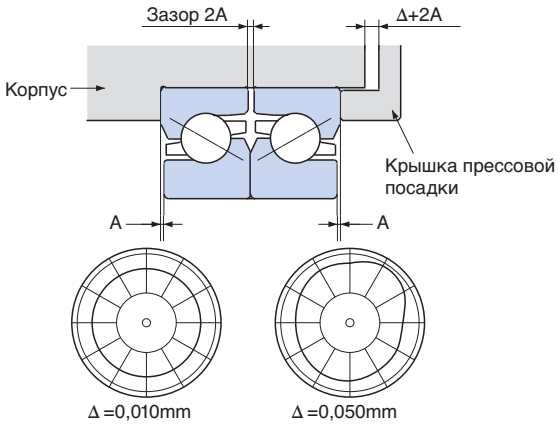
● **Таблица 9.2** Рекомендуемые значения усилия затяжки гайки вала

Номинальный диаметр отверстия подшипника (мм)	Усилие затяжки гайки вала (Н)	Номинальный диаметр отверстия подшипника (мм)	Усилие затяжки гайки вала (Н)
10	1500	80	19600
12	2500	85	19600
15	2500	90	19600
17	2500	95	19600
20	4900	100	19600
25	4900	105	19600
30	4900	110	19600
35	4900	120	19600
40	9800	130	19600
45	9800	140	29400
50	9800	150	29400
55	14700	160	29400
60	14700	170	29400
65	14700	180	29400
70	14700	190	29400
75	14700	200	29400

Монтаж на корпус

В целях закрепления наружного кольца подшипника в осевом направлении обычно поддерживается зазор между крышкой прессовой посадки и корпусом, а затяжка производится с помощью болта. При этом следует соблюдать осторожность, потому что неравномерная затяжка болтов может вызвать смещение наружного кольца и деформацию (**Рисунок 9.7**).

В общем случае рекомендуется уменьшение радиального зазора наружного кольца D от 0,010 до 0,020. Рекомендуемые значения уменьшения зазора для опорных подшипников для шариковинтовых пар компоновки "торец к торцу" (серия TAB, серия TAF) приведены в **Таблицах 9.3 и 9.4**.



● **Рисунок 9.7** Пример искривления дорожки качения в зависимости от уменьшения зазора наружного кольца

● **Таблица 9.3** Рекомендуемые значения уменьшения зазора для опорных подшипников для шариковинтовых пар (серия TAB)

№ подшипника	Уменьшение зазора наружного кольца Δ (мм)
15TAB04 DF	0,010 ~ 0,030
17TAB04 DF	
20TAB04 DF	
25TAB06 DF	0,010 ~ 0,040
30TAB06 DF	
35TAB07 DF	
40TAB07 DF	
40TAB09 DF	0,020 ~ 0,050
45TAB07 DF	
45TAB10 DF	
50TAB10 DF	
55TAB10 DF	
55TAB12 DF	0,020 ~ 0,060
60TAB12 DF	

● **Таблица 9.4** Рекомендуемые значения уменьшения зазора для опорных подшипников для шариковинтовых пар (серия TAF)

№ подшипника	Уменьшение зазора наружного кольца Δ (мм)
25TAF06 DF	0,020
30TAF07 DF	0,030
35TAF09 DF	
40TAF09 DF	
40TAF11 DF	0,040
45TAF11 DF	
50TAF11 DF	
60TAF13 DF	
60TAF17 DF	0,050
80TAF17 DF	
100TAF21 DF	
120TAF03 DF	

Регулировка зазора цилиндрических роликовых подшипников с коническим отверстием

Внутренний зазор цилиндрического роликового подшипника может быть отрегулирован шириной прокладки с помощью процедуры, описанной ниже.

① Проверьте конус вала. Покройте конус тонким слоем воронения; требуется контакт 80% или более.
② Без применения усилия поместите внутренний элемент на конус вала (**Рисунок 9.8**).
③ Оденьте наружное кольцо и закрепите вал по горизонтали.
④ Коснитесь центра наружного кольца циферблатным манометром.
⑤ Нажимая на наружное кольцо сверху, поверните его влево или вправо несколько раз, чтобы оно хорошо село, и затем установите значение циферблатного указателя на нуль.
⑥ Нажмите на наружное кольцо прямо на 180° от его позиции симметрии (прямо внизу) и поверните его немного влево и вправо для снятия показаний его максимального значения (**Рисунок 9.9**).
⑦ Измените позицию вала с шагом примерно 30°, измерьте осевое смещение и рассчитайте среднее показание, как значение ΔR.
⑧ С помощью калибровочной плитки измерьте длину до краев внутреннего кольца и заплечика вала (**Рисунок 9.10**).
⑨ Смените положение и используйте среднее значение, полученное из пяти или шести мест, в качестве значения L'.
⑩ С помощью **Формулы 9.3** рассчитайте требуемую ширину прокладки.

$$L = L' - 12(\Delta R - \Delta - \lambda e \cdot \delta) \quad \text{(Формула 9.3)}$$

L' : Средняя ширина прокладки, полученная на шаге ⑨
ΔR : Измеренный радиальный зазор
Δ : Желаемый радиальный зазор после монтажа
λe : Коэффициент сжатия наружного кольца

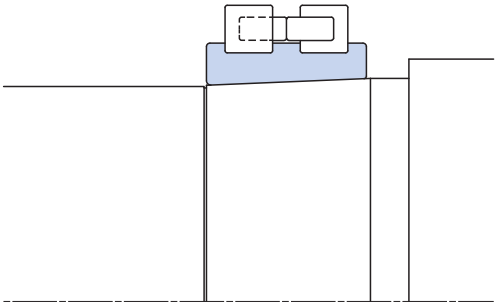
$$\lambda e = \frac{De}{D} - \frac{1-\left(\frac{D}{Dh}\right)^2}{1-\left(\frac{De}{Dh}\right)^2}$$

D : Внешний диаметр отверстия внутреннего кольца (мм)
De : Диаметр отверстия внутреннего кольца (мм)
Dh : Диаметр отверстия корпуса (мм)
δ : Интерференция наружного кольца

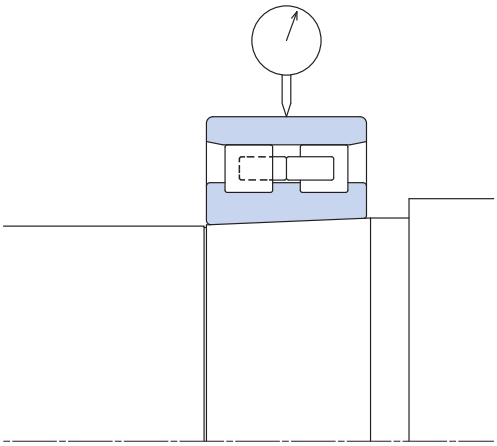
⑪ Отрегулируйте толщину прокладки.
⑫ Снимите внутреннее кольцо с вала. При этом не стучите сильно по внутреннему кольцу. Для легкого снятия кольца используйте специальный инструмент.
⑬ Установите прокладку и подшипник на вал.
⑭ Вновь измерьте радиальный зазор и убедитесь, что обеспечено нужное вам значение (**Рисунок 9.11**).

9.2.4 Послемонтажная проверка

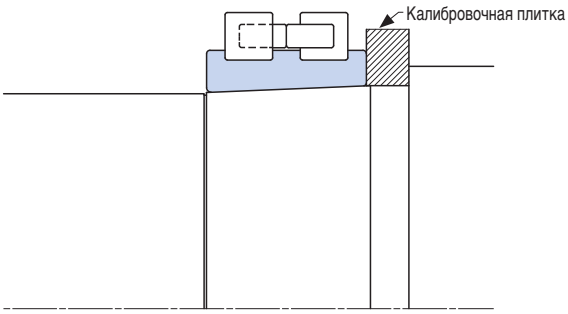
Используйте процедуру, описанную в разделе "5-3 Измерение преднатяга" (стр. 14), чтобы убедиться в его правильности.



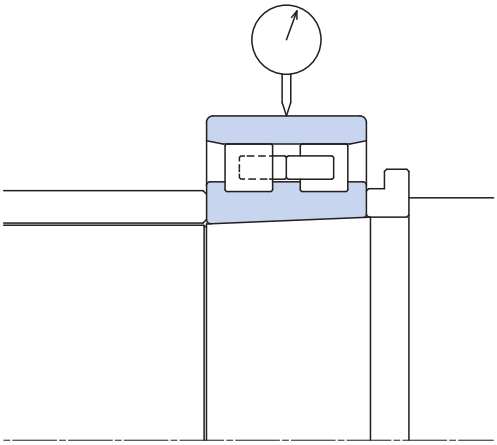
● **Рисунок 9.8** Временная затяжка внутреннего кольца



● **Рисунок 9.9** Измерение радиального зазора



● **Рисунок 9.10** Измерение временной ширины прокладки



● **Рисунок 9.11** Проверка радиального зазора в окончательной сборке

Выбор подшипника
Срок службы подшипника
Допуск подшипника
Компоновка подшипника
Преднатяг и жесткость
Смазка
Предельные скорости
Конструкция вала и корпуса
Обслуживание подшипников

Обслуживание подшипников

9-3 Эксплуатационные испытания

После установки подшипников производится тестовый запуск оборудования для проверки его нормальной работы. В частности, при использовании консистентной смазки, она должна попасть внутрь подшипника, поэтому потребуется некоторое время для приработки.
Ниже описана общая процедура эксплуатационных испытаний.

① Убедитесь, что между валом и корпусом или крышкой нет зазора или что все зазоры равномерны.
② Вначале проверните вручную любые вращающиеся механизмы и проверьте их на присутствие ненормального шума и застреваний.
③ Для больших механизмов, которые невозможно повернуть вручную, произведите их запуск на самой низкой скорости и выполните те же проверки, что и на шаге ② при вращении по инерции.
④ Если в ходе выполнения первых трех шагов, описанных выше, никаких отклонений не обнаружено, постепенно увеличивайте скорость до нормальной рабочей скорости, проверяя, что повышение температуры находится в нормальных пределах.
⑤ Для механизмов длительной эксплуатации проверьте крепление болтов и гаек, утечки масла и смазки и наличие посторонних шумов. Если возможно, то после завершения теста слейте смазку и проверить ее на наличие посторонних примесей.
⑥ Фактическую работу можно начинать только после завершения пробного испытания.

9-4 Демонтаж подшипников

Хотя основными причинами для снятия подшипников является периодическое обслуживание и механические поломки, эти ситуации также следует использовать для того, чтобы проверить текущее состояние машины, произвести улучшения и т.д. В частности, в случае возникновения неисправности, основные причины поломки обычно можно обнаружить после разборки оборудования. В связи с этим, при извлечении подшипников.следует проверить следующее:

① Проблемы с установкой подшипников
② Недостаток смазки или масла и наличие загрязняющих веществ (соберите их образцы).
③ Посадка внутреннего и наружного кольца
④ Проблемы с подшипником

До начала снятия подшипника также следует определиться со следующими вопросами.

① Метод демонтажа подшипника
② Условия посадки
③ Инструменты, требуемые для демонтажа

Таблицы размеров

Типы и конструкции
7900
7000
7200
BNH
TAH
TBH
NN3000
NNU4900
XRN
XRG
TAB
TAF

Прецизионные роликовые подшипники

Радиально-упорные шариковые подшипники

Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

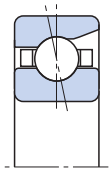
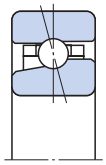
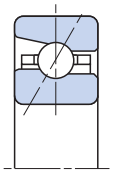
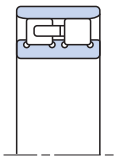
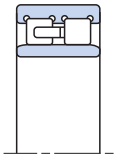
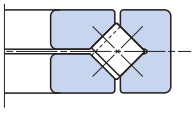
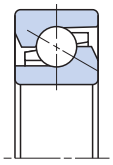
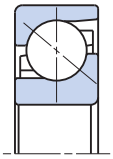
Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок

Многорядные цилиндрические роликовые подшипники

Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X"

Опорные подшипники для шариковинтовых пар

Прецизионные роликовые подшипники. Типы и конструкции

Тип	Поперечное сечение	Серия подшипников	Угол контакта	Описание
Радиально-упорные шариковые подшипники		7900C	15°	● Шарики и дорожки качения внутреннего и внешнего кольца должны контактировать под определенным углом, чтобы этот тип подшипника мог подходить для составных нагрузок (осевой и радиальной). ● Угол контакта обеспечивает генерирование осевых составляющих силы при приложении радиальной нагрузки, поэтому эти подшипники обычно используется в паре на обоих концах вала. ● Угол контакта 15° является наилучшим для больших скоростей, а угол контакта 25° лучше подходит для осевых нагрузок.
		7900AC	25°	
		7000C	15°	
		7000AC	25°	
		7200C	15°	
		7200AC	25°	
Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники		BNH	15°	● Так как проскальзывание шариков уменьшается благодаря гироскопическому моменту на высоких скоростях, диаметр шариков этого типа подшипника меньше, чем у стандартного радиально-упорного шарикового подшипника. ● Этот тип подшипников по размерам взаимозаменим с серией 7000 и может быть использован для их замены.
Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок		TAH	30°	● Угол контакта у этого типа меньше, чем у предыдущей серии TAD (радиально-упорные шарикоподшипники для осевых нагрузок в обоих направлениях), благодаря меньшему проскальзыванию шариков из-за гироскопического момента и более низкой температуре. ● Может быть использован для замены подшипников серии TAD.
		TBH	40°	
Многорядные цилиндрические роликовые подшипники типа NN		NN3000	—	● Большее число роликов (цилиндрических) обеспечивает большую жесткость. ● Коническое отверстие позволяет регулировать внутренний зазор. ● Также снабжены смазочной канавкой и смазочным отверстием посередине наружного кольца.
Многорядные цилиндрические роликовые подшипники типа NNU		NNU4900	—	
Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X"		XRN XRG	—	● Представляя собой альтернативу коническим роликовым подшипникам, эта серия обеспечивает высокую осевую нагрузку и жесткость при воздействии мгновенной нагрузки. ● Вращательный и орбитальный центры роликов обеспечивают их плавное вращение.
Опорные подшипники для шариковинтовых пар		TAB	60°	● В основном используются для поддержки шариковинтовых пар в станках. ● Имеются подшипники открытого и герметичного типа (контактные, бесконтактные).
		TAF	50° (55°)	● В основном используются при высокой нагрузке шариковинтовых пар в оборудовании для литьевой формовки. ● Шарики большего диаметра обеспечивают больший контактный угол для высоких осевых нагрузок.

Радиально-упорные шариковые подшипники

Стандартный тип

Расшифровка номеров подшипников

SH6- 7 2 08 C Y DU /GL P4

Код класса допуска
P5 : JIS Класс 5
P4 : JIS Класс 4

Преднатяг и другие коды классов
/GE : Сверх-легкий преднатяг
/GL : Легкий преднатяг
/GM : Средний преднатяг
/GH : Высокий преднатяг

Монтажный код
U : Универсального исполнения (одинарный)
DU: Универсального исполнения (спаренный)
DB: Спина к спине
DF: Торец к торцу
DT: Тандем

Код сепаратора
Y : Сепаратор из полиамида

Код угла контакта
C : 15°
AC : 25°

Номер диаметра отверстия
00 : Диаметр отверстия 10 мм
01 : 12 мм
02 : 15 мм
03 : 17 мм
04+ : (номер отверстия) ×5 мм

Номер серии размеров
9 : Серия 9
0 : Серия 10
2 : Серия 02

Тип подшипника
7 : Однорядные радиально-упорные шариковые подшипники

Код материала
SH6- : Внутреннее кольцо/Наружное кольцо = Подшипниковая сталь; Шарик = Керамический
(Нет кода) : Внутреннее кольцо/Наружное кольцо/Шарики= Подшипниковая сталь

Особенности

- В радиально-упорных шариковых подшипниках шарики и дорожки качения внутреннего и наружного кольца формируют определенный угол контакта. При использовании в одиночной конфигурации осевая нагрузка ограничивается одним направлением. Этот тип подшипников подходит для составных нагрузок, включающих осевые и радиальные.
- Поскольку этот тип подшипников имеет определенный угол контакта, осевые компоненты нагрузки генерируются при приложении радиальной нагрузки. По этой причине данный тип подшипников обычно используется попарно, на обоих концах вала.
- Также имеется тип с керамическими шариками.

Угол контакта

Имеется два угла контакта: 15° и 25°. 15° – подходит для высокоскоростных приложений. 25° – для приложений, требующих высокой осевой жесткости.

Сепаратор

В стандартную комплектацию входит сепаратор из полиамида. Сепаратор из полиамида должен использоваться при температурах ниже 120°.

Точность измерения габаритных размеров и скорости вращения

Удовлетворяет требованиям JIS Класс 5 или Класс 4. Подробнее см. на стр. 7.

Преднатяг

- Имеется четыре типа стандартных настроек преднатяга. Используя таблицу рядом, выберите преднатяг, который удовлетворяет вашим критериям.
- Стандартные преднатяги, доступные для каждой серии и размера подшипников, приведены на стр. 16 - 18.

Критерии выбора преднатяга

Код преднатяга	Критерии выбора
E (сверх-легкий преднатяг)	Предотвращает механическую вибрацию и увеличивает точность.
L (легкий преднатяг)	Обеспечивает жесткость при высоких скоростях (значение dmn = 500 000) работы.
M (средний преднатяг)	Обеспечивает более высокую жесткость, чем легкий преднатяг при стандартной скорости работы.
H (высокий преднатяг)	Обеспечивает максимальную жесткость при работе при низкой скорости.

Монтаж

Многорядные компоновки описаны на стр. 12 и 13.

Подшипники с керамическими шариками

Подшипники с керамическими шариками, плотность которых меньше, чем у стальных шариков, также можно использовать для невысоких значений центробежной силы, когда шарики вращаются с высокой скоростью.

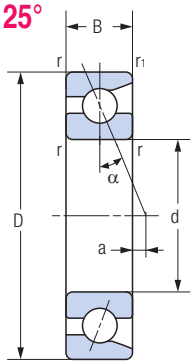
- Характеристики шариков из керамики и подшипниковой стали приведены в таблице ниже.
- Номера подшипников, в которых используются керамические шарики, начинается с "SH6-".
- Преднатяг и осевая жесткость примерно в 1,2 раза больше, чем у подшипников с шариками из подшипниковой стали.

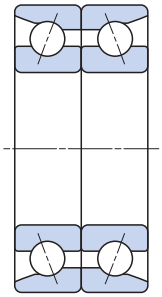
Сравнительные характеристики керамики и подшипниковой стали

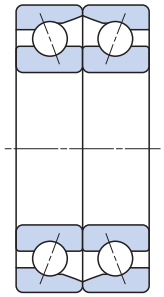
Особенности	Ед. изм.	Керамика (Si_3N_4)	Подшипниковая сталь (SUJ2)
Теплостойкость	°C	800	180
Плотность	г/куб.см	3,2	7,8
Коэффициент линейного расширения	1/°C	$3{,}2\times10^{-6}$	$12{,}5\times10^{-6}$
Твердость	Hv	1400~1700	700~800
Коэффициент продольной эластичности	GPa	314	206
Коэффициент Пуассона	—	0,26	0,30
Сопротивление коррозии	—	Хорошее	Плохое
Магнетизм	—	Немагнитное вещество	Высокомагнитное вещество
Проводимость	—	Изолятор	Проводник
Тип химической связи	—	Ковалентная	Металлическая

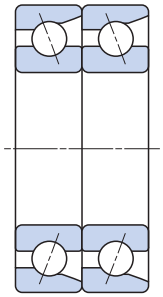
Радиально-упорные шариковые подшипники

Серия 7900C Угол контакта α = 15°
Серия 7900AC Угол контакта α = 25°

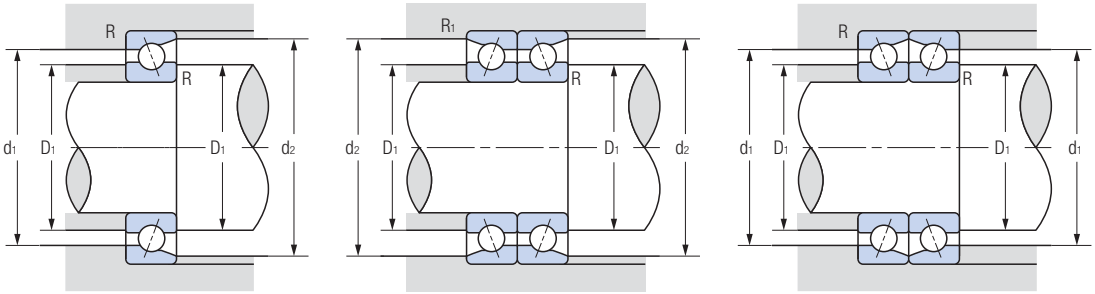



Спина к спине (DB)


Торец к торцу (DF)


Тандем (DT)

№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)			
7900C	**10**	22	6	0,3	0,15	-0,9	3,00	1,52
7900AC	**10**	22	6	0,3	0,15	0,7	2,88	1,45
7901C	**12**	24	6	0,3	0,15	-0,6	3,20	1,72
7901AC	**12**	24	6	0,3	0,15	1,2	3,05	1,63
7902C	**15**	28	7	0,3	0,15	-0,6	4,75	2,64
7902AC	**15**	28	7	0,3	0,15	1,5	4,55	2,53
7903C	**17**	30	7	0,3	0,15	-0,3	5,00	2,95
7903AC	**17**	30	7	0,3	0,15	2,1	4,75	2,82
7904C	**20**	37	9	0,3	0,15	-0,7	7,30	4,55
7904AC	**20**	37	9	0,3	0,15	2,1	6,95	4,35
7905C	**25**	42	9	0,3	0,15	0,1	7,80	5,45
7905AC	**25**	42	9	0,3	0,15	3,5	7,40	5,15
7906C	**30**	47	9	0,3	0,15	0,7	8,30	6,25
7906AC	**30**	47	9	0,3	0,15	4,5	7,85	5,95
7907C	**35**	55	10	0,6	0,3	1,0	12,5	9,65
7907AC	**35**	55	10	0,6	0,3	5,5	11,9	9,20
7908C	**40**	62	12	0,6	0,3	0,8	15,7	12,4
7908AC	**40**	62	12	0,6	0,3	5,9	14,9	11,8
7909C	**45**	68	12	0,6	0,3	1,6	16,6	14,1
7909AC	**45**	68	12	0,6	0,3	7,2	15,7	13,3
7910C	**50**	72	12	0,6	0,3	2,2	17,7	15,5
7910AC	**50**	72	12	0,6	0,3	8,2	16,4	14,9

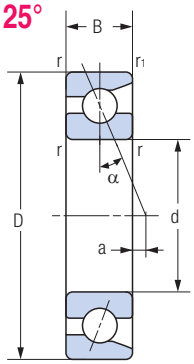


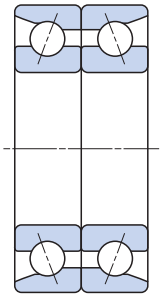
Однорядные | Спина к спине | Торец к торцу

Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)					Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	D_1 (Мин)	d_1 (макс)	d_2 (макс)	R (макс)	R_1 (макс)		
73000	100000	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	0,008	**7900C**
63500	85000	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	0,008	**7900AC**
64800	88800	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	0,010	**7901C**
56400	75500	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	0,010	**7901AC**
54300	74400	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	0,015	**7902C**
47200	63200	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	0,015	**7902AC**
49700	68000	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	0,016	**7903C**
43200	57800	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	0,016	**7903AC**
41000	56100	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	0,035	**7904C**
35600	47700	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	0,035	**7904AC**
34800	47700	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	0,041	**7905C**
30300	40600	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	0,041	**7905AC**
30300	41500	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	0,046	**7906C**
26300	35300	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	0,046	**7906AC**
25900	35500	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	0,074	**7907C**
22500	30200	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	0,074	**7907AC**
22900	31300	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	0,107	**7908C**
19900	26600	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	0,107	**7908AC**
20600	28300	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	0,127	**7909C**
18000	24000	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	0,127	**7909AC**
19100	26200	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	0,128	**7910C**
16600	22300	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	0,128	**7910AC**

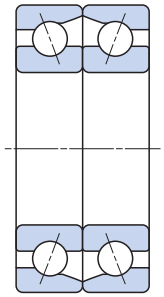
Радиально-упорные шариковые подшипники

Серия 7000C Угол контакта α = 15°
Серия 7000AC Угол контакта α = 25°

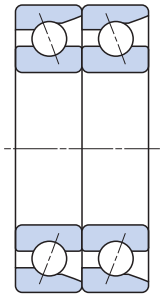




Спина к спине (DB)

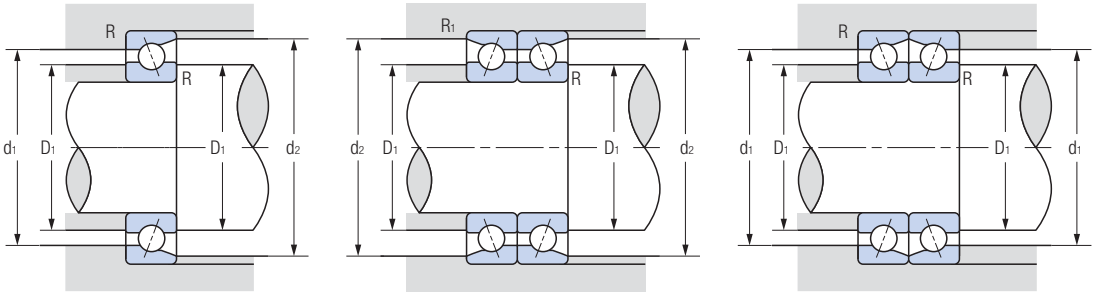


Торец к торцу (DF)



Тандем (DT)

№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)			
7000C	10	26	8	0,3	0,15	-1,9	5,35	2,50
7000AC	10	26	8	0,3	0,15	0,2	5,15	2,41
7001C	12	28	8	0,3	0,15	-1,7	5,80	2,91
7001AC	12	28	8	0,3	0,15	0,7	5,60	2,79
7002C	15	32	9	0,3	0,15	-1,8	6,65	3,70
7002AC	15	32	9	0,3	0,15	1,0	6,30	3,55
7003C	17	35	10	0,3	0,15	-2,0	7,00	4,15
7003AC	17	35	10	0,3	0,15	1,1	6,65	3,95
7004C	20	42	12	0,6	0,3	-2,4	11,2	6,60
7004AC	20	42	12	0,6	0,3	1,2	10,6	6,25
7005C	25	47	12	0,6	0,3	-1,8	12,9	8,65
7005AC	25	47	12	0,6	0,3	2,4	11,7	7,60
7006C	30	55	13	1	0,6	-1,6	16,0	11,1
7006AC	30	55	13	1	0,6	3,4	15,1	10,5
7007C	35	62	14	1	0,6	-1,4	19,3	13,7
7007AC	35	62	14	1	0,6	4,3	18,2	13,0
7008C	40	68	15	1	0,6	-1,3	20,7	16,0
7008AC	40	68	15	1	0,6	5,1	19,5	15,1
7009C	45	75	16	1	0,6	-1,1	24,6	19,4
7009AC	45	75	16	1	0,6	6,0	23,1	18,3
7010C	50	80	16	1	0,6	-0,5	26,2	22,0
7010AC	50	80	16	1	0,6	7,2	23,7	19,7
7011C	55	90	18	1,1	0,6	-0,6	34,5	28,8
7011AC	55	90	18	1,1	0,6	7,9	31,0	25,6
7012C	60	95	18	1,1	0,6	-0,1	35,5	30,5
7012AC	60	95	18	1,1	0,6	9,1	32,0	27,6
7013C	65	100	18	1,1	0,6	0,5	37,5	34,5
7013AC	65	100	18	1,1	0,6	10,2	34,0	31,0
7014C	70	110	20	1,1	0,6	0,4	47,0	43,0
7014AC	70	110	20	1,1	0,6	11,0	44,5	41,0
7015C	75	115	20	1,1	0,6	1,0	48,5	46,0
7015AC	75	115	20	1,1	0,6	12,2	45,5	43,0
7016C	80	125	22	1,1	0,6	0,8	59,0	55,5
7016AC	80	125	22	1,1	0,6	12,9	55,5	52,5
7017C	85	130	22	1,1	0,6	1,4	60,5	59,0
7017AC	85	130	22	1,1	0,6	14,1	57,0	55,5
7018C	90	140	24	1,5	1	1,3	72,0	69,5
7018AC	90	140	24	1,5	1	14,8	68,0	65,5
7019C	95	145	24	1,5	1	1,9	74,0	73,5
7019AC	95	145	24	1,5	1	16,0	69,5	69,5
7020C	100	150	24	1,5	1	2,4	76,0	77,5
7020AC	100	150	24	1,5	1	17,2	71,0	73,0

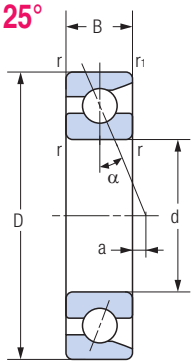


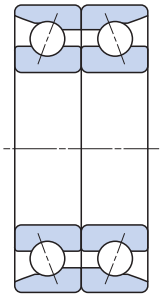
Однорядные | Спина к спине | Торец к торцу

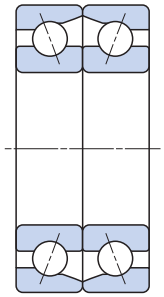
Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)					Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	D_1 (Мин)	d_1 (макс)	d_2 (макс)	R (макс)	R_1 (макс)		
65000	89000	12	24	25	0,3	0,15	0,022	**7000C**
56500	75500	12	24	25	0,3	0,15	0,022	**7000AC**
58500	80000	14	26	27	0,3	0,15	0,024	**7001C**
51000	68000	14	26	27	0,3	0,15	0,026	**7001AC**
49500	68000	17	30	31	0,3	0,15	0,035	**7002C**
43000	58000	17	30	31	0,3	0,15	0,035	**7002AC**
45000	61500	19	33	34	0,3	0,15	0,045	**7003C**
39000	52500	19	33	34	0,3	0,15	0,045	**7003AC**
37500	51500	24	38	40	0,6	0,3	0,079	**7004C**
32500	44000	24	38	40	0,6	0,3	0,079	**7004AC**
32500	44500	29	43	45	0,6	0,3	0,091	**7005C**
28200	37500	29	43	45	0,6	0,3	0,091	**7005AC**
27400	37500	35	50	52	1	0,6	0,135	**7006C**
23900	32000	35	50	52	1	0,6	0,135	**7006AC**
24100	33000	40	57	59	1	0,6	0,170	**7007C**
21000	28000	40	57	59	1	0,6	0,170	**7007AC**
21600	29600	45	63	65	1	0,6	0,210	**7008C**
18800	25200	45	63	65	1	0,6	0,210	**7008AC**
19500	26700	50	70	72	1	0,6	0,265	**7009C**
16900	22700	50	70	72	1	0,6	0,265	**7009AC**
18000	24600	55	75	77	1	0,6	0,285	**7010C**
15600	20900	55	75	77	1	0,6	0,285	**7010AC**
16100	22100	61	84	86	1	0,6	0,420	**7011C**
14000	18800	61	84	86	1	0,6	0,420	**7011AC**
15000	20600	66	89	91	1	0,6	0,450	**7012C**
13100	17500	66	89	91	1	0,6	0,450	**7012AC**
14200	19400	71	94	96	1	0,6	0,470	**7013C**
12300	16500	71	94	96	1	0,6	0,470	**7013AC**
13000	17800	76	104	106	1	0,6	0,660	**7014C**
11300	15100	76	104	106	1	0,6	0,660	**7014AC**
12300	16800	81	109	111	1	0,6	0,695	**7015C**
10700	14300	81	109	111	1	0,6	0,695	**7015AC**
11400	15600	86	119	121	1	0,6	0,925	**7016C**
9900	13300	86	119	121	1	0,6	0,925	**7016AC**
10900	14900	91	124	126	1	0,6	0,960	**7017C**
9400	12700	91	124	126	1	0,6	0,960	**7017AC**
10100	13900	97	133	135,6	1,5	1	1,26	**7018C**
8800	11800	97	133	135,6	1,5	1	1,26	**7018AC**
9700	13300	102	138	140,6	1,5	1	1,36	**7019C**
8400	11300	102	138	140,6	1,5	1	1,36	**7019AC**
9300	12800	107	143	145,6	1,5	1	1,37	**7020C**
8100	10900	107	143	145,6	1,5	1	1,37	**7020AC**

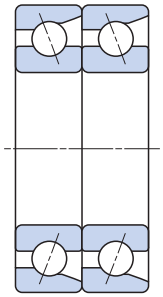
Радиально-упорные шариковые подшипники

Серия 7200C Угол контакта α = 15°
Серия 7200AC Угол контакта α = 25°

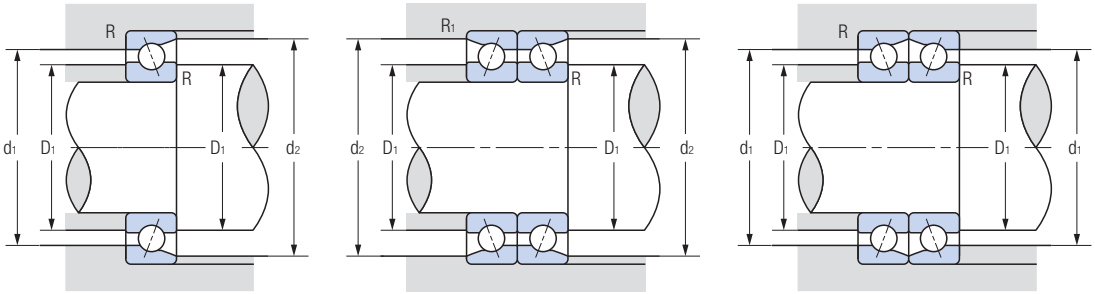



Спина к спине (DB)


Торец к торцу (DF)


Тандем (DT)

№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)			
7200C	10	30	9	0,6	0,3	-2,2	6,95	3,30
7200AC	10	30	9	0,6	0,3	0,2	6,75	3,20
7201C	12	32	10	0,6	0,3	-2,5	7,95	3,90
7201AC	12	32	10	0,6	0,3	0,2	7,65	3,75
7202C	15	35	11	0,6	0,3	-2,6	8,70	4,55
7202AC	15	35	11	0,6	0,3	0,4	8,35	4,40
7203C	17	40	12	0,6	0,3	-2,7	10,9	5,90
7203AC	17	40	12	0,6	0,3	0,8	10,5	5,65
7204C	20	47	14	1	0,6	-3,1	14,7	8,15
7204AC	20	47	14	1	0,6	0,9	14,0	7,80
7205C	25	52	15	1	0,6	-3,1	16,7	10,3
7205AC	25	52	15	1	0,6	1,6	15,9	9,80
7206C	30	62	16	1	0,6	-2,7	23,2	14,9
7206AC	30	62	16	1	0,6	2,8	22,0	14,1
7207C	35	72	17	1,1	0,6	-2,3	30,5	20,1
7207AC	35	72	17	1,1	0,6	4	29,1	19,1
7208C	40	80	18	1,1	0,6	-2,1	36,5	25,4
7208AC	40	80	18	1,1	0,6	5	34,5	24,1
7209C	45	85	19	1,1	0,6	-2,0	41,0	29,0
7209AC	45	85	19	1,1	0,6	5,7	39,0	27,5
7210C	50	90	20	1,1	0,6	-1,9	43,0	32,0
7210AC	50	90	20	1,1	0,6	6,3	41,0	30,5
7211C	55	100	21	1,5	1	-1,6	53,0	40,0
7211AC	55	100	21	1,5	1	7,6	50,5	38,0
7212C	60	110	22	1,5	1	-1,2	64,5	49,5
7212AC	60	110	22	1,5	1	8,8	58,0	43,5
7213C	65	120	23	1,5	1	-0,8	73,5	59,0
7213AC	65	120	23	1,5	1	10,1	66,5	52,0
7214C	70	125	24	1,5	1	-0,7	80,0	65,0
7214AC	70	125	24	1,5	1	10,7	72,5	57,5
7215C	75	130	25	1,5	1	-0,7	83,5	70,0
7215AC	75	130	25	1,5	1	11,4	75,5	62,5
7216C	80	140	26	2	1	-0,3	93,5	78,0
7216AC	80	140	26	2	1	12,7	88,5	74,0
7217C	85	150	28	2	1	-0,4	100	85,0
7217AC	85	150	28	2	1	13,4	95,0	81,0
7218C	90	160	30	2	1	-0,6	124	105
7218AC	90	160	30	2	1	14,2	112	93,0
7219C	95	170	32	2,1	1,1	-0,7	133	115
7219AC	95	170	32	2,1	1,1	14,9	126	107
7220C	100	180	34	2,1	1,1	-0,8	150	128
7220AC	100	180	34	2,1	1,1	15,7	142	121



Однорядные | Спина к спине | Торец к торцу

Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)					Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	D_1 (Мин)	d_1 (макс)	d_2 (макс)	R (макс)	R_1 (макс)		
58500	80000	15	25	27,4	0,6	0,3	0,034	**7200C**
51000	68000	15	25	27,4	0,6	0,3	0,034	**7200AC**
53000	72500	17	27	29,4	0,6	0,3	0,040	**7201C**
46000	62000	17	27	29,4	0,6	0,3	0,040	**7201AC**
46500	64000	20	30	32,4	0,6	0,3	0,048	**7202C**
40500	54500	20	30	32,4	0,6	0,3	0,048	**7202AC**
41000	56000	22	35	37,4	0,6	0,3	0,070	**7203C**
35500	47500	22	35	37,4	0,6	0,3	0,070	**7203AC**
34500	47500	26	41	43,4	1	0,6	0,110	**7204C**
30500	40500	26	41	43,4	1	0,6	0,110	**7204AC**
30000	41500	31	46	48,4	1	0,6	0,135	**7205C**
26400	35500	31	46	48,4	1	0,6	0,135	**7205AC**
25200	34500	36	56	58,4	1	0,6	0,210	**7206C**
22000	29600	36	56	58,4	1	0,6	0,210	**7206AC**
21800	29900	42	65	67	1	0,6	0,295	**7207C**
19000	25400	42	65	67	1	0,6	0,295	**7207AC**
19500	26700	47	73	75	1	0,6	0,380	**7208C**
16900	22700	47	73	75	1	0,6	0,380	**7208AC**
18000	24600	52	78	80	1	0,6	0,430	**7209C**
15600	20900	52	78	80	1	0,6	0,430	**7209AC**
16700	22900	57	83	85	1	0,6	0,485	**7210C**
14500	19400	57	83	85	1	0,6	0,485	**7210AC**
15000	20600	64	91	94,6	1,5	1	0,635	**7211C**
13100	17500	64	91	94,6	1,5	1	0,635	**7211AC**
13700	18800	69	101	104,6	1,5	1	0,820	**7212C**
12000	16000	69	101	104,6	1,5	1	0,820	**7212AC**
12600	17300	74	111	114,6	1,5	1	1,02	**7213C**
11000	14700	74	111	114,6	1,5	1	1,02	**7213AC**
12000	16400	79	116	119,6	1,5	0,8	1,12	**7214C**
10400	13900	79	116	119,6	1,5	0,8	1,12	**7214AC**
11400	15600	84	121	124,6	1,5	1	1,23	**7215C**
9900	13300	84	121	124,6	1,5	1	1,23	**7215AC**
10600	14500	90	130	134	2	1	1,50	**7216C**
9200	12400	90	130	134	2	1	1,50	**7216AC**
9900	13600	95	140	144	2	1	1,87	**7217C**
8600	11600	95	140	144	2	1	1,87	**7217AC**
9300	12800	100	150	154	2	1	2,30	**7218C**
8100	10900	100	150	154	2	1	2,30	**7218AC**
8800	12100	107	158	163	2	1	2,78	**7219C**
7700	10300	107	158	163	2	1	2,78	**7219AC**
8300	11400	112	168	173	2	1	3,32	**7220C**
7200	9700	112	168	173	2	1	3,32	**7220AC**

Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия BNH

Расшифровка номеров подшипников

SH6- BNH 0 10 T DB /GL P4

Код класса допуска
P4 : JIS Класс 4 (стандартный)
P2 : JIS Класс 2

Преднатяг и другие коды классов
/GL : Легкий преднатяг (стандартный)

Монтажный код
U : Универсального исполнения (одинарный)
DB : Спина к спине
DF : Торец к торцу
DT : Тандем

Код сепаратора
T : Сепаратор из феноло-альдегидного полимера (стандарт)
Y : Сепаратор из полиамида

Номер диаметра отверстия
07+: Размер отверстия (номер отверстия) ×5 мм

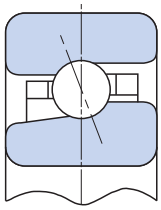
Номер серии размеров
0 : Серия 10

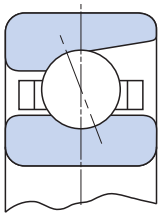
Тип подшипника
BNH : Радиально-упорные шариковые подшипники серии BNH

Код материала
SH6- : Внутреннее кольцо/Наружное кольцо = Подшипниковая сталь; Шарик = Керамический
(Нет кода) : Внутреннее кольцо/Наружное кольцо/Шарики= Подшипниковая сталь

Особенности

- Меньшие по размеру стальные шарики, более высокие скорости и более низкие температуры, по сравнению с предыдущими радиально-упорными шарикоподшипниками. В основном используют для главного шпинделя в оборудовании высокоскоростной машинной обработки.
- Также имеется тип с керамическими шариками.


BNH000


7000C

Угол контакта

Стандартный угол контакта 15°.

Сепаратор

Сепаратор наружного кольца из феноло-альдегидного полимера в стандартной комплектации. Также имеется сепаратор из полиамида.

Точность измерения габаритных размеров и скорости вращения

JIS Класс 4 (стандартная комплектация). Подробнее см. на стр. 7.

Преднатяг

Легкий преднатяг (стандарт) Информация о значениях преднатяга приведена на стр. 19.

Подшипники с керамическими шариками

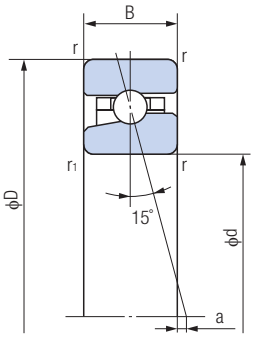
- Подшипники с керамическими шариками, плотность которых меньше, чем у стальных шариков, также можно использовать для невысоких значений центробежной силы, когда шарики вращаются с высокой скоростью.
- Характеристики шариков из керамики и подшипниковой стали приведены в таблице ниже.
- Номера подшипников с керамическими шариками начинаются с "SH6-".
- Преднатяг и осевая жесткость примерно в 1,2 раза больше, чем у подшипников с шариками из подшипниковой стали.

Сравнительные характеристики керамики и подшипниковой стали

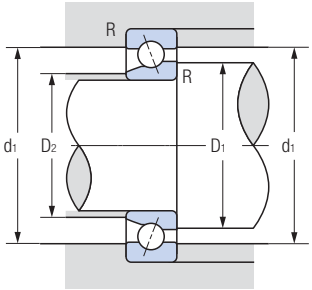
Особенности	Ед. изм.	Керамика (Si_3N_4)	Подшипниковая сталь (SUJ2)
Теплостойкость	°C	800	180
Плотность	г/куб.см	3,2	7,8
Коэффициент линейного расширения	1/°C	$3{,}2\times10^{-6}$	$12{,}5\times10^{-6}$
Твердость	Hv	1400~1700	700~800
Коэффициент продольной эластичности	GPa	314	206
Коэффициент Пуассона	—	0,26	0,30
Сопротивление коррозии	—	Хорошее	Плохое
Магнетизм	—	Немагнитное вещество	Высокомагнитное вещество
Проводимость	—	Изолятор	Проводник
Тип химической связи	—	Ковалентная	Металлическая

Высокоскоростные радиально-упорные шариковые подшипники, Серия BNH

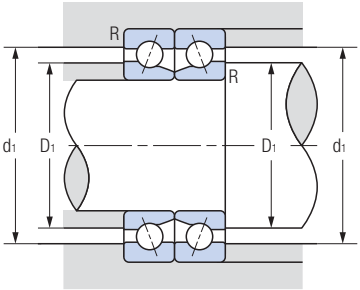
Угол контакта 15°



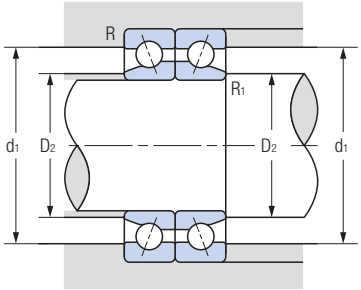
№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Cor (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)			
BNH007	35	62	14	1	0,6	-0,5	11,6	9,95
BNH008	40	68	15	1	0,6	-0,3	14,8	12,9
BNH009	45	75	16	1	0,6	0	15,5	14,5
BNH010	50	80	16	1	0,6	0,7	16,1	15,9
BNH011	55	90	18	1,1	0,6	0,7	20,0	20,1
BNH012	60	95	18	1,1	0,6	1,4	20,8	21,9
BNH013	65	100	18	1,1	0,6	2,1	21,5	23,4
BNH014	70	110	20	1,1	0,6	2,1	29,4	31,5
BNH015	75	115	20	1,1	0,6	2,7	29,8	32,5
BNH016	80	125	22	1,1	0,6	2,7	35,0	39,0
BNH017	85	130	22	1,1	0,6	3,4	35,5	40,0
BNH018	90	140	24	1,5	1	3,4	46,5	53,0
BNH019	95	145	24	1,5	1	4,1	47,0	55,0
BNH020	100	150	24	1,5	1	4,7	48,0	56,5
BNH021	105	160	26	2	1	4,8	54,5	65,0
BNH022	110	170	28	2	1	4,8	61,0	74,0
BNH024	120	180	28	2	1	6,1	63,0	79,0
BNH026	130	200	33	2	1	5,6	83,5	105
BNH028	140	210	33	2	1	6,9	86,0	112
BNH030	150	225	35	2,1	1,1	7,6	102	132
BNH032	160	240	38	2,1	1,1	7,8	110	145
BNH034	170	260	42	2,1	1,1	7,8	129	173



Однорядный или тандем



Спина к спине



Торец к торцу

Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)					Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	D_1 (Мин)	D_2 (Мин)	d_1 (макс)	R (макс)	R_1 (макс)		
28900	39000	40	39	57	1	0,6	0,167	**BNH007**
26000	35000	45	44	63	1	0,6	0,200	**BNH008**
23400	31500	50	49,5	70	1	0,6	0,260	**BNH009**
21600	29200	55	54,5	75	1	0,6	0,280	**BNH010**
19400	26200	61	59,5	84	1	0,6	0,400	**BNH011**
18100	24500	66	64,5	89	1	0,6	0,433	**BNH012**
17000	23000	71	69,5	94	1	0,6	0,460	**BNH013**
15600	21100	76	74,5	104	1	0,6	0,650	**BNH014**
14800	20000	81	79,5	109	1	0,6	0,690	**BNH015**
13700	18500	86	84,5	119	1	0,6	0,930	**BNH016**
13100	17700	91	89,5	124	1	0,6	0,973	**BNH017**
12200	16500	97	95,5	133	1,5	1	1,27	**BNH018**
11700	15800	102	100,5	138	1,5	1	1,33	**BNH019**
11200	15200	107	105,5	143	1,5	1	1,39	**BNH020**
10600	14300	115	110,5	150	2	1	1,77	**BNH021**
10000	13600	120	115,5	160	2	1	2,18	**BNH022**
9400	12700	130	125,5	170	2	1	2,32	**BNH024**
8500	11500	140	135,5	190	2	1	3,46	**BNH026**
8000	10900	150	145,5	200	2	1	3,68	**BNH028**
7500	10100	161	156	213	2	1	4,55	**BNH030**
7000	9500	172	166	228	2	1	5,57	**BNH032**
6500	8800	182	176	248	2	1	7,50	**BNH034**

Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок

Серия TAH/TBH

Расшифровка номеров подшипников

90 TBH 10 T DB /GM P4

Код класса допуска
P5 : JIS Класс 5
P4 : JIS Класс 4 (стандартный)

Преднатяг и другие коды классов
/GM : Средний преднатяг (стандарт)

Монтажный код
DB : Спина к спине (стандарт)
DF : Торец к торцу
FFB : 3-рядная компоновка

Код сепаратора
T : Сепаратор из феноло-альдегидного полимера

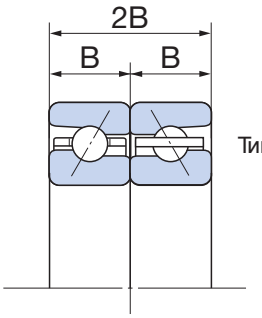
Номер серии размеров
10 : Серия 10

Тип подшипника
TAH : Серия TAH Угол контакта: 30°
TBH : Серия TBH Угол контакта: 40°

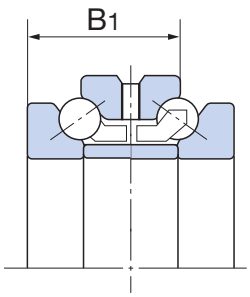
Диаметр отверстия (мм)

Особенности

- Имеют то же число и диаметр шариков, что и радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок в обоих направлениях типа TAD20, и меньшие углы контакта, 30° (серия TAH) или 40° (серия TBH), обеспечивают лучшую производительность при высоких скоростях, без отдельного кольца.
- 2B – ширина спаренного монтажа (DB или DF), что эквивалентно размеру B1 типа TAD20. Серии TAH/TBH взаимозаменяемы при смене метода крепления их к валу.



Тип TAH (TBH)



Тип TAD

Угол контакта

Угол контакта 30° для серии TAH, угол контакта 40° для серии TBH.

Сепаратор

Сепаратор наружного кольца из феноло-альдегидного полимера в стандартной комплектации.

Точность измерения габаритных размеров и скорости вращения

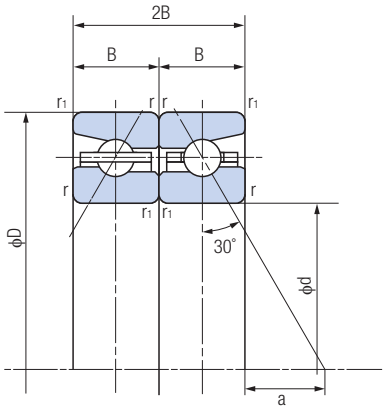
Соответствие требованиям JIS Класс 4 в стандартной комплектации, но внешний диаметр наружного кольца имеет меньшие допуски по сравнению с совместно используемым радиальным подшипником. Подробнее см. на стр. 9.

Преднатяг

Средний преднатяг (стандарт) Информация о значениях преднатяга приведена на стр. 19.

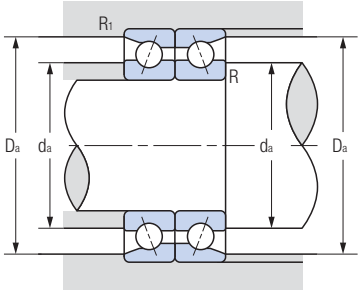
Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок, серия TAH

Угол контакта 30°



1N=0.102kgf

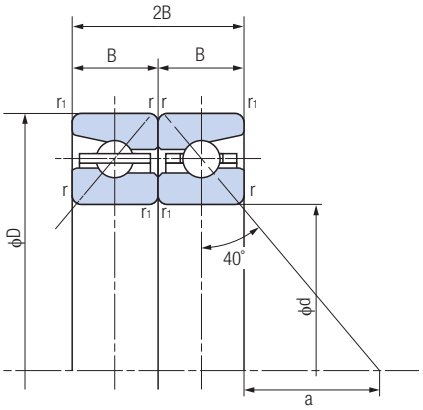
№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Ca (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Coa (кН)
	d	D	2B	r (Мин)	r1 (Мин)			
50TAH10DB	50	80	28,5	1	0,6	11,6	19,2	40,5
55TAH10DB	55	90	33	1,1	0,6	12,7	23,8	51,0
60TAH10DB	60	95	33	1,1	0,6	14,1	24,7	56,0
65TAH10DB	65	100	33	1,1	0,6	15,6	25,6	61,0
70TAH10DB	70	110	36	1,1	0,6	17,0	35,0	80,0
75TAH10DB	75	115	36	1,1	0,6	18,4	35,5	83,5
80TAH10DB	80	125	40,5	1,1	0,6	19,5	41,5	99,5
85TAH10DB	85	130	40,5	1,1	0,6	20,9	42,0	104
90TAH10DB	90	140	45	1,5	1	21,9	55,5	135
95TAH10DB	95	145	45	1,5	1	23,4	56,0	141
100TAH10DB	100	150	45	1,5	1	24,8	57,0	147
105TAH10DB	105	160	49,5	2	1	25,9	64,5	168
110TAH10DB	110	170	54	2	1	26,9	73,0	191
120TAH10DB	120	180	54	2	1	29,8	75,0	207
130TAH10DB	130	200	63	2	1	31,9	99,5	269
140TAH10DB	140	210	63	2	1	34,8	103	291
150TAH10DB	150	225	67,5	2,1	1,1	37,3	121	340
160TAH10DB	160	240	72	2,1	1,1	39,7	131	375
170TAH10DB	170	260	81	2,1	1,1	41,8	154	445



Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)				Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	da (Мин)	Da (макс)	R (Мин)	R1 (Мин)		
11500	14600	61	75	1	0,6	0,266	**50TAH10DB**
10300	13100	68	84	1	0,6	0,405	**55TAH10DB**
9700	12300	73	89	1	0,6	0,432	**60TAH10DB**
9100	11500	78	94	1	0,6	0,460	**65TAH10DB**
8300	10600	85	104	1	0,6	0,622	**70TAH10DB**
7900	10000	90	109	1	0,6	0,655	**75TAH10DB**
7300	9200	97	118	1	0,6	0,900	**80TAH10DB**
7000	8800	102	123	1	0,6	0,944	**85TAH10DB**
6500	8200	107,5	132	1,5	1	1,24	**90TAH10DB**
6200	7900	112,5	137	1,5	1	1,30	**95TAH10DB**
6000	7600	117,5	142	1,5	1	1,35	**100TAH10DB**
5600	7100	125	151	2	1	1,75	**105TAH10DB**
5300	6800	132	160	2	1	2,20	**110TAH10DB**
5000	6300	142	170	2	1	2,36	**120TAH10DB**
4500	5700	156	188	2	1	3,52	**130TAH10DB**
4200	5400	166	198	2	1	3,75	**140TAH10DB**
4000	5000	178	212	2	1	4,59	**150TAH10DB**
3700	4700	190	227	2	1	5,62	**160TAH10DB**
3400	4400	204	245	2	1	7,63	**170TAH10DB**

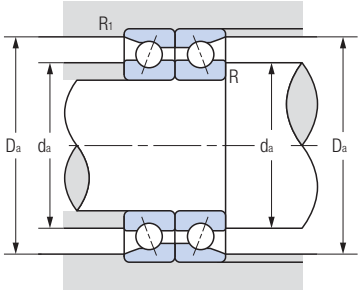
Радиально-упорные шариковые подшипники для осевых нагрузок, серия TBH

Угол контакта 40°



1N=0.102kgf

№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Точка приложения нагрузки a (мм)	Нормативная динамическая грузоподъемность Ca (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Coa (кН)
	d	D	2B	r (Мин)	r1 (Мин)			
50TBH10DB	50	80	28,5	1	0,6	20,2	22,8	53,0
55TBH10DB	55	90	33	1,1	0,6	22,2	28,2	67,0
60TBH10DB	60	95	33	1,1	0,6	24,3	29,3	73,0
65TBH10DB	65	100	33	1,1	0,6	26,4	30,0	79,5
70TBH10DB	70	110	36	1,1	0,6	28,8	41,5	104
75TBH10DB	75	115	36	1,1	0,6	30,9	42,0	109
80TBH10DB	80	125	40,5	1,1	0,6	32,9	49,0	130
85TBH10DB	85	130	40,5	1,1	0,6	35,0	50,0	136
90TBH10DB	90	140	45	1,5	1	37,0	65,5	176
95TBH10DB	95	145	45	1,5	1	39,1	66,5	184
100TBH10DB	100	150	45	1,5	1	41,2	67,5	191
105TBH10DB	105	160	49,5	2	1	43,2	76,5	219
110TBH10DB	110	170	54	2	1	45,3	86,0	249
120TBH10DB	120	180	54	2	1	49,5	88,5	269
130TBH10DB	130	200	63	2	1	53,5	118	350
140TBH10DB	140	210	63	2	1	57,7	121	380
150TBH10DB	150	225	67,5	2,1	1,1	61,8	143	445
160TBH10DB	160	240	72	2,1	1,1	65,9	155	490
170TBH10DB	170	260	81	2,1	1,1	70,0	182	580



Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)				Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	da (Мин)	Da (макс)	R (Мин)	R1 (Мин)		
10000	13200	61	75	1	0,6	0,266	**50TBH10DB**
8900	11800	68	84	1	0,6	0,405	**55TBH10DB**
8300	11000	73	89	1	0,6	0,432	**60TBH10DB**
7900	10400	78	94	1	0,6	0,460	**65TBH10DB**
7200	9500	85	104	1	0,6	0,622	**70TBH10DB**
6800	9000	90	109	1	0,6	0,655	**75TBH10DB**
6300	8300	97	118	1	0,6	0,900	**80TBH10DB**
6000	7900	102	123	1	0,6	0,944	**85TBH10DB**
5600	7400	107,5	132	1,5	1	1,24	**90TBH10DB**
5400	7100	112,5	137	1,5	1	1,30	**95TBH10DB**
5200	6800	117,5	142	1,5	1	1,35	**100TBH10DB**
4900	6400	125	151	2	1	1,75	**105TBH10DB**
4600	6100	132	160	2	1	2,20	**110TBH10DB**
4300	5700	142	170	2	1	2,36	**120TBH10DB**
3900	5200	156	188	2	1	3,52	**130TBH10DB**
3700	4900	166	198	2	1	3,75	**140TBH10DB**
3400	4500	178	212	2	1	4,59	**150TBH10DB**
3200	4200	190	227	2	1	5,62	**160TBH10DB**
3000	3900	204	245	2	1	7,63	**170TBH10DB**

Многорядные цилиндрические роликовые подшипники

Серия NN3000/ Серия NNU4900

Расшифровка номеров подшипников

NN 30 06 W33 M2 K C1NA P4

Код класса допуска
P5 : JIS Класс 5
P4 : JIS Класс 4

Код внутреннего зазора
C9NA : Незаменяемый зазор (коническое отверстие)
C1NA : Незаменяемый зазор (цилиндрическое отверстие, коническое отверстие)
C2NA : Незаменяемый зазор (цилиндрическое отверстие, коническое отверстие)
CNA : Незаменяемый зазор (цилиндрическое отверстие)
C3NA : Незаменяемый зазор (цилиндрическое отверстие)

Код формы отверстия
(Нет кода) : Цилиндрическое отверстие
K : Коническое отверстие

Код сепаратора
(Нет кода) : Бронзовый сепаратор (встроенный)
M2 : Бронзовый сепаратор (отдельный)

Номер смазочного отверстия
(Нет кода) : Без смазочной канавки на наружном кольце и смазочного отверстия
W33 : Со смазочной канавкой на наружном кольце и смазочным отверстием

Номер диаметра отверстия
(размер отверстия) = (номер отверстия) ×5 мм

Номер серии размеров
49 : Серия 49
30 : Серия 30

Тип подшипника
NN : Многорядный цилиндрический роликовый подшипник (рифленое внутреннее кольцо, нерифленое наружное кольцо)
NNU : Многорядный цилиндрический роликовый подшипник (нерифленое внутреннее кольцо, рифленое наружное кольцо)

Особенности

- Сравнительно простая конструкция обеспечивает высокую точность. Большее количество роликов обеспечивают большую жесткость.
- Меньшее количество подвижных элементов обеспечивает меньшее выделение тепла в сравнении с коническим роликовым подшипником.
- Подшипник с коническим отверстием позволяет проводить регулировку радиального внутреннего зазора при монтаже.
- Этот подшипник не может нести осевую нагрузку, поэтому обычно он используется вместе с упорным шариковым подшипником.

Сепаратор

Обе серии – NN3000 и NNU4900 – снабжены сепаратором из бронзового сплава в стандартной комплектации.

Точность измерения габаритных размеров и скорости вращения

- Удовлетворяет требованиям JIS Класс 5 или Класс 4. Подробнее см. на стр. 7.
- Компания Nachi определила собственные значения допусков для точности измерений габаритных размеров. Подробнее см. на стр. 11.

Радиальный внутренний зазор

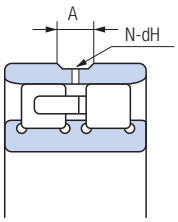
Компания Nachi определила собственные незаменяемые зазоры для цилиндрических и конических отверстий с целью минимизации разбега осевого биения. Подробнее см. на стр. 21.

Размеры смазочного отверстия наружного кольца

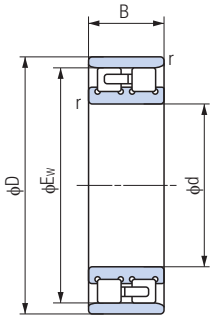
В таблице ниже приведены размеры смазочного отверстия и смазочной канавки на наружном кольце (Спецификация W33).

Ширина наружного кольца B (мм)		Диаметр смазочного отверстия dH (мм)	Ширина смазочной канавки A (мм)
Свыше	Вкл.		
—	19	2	3.5
19	25	2	4
25	35	3	6
35	50	4	8
50	80	6	10
80	—	8	12

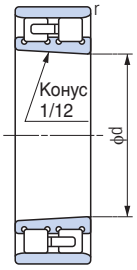
Номинальные размеры наружного диаметра D (мм)		Количество смазочных отверстий N
Свыше	Вкл.	
—	250	4
250	—	6



Многорядные цилиндрические роликовые подшипники, Серия NN3000



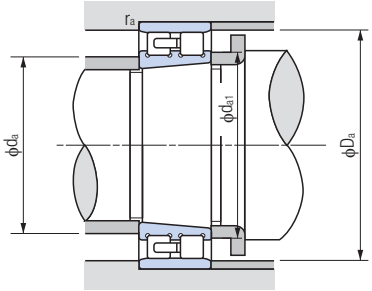
Тип NN
Цилиндрическое отверстие



Тип NN
Коническое отверстие (1/12)

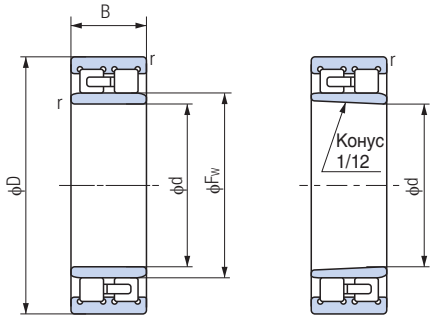
Со смазочной канавкой на наружном кольце и смазочным отверстием (W33)

№ подшипника		Габаритные размеры (мм)					Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Cor (кН)
Цилиндрическое отверстие	Коническое отверстие	d	D	B	Ew	r (Мин)		
NN3005	NN3005K	25	47	16	41,3	0,6	25,8	30,0
NN3006	NN3006K	30	55	19	48,5	1	31,0	37,0
NN3007	NN3007K	35	62	20	55	1	39,5	50,0
NN3008	NN3008K	40	68	21	61	1	43,5	55,5
NN3009	NN3009K	45	75	23	67,5	1	52,0	65,5
NN3010	NN3010K	50	80	23	72,5	1	53,0	72,5
NN3011	NN3011K	55	90	26	81	1,1	69,5	96,5
NN3012	NN3012K	60	95	26	86,1	1,1	73,5	106
NN3013	NN3013K	65	100	26	91	1,1	77,0	116
NN3014	NN3014K	70	110	30	100	1,1	97,5	148
NN3015	NN3015K	75	115	30	105	1,1	96,5	149
NN3016	NN3016K	80	125	34	113	1,1	119	186
NN3017	NN3017K	85	130	34	118	1,1	125	201
NN3018	NN3018K	90	140	37	127	1,5	143	228
NN3019	NN3019K	95	145	37	132	1,5	150	246
NN3020	NN3020K	100	150	37	137	1,5	157	265
NN3021	NN3021K	105	160	41	146	2	198	320
NN3022	NN3022K	110	170	45	155	2	229	375
NN3024	NN3024K	120	180	46	165	2	239	405
NN3026	NN3026K	130	200	52	182	2	284	475
NN3028	NN3028K	140	210	53	192	2	298	515
NN3030	NN3030K	150	225	56	206	2,1	335	585
NN3032	NN3032K	160	240	60	219	2,1	375	660
NN3034	NN3034K	170	260	67	236	2,1	450	805
NN3036	NN3036K	180	280	74	255	2,1	565	995
NN3038	NN3038K	190	290	75	265	2,1	595	1080
NN3040	NN3040K	200	310	82	282	2,1	655	1170
NN3044	NN3044K	220	340	90	310	3	815	1480
NN3048	NN3048K	240	360	92	330	3	855	1600
NN3052	NN3052K	260	400	104	364	4	1080	2070
NN3056	NN3056K	280	420	106	384	4	1080	2080
NN3060	NN3060K	300	460	118	418	4	1430	2740
NN3064	NN3064K	320	480	121	438	4	1430	2750



Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)					Масса (кг) (Для справки) (Коническое отверстие)	№ подшипника (Коническое отверстие)
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	da (Мин)	da1 (Мин)	Da (макс)	Da (Мин)	ra (макс)		
21300	25000	30	30	42	41,8	0,6	0,123	NN3005K
18000	21200	36	37	49	49	1	0,199	NN3006K
15800	18600	41	42	56	56	1	0,258	NN3007K
14200	16700	46	48	62	62	1	0,312	NN3008K
12800	15000	51	52	69	69	1	0,405	NN3009K
11700	13800	56	58	74	74	1	0,454	NN3010K
10500	12400	62	64	83	82	1	0,651	NN3011K
9800	11600	67	68	88	87	1	0,704	NN3012K
9200	10900	72	74	93	92	1	0,758	NN3013K
8500	10000	77	78	103	101	1	1,04	NN3014K
8000	9400	82	84	108	106	1	1,14	NN3015K
7500	8800	87	90	118	114	1	1,52	NN3016K
7100	8300	92	96	123	119	1	1,61	NN3017K
6600	7800	98,5	100	131,5	129	1,5	2,07	NN3018K
6300	7500	103,5	106	136,5	134	1,5	2,17	NN3019K
6100	7200	108,5	112	141,5	139	1,5	2,26	NN3020K
5800	6800	115	116	150	148	2	2,89	NN3021K
5400	6400	120	122	160	157	2	3,68	NN3022K
5100	6000	130	132	170	167	2	3,98	NN3024K
4600	5400	140	144	190	183	2	5,92	NN3026K
4300	5100	150	154	200	194	2	6,44	NN3028K
4100	4800	162	164	213	208	2	7,81	NN3030K
3800	4500	172	174	228	221	2	8,92	NN3032K
3500	4200	182	184	248	238	2	12,6	NN3034K
3300	3900	192	196	268	257	2	16,6	NN3036K
3200	3700	202	206	278	267	2	17,5	NN3038K
2900	3500	212	216	298	285	2	21,6	NN3040K
2700	3200	234	238	326	313	2,5	28,4	NN3044K
2500	3000	254	256	346	333	2,5	31,8	NN3048K
2300	2700	278	280	382	367	3	46,0	NN3052K
2100	2500	298	300	402	387	3	49,6	NN3056K
2000	2300	318	325	442	421	3	68,7	NN3060K
1900	2200	338	345	462	442	3	74,0	NN3064K

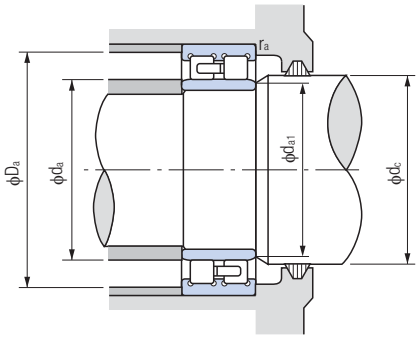
Многорядные цилиндрические роликовые подшипники, Серия NNU4900



Тип NNU
Цилиндрическое отверстие

Тип NNU
Коническое отверстие (1/12)

№ подшипника		Габаритные размеры (мм)					Нормативная динамическая грузоподъемность Cr (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность (кН)
Цилиндрическое отверстие	Коническое отверстие	d	D	B	Ew	r (Мин)		
NNU4920	NNU4920K	**100**	140	40	113	1,1	155	305
NNU4921	NNU4921K	**105**	145	40	118	1,1	161	325
NNU4922	NNU4922K	**110**	150	40	123	1,1	167	335
NNU4924	NNU4924K	**120**	165	45	134,5	1,1	183	360
NNU4926	NNU4926K	**130**	180	50	146	1,5	275	565
NNU4928	NNU4928K	**140**	190	50	156	1,5	283	585
NNU4930	NNU4930K	**150**	210	60	168,5	2	350	715
NNU4932	NNU4932K	**160**	220	60	178,5	2	365	760
NNU4934	NNU4934K	**170**	230	60	188,5	2	375	805
NNU4936	NNU4936K	**180**	250	69	202	2	480	1020
NNU4938	NNU4938K	**190**	260	69	212	2	485	1060
NNU4940	NNU4940K	**200**	280	80	225	2,1	570	1220
NNU4944	NNU4944K	**220**	300	80	245	2,1	600	1330
NNU4948	NNU4948K	**240**	320	80	265	2,1	625	1450
NNU4952	NNU4952K	**260**	360	100	292	2,1	935	2100
NNU4956	NNU4956K	**280**	380	100	312	2,1	960	2230
NNU4960	NNU4960K	**300**	420	118	339	3	1230	2880
NNU4964	NNU4964K	**320**	440	118	359	3	1270	3050



Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)						Масса (кг) (Для справки) (Коническое отверстие)	№ подшипника (Коническое отверстие)
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	da (Мин)	da (макс)	da1 (Мин)	dc (Мин)	Da (макс)	ra (макс)		
6300	7500	106,5	111	110	115	133,5	1	1,77	**NNU4920K**
6100	7200	111,5	116	115	120	138,5	1	1,85	**NNU4921K**
5800	6900	116,5	121	120	125	143,5	1	1,93	**NNU4922K**
5300	6300	126,5	133	130	137	158,5	1	2,65	**NNU4924K**
4900	5800	138	144	142	148	172	1,5	3,55	**NNU4926K**
4600	5400	148	154	151	158	182	1,5	3,80	**NNU4928K**
4200	5000	159	166	162	171	201	2	5,95	**NNU4930K**
4000	4700	169	176	172	182	211	2	6,25	**NNU4932K**
3800	4500	179	186	182	192	221	2	6,60	**NNU4934K**
3500	4200	189	199	194	205	241	2	9,50	**NNU4936K**
3400	4000	199	209	204	215	251	2	10,0	**NNU4938K**
3200	3700	211	222	214	228	269	2	10,1	**NNU4940K**
2900	3400	231	242	234	248	289	2	15,5	**NNU4944K**
2700	3200	251	262	254	269	309	2	17,0	**NNU4948K**
2400	2900	271	288	276	296	349	2	28,3	**NNU4952K**
2300	2700	291	308	296	316	369	2	30,3	**NNU4956K**
2100	2500	313	335	320	343	407	2,5	46,7	**NNU4960K**
2000	2300	333	335	340	363	427	2,5	49,6	**NNU4964K**

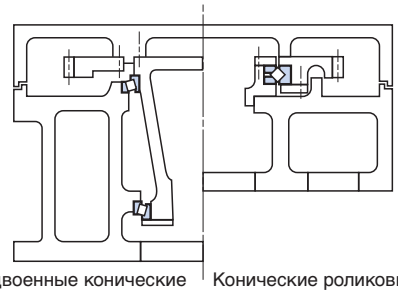
Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X"

Серия XRN/Серия XRG

Подшипник, который обеспечивает функции, эквивалентные сдвоенному коническому роликовому подшипнику, но в размере одного подшипника. Элементы качения уложены в чередующейся ориентации между съемным и основным кольцом.

Особенности

- Подшипник может выносить радиальные, осевые и моментальные нагрузки.
- Более простой способ применения подшипника, меньший вес и размеры благодаря меньшему количеству компонентов, меньшее время сборки.
- Тепловое расширение вала имеет минимальное влияние на преднатяг в подшипнике, способствуя более точной работе оборудования.
- Используются конические ролики и поддерживается центр вращения, что обеспечивает плавное вращение, даже в условиях преднатяга.
- Между роликами вставлены полиамидные прокладки, которые минимизируют трение между роликами (кроме типа XRGV).
- Угол контакта составляет примерно 45°.



Сдвоенные конические роликовые подшипники | Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X"

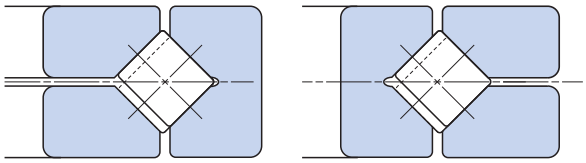
Пример монтажа конического роликового подшипника и конического роликового подшипника, сдвоенного по схеме "X"

Точность

Компания Nachi определила свои собственные стандарты точности. Подробнее см. на стр. 9.

Механизм

Подшипники серии XRN имеют съемное внутреннее кольцо, основное наружное кольцо и предназначены в основном для задач, где акцент делается на точности вращения наружного кольца при его вращении. Серия XRG, напротив, в основном используется там, где акцент делается на точности вращения внутреннего кольца при вращении внутреннего кольца.



Тип XRN | Тип XRG (XRGV)

Основные области применения

- Центры механической обработки, шлифовальные станки и т.д.
- Рабочий шпиндель токарного станка, шлифовальный станок и т.д.
- Крупные фрезерные, сверлильные или другие индексные станки.
- Точка вращения параболической антенны и т.д.

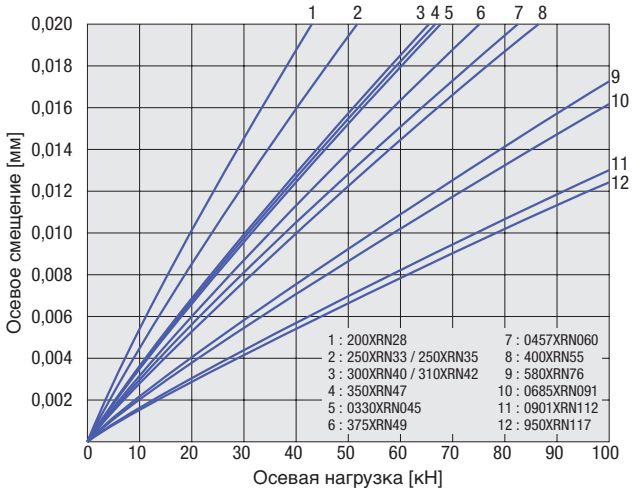
Расшифровка номеров подшипников

300 XRN 40

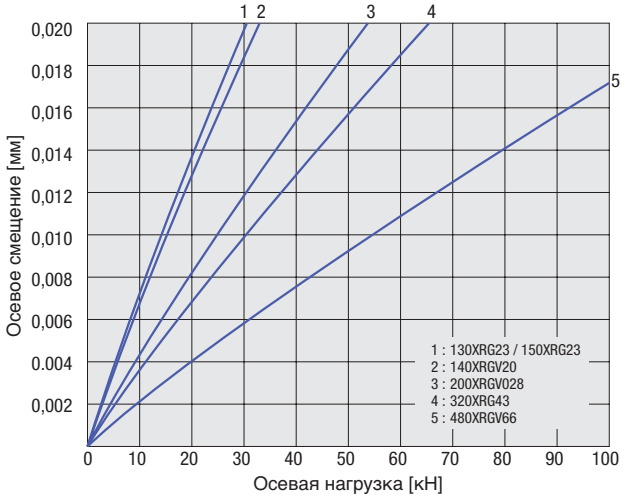
- **40** — **Значение наружного диаметра**
  Наружный диаметр, деленный на 10
- **XRN** — **Тип подшипника**
  - XRN : Серия XRN Со съемным внутренним кольцом
  - XRG : Серия XRG Со съемным наружным кольцом
  - XRGV : Серия XRG Со съемным наружным кольцом, без прокладки
- **300** — **Диаметр отверстия (мм)**

Осевая нагрузка и осевое смещение

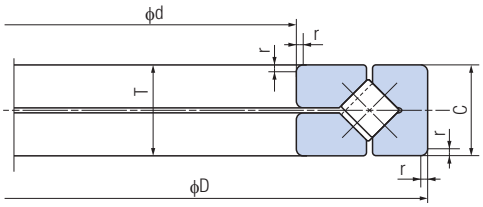
Серия XRN



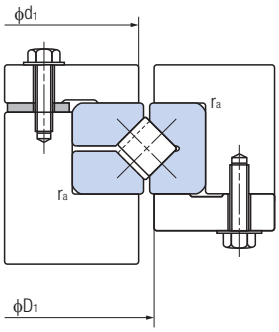
Серия XRG



Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X", Серия XRN

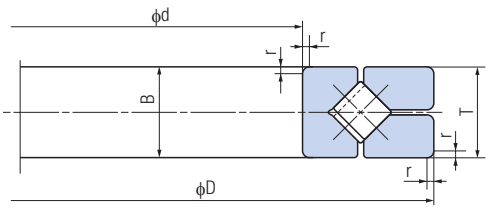


№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Нормативная динамическая грузоподъемность Ca (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Coa (кН)
	d	D	T	C	r		
150XRN23	**150**	230	30	30	1,5	105	335
200XRN28	**200**	280	30	30	1,5	144	520
250XRN33	**250**	330	30	30	1	164	650
250XRN35	**250**	350	40	40	3	170	680
300XRN40	**300**	400	38	38	3	268	985
310XRN42	**310**	420	40	40	2,5	260	1070
0330XRN045	**330.2**	457,2	63,5	63,5	3,3	400	1540
350XRN47	**350**	470	50	50	3	284	1230
375XRN49	**375**	490	45	45	2,5	290	1280
400XRN55	**400**	550	60	60	3,5	365	1900
0457XRN060	**457.2**	609,6	63,5	63,5	3,3	370	1670
580XRN76	**580**	760	80	80	6,4	830	3800
0685XRN091	**685.8**	914,4	79,375	79,375	3,3	1090	5000
950XRN117	**950**	1170	85	85	3	1440	7400

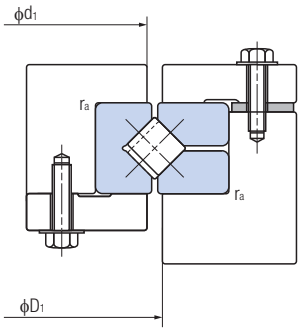


Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)			Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	d_1 (Мин)	D_1 (макс)	r_a (макс)		
600	1200	182	197	1	5,11	**150XRN23**
480	950	235	249	1	6,43	**200XRN28**
400	800	285	298	1	7,77	**250XRN33**
400	800	302	312	1,5	13,6	**250XRN35**
330	650	345	369	2,5	14,8	**300XRN40**
320	630	358	380	2	18,1	**310XRN42**
290	580	380	409	2	35,4	**0330XRN045**
280	560	410	424	1,5	27,7	**350XRN47**
260	530	430	445	1,5	25,5	**375XRN49**
250	500	475	492	1,5	48,8	**400XRN55**
220	440	535	554	2	57,1	**0457XRN060**
170	340	667	691	4	108	**580XRN76**
140	280	807	834	2	161	**0685XRN091**
100	200	1050	1084	2,5	218	**950XRN117**

Конические роликовые подшипники, сдвоенные по схеме "X", Серия XRG



№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Нормативная динамическая грузоподъемность Ca (кН)	Нормативная статическая грузоподъемность Coa (кН)
	d	D	T	B	r		
130XRG23	**130**	230	30	30	1,5	105	335
140XRGV20	**140**	200	25	25	1,5	89	299
150XRG23	**150**	230	30	30	1,5	105	335
200XRGV028	**200**	285	30	30	1	170	655
320XRG43	**320**	430	40	40	2,5	260	1070
480XRGV66	**480**	660	50	49,5	4	405	2110



Предельная скорость вращения (об/мин)		Угловой радиус (мм)			Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	d_1 (Мин)	D_1 (макс)	r_a (макс)		
650	1250	182	197	1	5,97	**130XRG23**
680	1350	162	176	1	2,86	**140XRGV20**
600	1200	182	197	1	5,11	**150XRG23**
480	950	235	249	1	7,13	**200XRGV028**
300	600	358	382	2	18,9	**320XRG43**
200	400	550	572	3	61,0	**480XRGV66**

Опорные подшипники для шариковинтовых пар

Серия TAB/TAF

Серия TAB Опорные подшипники для шариковинтовых пар используются в прецизионных станках высокой точности и высокой скорости, прецизионных измерительных приборах, роботах и другом оборудовании с встроенным прецизионным приводом.

Расшифровка номеров подшипников

30 TAB 06 DB -2LR /GM P4

Код класса допуска
P4 : JIS Класс 4 (стандартный)

Преднатяг и другие коды классов
/GM : Средний преднатяг (стандарт)

Код уплотнения
(Нет кода) : Открытый
-2LR : С двумя контактными уплотнениями
-2NK : С двумя неконтактными уплотнениями

Монтажный код
U : Универсального исполнения (одинарный)
DU : Универсального исполнения (спаренный)
DB : Спина к спине
DF : Торец к торцу

Значение наружного диаметра
Наружный диаметр, деленный на 10

Тип подшипника

Диаметр отверстия (мм)

Особенности

- Резиновый сепаратор и большее количество шариков, по сравнению с предыдущими подшипниками, обеспечивают более высокую жесткость.
- Скомбинированные подшипники имеют заранее определенный преднатяг, что устраняет необходимость в трудоемкой регулировке при монтаже с помощью клиньев и измерения крутящего момента.
- Компактный подшипник с углом контакта 60° и способностью воспринимать радиальные и осевые нагрузки.
- Можно выбрать компактное или неконтактное уплотнение, в зависимости от конкретных задач.

Угол контакта

Угол контакта 60°.

Сепаратор

В стандартную комплектацию входит сепаратор из полиамида.

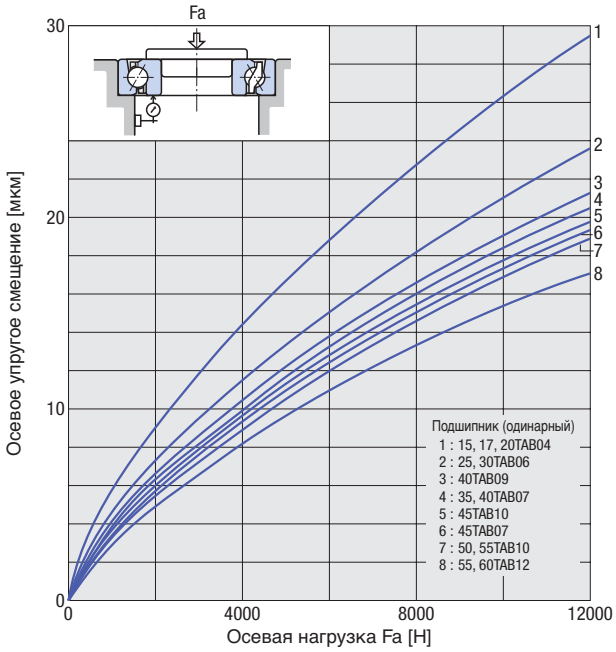
Точность

JIS Класс 4 (стандартная комплектация). Подробнее см. на стр. 10.

Преднатяг

Средний преднатяг (стандарт) Подробнее см. на стр. 20.

Осевая нагрузка и осевое смещение



Серия TAF

Хотя в прошлом гидравлические приводы широко использовались в устройствах с высокой нагрузкой привода, таких как оборудование для литьевой формовки, сегодня в этой области все более широко используются электрические приводы (шариковинтовые передачи). В серию TAF входят специальные подшипники, предназначенные для поддержки шариковинтовых пар в приводах с высокой нагрузкой.

Расшифровка номеров подшипников

25 TAF 06 DF /GM P5

- **Диаметр отверстия (мм)** — 25
- **Тип подшипника** — TAF
- **Значение наружного диаметра** — 06
  Внешний диаметр, деленный на 10 (с некоторыми исключениями)
- **Монтажный код** — DF
  DB : Спина к спине
  DF : Торец к торцу
  DT : Тандем
- **Преднатяг и другие коды классов** — /GM
  /GM : Средний преднатяг (стандарт)
- **Код класса допуска** — P5
  P5 : JIS Класс 5 (стандартный)

Особенности

- Большой диаметра шара и большой угол контакта обеспечивают высокую осевую грузоподъемность, необходимую для высоких нагрузок шариковинтовых пар, используемых в оборудовании для литья под давлением.
- Цельный литой сепаратор, сочетающий в себе большую точность, силу и способность выдерживать повторяющиеся высокоскоростные переключения между прямым и обратным ходом.

Угол контакта

Угол контакта 50° при номинальном размере отверстия 80 мм и 55° при номинальном размере 100 мм или более.

Точность

JIS Класс 5 (стандартная комплектация). Подробнее см. на стр. 11.

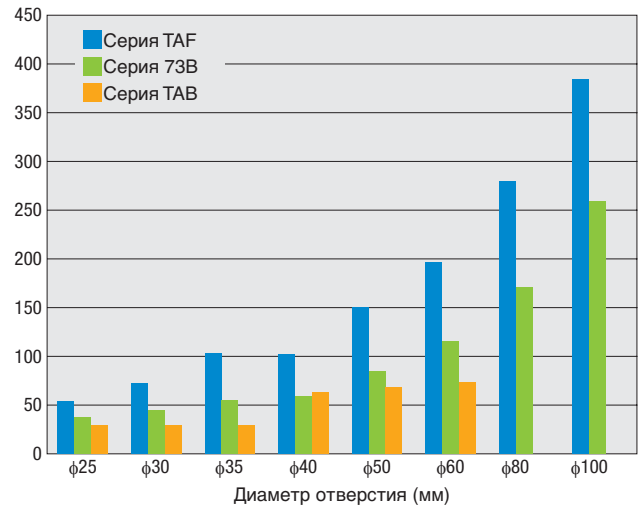
Преднатяг

Средний преднатяг (стандарт) Подробнее см. на стр. 20.

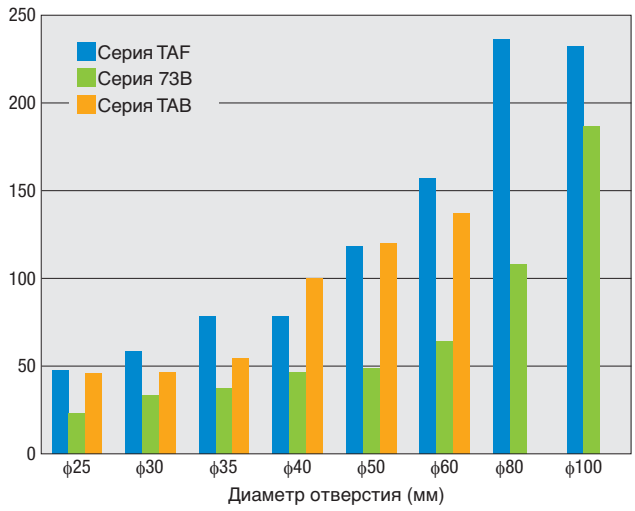
Сепаратор

В стандартную комплектацию входит сепаратор из полиамида. Некоторые размеры поставляются с сепаратором из бронзы.

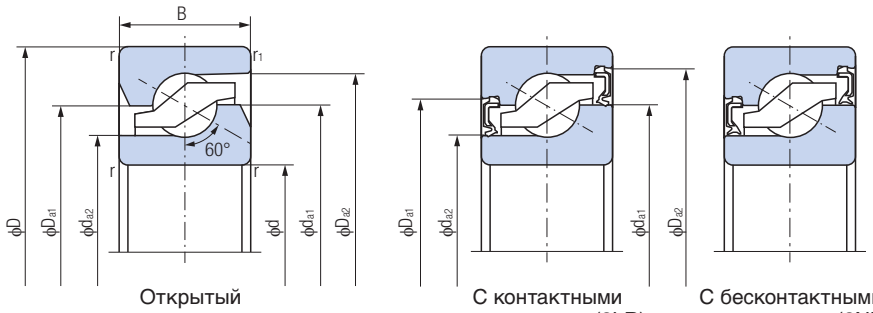
Сравнение нормативной динамической осевой грузоподъемности



Сравнение предельных осевых нагрузок



Опорные подшипники для шариковинтовых пар, Серия TAB



Открытый | С контактными уплотнениями (2LR) | С бесконтактными уплотнениями (2NK)

№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Нормативная динамическая грузоподъемность (2) Ca (кН)	Предельная осевая нагрузка (3) (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)		
15TAB04	15	47	15	1(1)	0,6	25,9	32,0
15TAB04-2NK	15	47	15	1(1)	0,6	25,9	32,0
15TAB04-2LR	15	47	15	1(1)	0,6	25,9	32,0
17TAB04	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
17TAB04-2NK	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
17TAB04-2LR	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04-2NK	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04-2LR	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
25TAB06	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
25TAB06-2NK	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
25TAB06-2LR	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06-2NK	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06-2LR	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
35TAB07	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
35TAB07-2NK	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
35TAB07-2LR	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07-2NK	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07-2LR	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB09	40	90	20	1	0,6	65,0	101
40TAB09-2NK	40	90	20	1	0,6	65,0	101
40TAB09-2LR	40	90	20	1	0,6	65,0	101
45TAB07	45	75	15	1	0,6	33,5	59,5
45TAB10	45	100	20	1	0,6	68,0	113
50TAB10	50	100	20	1	0,6	69,5	119
55TAB10	55	100	20	1	0,6	69,5	119
55TAB12	55	120	20	1	0,6	73,0	137
60TAB12	60	120	20	1	0,6	73,0	137

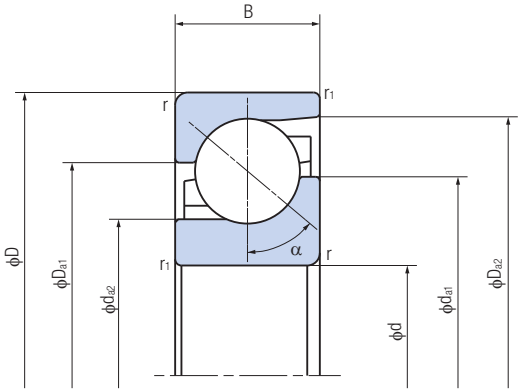
Примечание (1) Минимальное значение r для внутреннего отверстия равно 0,6.
(2) Когда речь идет об осевых нагрузках при двухрядной или трехрядной компоновке, значения в таблице нужно умножить на 1,62 и 2,16, соответственно.
(3) Когда речь идет об осевых нагрузках при двухрядной или трехрядной компоновке, значения в таблице нужно умножить на 2 и 3, соответственно.
(4) Предельная скорость вращения для среднего преднатяга (код преднатяга GM).

Эквивалентная динамическая осевая нагрузка Pa=X Fr+Y Fa

Кол-во подшипников в комплекте		2		3			4			
Количество рядов, получающих осевую нагрузку		1-рядные	2-рядные	1-рядные	2-рядные	3-рядные	1-рядные	2-рядные	3-рядные	4-рядные
Fa/Fr ≤ 2,17	X	1,90	—	1,43	2,33	—	1,17	2,33	2,53	—
	Y	0,54	—	0,77	0,35	—	0,89	0,35	0,26	—
Fa/Fr > 2,17	X	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Предельная скорость вращения (4) (об/мин)		Справочные размеры (мм)				Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
Консистентная смазка	Жидкостная смазка	da_1	da_2	Da_1	Da_2		
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,14	**15TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,14	**15TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,14	**15TAB04-2LR**
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,13	**17TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,13	**17TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,13	**17TAB04-2LR**
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,12	**20TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,12	**20TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,12	**20TAB04-2LR**
4650	6000	46,2	39,7	46	53,4	0,24	**25TAB06**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,24	**25TAB06-2NK**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,24	**25TAB06-2LR**
4650	6000	46,2	39,7	46	53,4	0,21	**30TAB06**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,21	**30TAB06-2NK**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,21	**30TAB06-2LR**
3750	5000	56,2	49,7	56	63,4	0,29	**35TAB07**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,29	**35TAB07-2NK**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,29	**35TAB07-2LR**
3750	5000	56,2	49,7	56	63,4	0,26	**40TAB07**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,26	**40TAB07-2NK**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,26	**40TAB07-2LR**
3150	4000	67,2	57,2	67	78,4	0,62	**40TAB09**
3150	—	67,2	57,2	68,5	79,9	0,62	**40TAB09-2NK**
3150	—	67,2	57,2	68,5	79,9	0,62	**40TAB09-2LR**
3400	4500	61,7	55,2	61,5	68,9	0,25	**45TAB07**
2850	3500	74,2	64,2	74	85,4	0,79	**45TAB10**
2700	3500	78,2	68,2	78	89,4	0,72	**50TAB10**
2700	3500	78,2	68,2	78	89,4	0,95	**55TAB10**
2300	3000	92,2	82,2	92	103,4	1,15	**55TAB12**
2300	3000	92,2	82,2	92	103,4	1,08	**60TAB12**

Опорные подшипники для шариковинтовых пар, Серия TAF



№ подшипника	Габаритные размеры (мм)					Угол контакта α (°)	Нормативная динамическая грузоподъемность (1) Ca (кН)	Предельная осевая нагрузка (2) (кН)
	d	D	B	r (Мин)	r1 (Мин)			
25TAF06	25	62	17	1,1	0,6	50	56,0	47,5
30TAF07	30	72	19	1,1	0,6	50	74,0	58,0
35TAF09	35	90	23	1,5	1	50	103	77,0
40TAF09	40	90	23	1,5	1	50	103	77,0
40TAF11	40	110	27	2	1	50	152	118
45TAF11	45	110	27	2	1	50	152	118
50TAF11	50	110	27	2	1	50	152	118
60TAF13	60	130	31	2,1	1,1	50	196	157
60TAF17	60	170	39	2,1	1,1	50	279	238
80TAF17	80	170	39	2,1	1,1	50	279	238
100TAF21	100	215	47	3	1,1	55	385	234
120TAF03	120	260	55	3	1,1	55	445	380

Примечание (1) Когда речь идет об осевых нагрузках при двухрядной или трехрядной компоновке, значения в таблице нужно умножить на 1,62 и 2,16, соответственно.
(2) Когда речь идет об осевых нагрузках при двухрядной или трехрядной компоновке, значения в таблице нужно умножить на 2 и 3, соответственно.
(3) Рекомендуется использование при допустимой осевой нагрузке 80% или менее.
(4) Предельная скорость вращения для среднего преднатяга (код преднатяга GM).

Эквивалентная динамическая осевая нагрузка Pa=X Fr+Y Fa

Угол контакта 50°

Кол-во подшипников в комплекте		2	
Количество рядов, получающих осевую нагрузку		1-рядные	2-рядные
Fa/Fr ≤ 1,49	X	1,37	—
	Y	0,57	—
Fa/Fr > 1,49	X	0,73	0,73
	Y	1	1

Угол контакта 55°

Кол-во подшипников в комплекте		2	
Количество рядов, получающих осевую нагрузку		1-рядные	2-рядные
Fa/Fr ≤ 1,79	X	1,60	—
	Y	0,56	—
Fa/Fr > 1,79	X	0,81	0,81
	Y	1	1

Предельная скорость вращения (4) (об/мин) Консистентная смазка	Справочные размеры (мм)				Масса (кг) (Для справки)	№ подшипника
	da_1	da_2	Da_1	Da_2		
4500	42,9	32,7	44,9	56,6	0,237	**25TAF06**
3800	49,8	38,6	53	65,9	0,357	**30TAF07**
3000	63,2	49,7	67,7	82,3	0,709	**35TAF09**
3000	63,2	49,7	67,7	82,3	0,655	**40TAF09**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,28	**40TAF11**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,21	**45TAF11**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,13	**50TAF11**
2100	92,4	72,9	98,9	119,7	1,79	**60TAF13**
1500	121,1	97,2	130,3	155,8	4,48	**60TAF17**
1500	121,1	97,2	130,3	155,8	3,80	**80TAF17**
1200	152,3	123,4	164,1	194,7	7,41	**100TAF21**
1000	186,2	151,1	193,8	228,4	14,8	**120TAF03**

NACHI-FUJIKOSHI CORP.

URL:http://www.nachi-fujikoshi.co.jp
E-mail:webmaster@nachi-fujikoshi.co.jp

Tokyo Head Office : Shiodome Sumitomo Bldg. 17F 1-9-2 Higashi-shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0021, JAPAN
Tel: +81-(0)3-5568-5111 Fax: +81-(0)3-5568-5206

Toyama Head Office : 1-1-1 Fujikoshi-Honmachi, Toyama 930-8511, JAPAN Tel: +81-(0)76-423-5111 Fax: +81-(0)76-493-5211

Overseas Companies

AMERICA

Sales

● NACHI AMERICA INC. HEADQUARTERS
715 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-530-1002 Fax: +1-317-530-1012
URL: http://www.nachiamerica.com/

WEST COAST BRANCH
12652 E. Alondra Blvd. Cerritos, California, 90703, U.S.A.
Tel: +1-562-802-0055 Fax: +1-562-802-2455

MIAMI BRANCH - LATIN AMERICA DIV.
2315 N.W. 107th Ave., Doral, Florida, 33172, U.S.A.
Tel: +1-305-591-0054/0059/2604
Fax: +1-305-591-3110

● NACHI ROBOTIC SYSTEMS INC.
42775 Nine Mile Novi, Michigan, 48375, U.S.A.
Tel: +1-248-305-6545 Fax: +1-248-305-6542
URL: http://www.nachirobotics.com/

● NACHI CANADA INC.
89 Courtland Ave., Unit 2, Concord, Ontario, L4K 3T4, CANADA
Tel: +1-905-660-0088 Fax: +1-905-660-1146
URL:http://www.nachicanada.com/

● NACHI MEXICANA, S.A. DE C.V.
Urbina No. 54, Parque Industrial Naucalpan, Naucalpan de Juarez, Estado de Mexico, C.P. 53370, MEXICO
Tel: +52-55-3604-0832 / 0842 / 0881
Fax: +52-55-3604-0882

NACHI MEXICANA ENGINEERING CENTER
1171A, Calle Julio Diaz Torre,Frace. Ciudad Industrial, Aguascalientes, C.P. 20290, MEXICO
Tel: +52-449-971-1689 Fax: +52-449-971-1689

Manufacturing

● NACHI TECHNOLOGY INC.
713 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-535-5000 Fax: +1-317-535-8484
URL: http://nachitech.com/

● NACHI TOOL AMERICA INC.
717 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-535-0320 Fax: +1-317-535-0983

● NACHI BRASIL LTDA.
Avenida João XXIII, No.2330, Jardim São Pedro, Mogi das Cruzes, S.P., BRASIL, CEP 08830-000
Tel: +55-11-4793-8800 Fax: +55-11-4793-8870
URL: http://www.nachi.com.br/

SAO PAULO BRANCH
Av. Paulista, 453, Primeiro Andar, Conj.11, 12, 12 e 14, Cerqueira Cesar, Sao Paulo - SP, CEP: 01311-000, BRASIL
Tel: +55-11-3284-9844 Fax: +55-11-3284-1751

EUROPE

Sales

● NACHI EUROPE GmbH
Bischofstrasse 99, 47809, Krefeld, GERMANY
Tel: +49-(0)2151-65046-0
Fax: +49-(0)2151-65046-90
URL: http://www.nachi.de/

SOUTH GERMANY OFFICE
Pleidelsheimer Strasse47, 74321, Bietigheim-Bissingen
Tel: +49-(0)7142-77418-0
Fax: +49-(0)7142-77418-20

SPAIN BRANCH
P.I. EL MONTALVO III C/Segunda, 6. Portal 1-2ª, Oficina 5 37188-Carbajosa de La Sagrada Salamanca- España
Tel: +34-(0)923-197-837
Fax: +34-(0)923-197-758

CZECH BRANCH
Sezemicka 2757/2, Praha 9 193 00, Horni Pocernice VGP Park - Building A1, CZECH
Tel: +420-255-734-000 Fax: +420-255-734-001

U.K. BRANCH
Unit 3, 92, Kettles Wood Drive Woodgate Business Park, BIRMINGHAM B32 3DB, U.K.
Tel: +44-(0)121-423-5000
Fax: +44-(0)121-421-7520

TURKEY BRANCH
Karaman Ciftligi Mevkii, Agaoglu My Prestige, K;13, D;110, 34746, Atasehir, Istanbul, TURKEY
Tel: +90-(0)216-688-4457 Fax: +90-(0)216-688-4458

Manufacturing

● NACHI CZECH s.r.o
Prumyslova 2732, 440 01 Louny, CZECH
Tel: +420-415-930-930 Fax: +420-415-930-940

ASIA and OCEANIA

Sales

● NACHI SINGAPORE PTE. LTD.
No.2 Joo Koon Way, Jurong Town, Singapore 628943, SINGAPORE
Tel: +65-65587393 Fax: +65-65587371

VIETNAM REPRESENTATIVE OFFICE, HO CHI MINH
4Fl., Yoco Bld., 41 Nguyen Thi Minh Khai St., Dist.1, Ho Chi Minh, VIETNAM
Tel: +84-8-3822-3919 Fax: +84-8-3822-3918

VIETNAM REPRESENTATIVE OFFICE, HANOI
5B Fl., Noza Bld., 243 Cau Giay St., Cau Giay Dist., Hanoi, VIETNAM
Tel: +84-4-3767-8605 Fax: +84-4-3767-8604

● FUJIKOSHI-NACHI (MALAYSIA) SDN. BHD.
No.17, Jalan USJ 21/3, 47630 UEP Subang Jaya, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA
Tel: +60-(0)3-80247900 Fax: +60-(0)3-80235884

● PT.NACHI INDONESIA
TEMPO PAVILION I, 7FL JL. HR Rasuna Said Kav. 10-11 Setiabudi Jakarta Selatan DKI Jakarta -12950, INDONESIA
Tel: +62-021-527-2841 Fax: +62-021-527-3029

● NACHI KG TECHNOLOGY INDIA PVT. GURGAON HEAD OFFICE
Unit No.207, Sewa Corporate Park, MG Road, Iffco Chowk, Gurgaon-122001, INDIA
Tel: +91-124-450-2900 Fax: +91-124-450-2910

BANGALORE OFFICE
F-11 Asha Chamber, No2, Venkata Swami Raju Road, Kumara Park West, Bangaore-560020, INDIA

● 那智不二越（上海）贸易有限公司
NACHI (SHANGHAI) CO.,LTD.
11F Royal Wealth Center, No.7 Lane 98 Danba Road, Putuo District, Shanghai, 200062, CHINA
Tel: +86-(0)21-6915-2200
Fax: +86-(0)21-6915-5427

重庆分公司
CHONGQING BRANCH
Room 17-18/17-19, Tower C, Hongding Guoji Mingyuan, Jiangbei District, Chongqing 400020, CHINA
Tel: +86-(0)23-8816-1967
Fax: +86-(0)23-8816-1968

沈阳分公司
SHENYANG BRANCH
Room 304, No.1 Yuebin Street, Shenhe District, Shenyang 110000, CHINA
Tel: +86-(0)24-3120-2252
Fax: +86-(0)24-2250-5316

北京分公司
BEIJING BRANCH
Room 1110, Kuntai International Mansion, Building O, Yi No.12 Chao Wai Street, Chao yang District, Beijing 100020, CHINA
Tel: +86-(0)10-5879-0181
Fax: +86-(0)10-5879-0182

● NACHI-FUJIKOSHI CORP. TAIPEI REPRESENTATIVE OFFICE
No.109, Kao Young North Rd, Lung-Tan Hsin, Tao-Yuan Hsien, TAIWAN
Tel: +886-(0)3-411-7776
Fax: +886-(0)3-471-8402

● NACHI-FUJIKOSHI CORP. KOREA REPRESENTATIVE OFFICE
3F A-Youn Digital Tower 314-37, Seongsu-dong 2-ga, Seongdong-gu, Seoul 133-120, KOREA
Tel: +82-(0)2-469-2254 Fax: +82-(0)2-469-2264

● NACHI (AUSTRALIA) PTY. LTD.
Unit 1, 23-29 South Street, Rydalmere, N.S.W, 2116, AUSTRALIA
Tel: +61-(0)2-9898-1511 Fax: +61-(0)2-9898-1678
URL: http://www.nachi.com.au/

Manufacturing

● NACHI TECHNOLOGY (THAILAND) CO., LTD.
5/5 M, 2, Rojana Industrial Estate Nongbua, Ban Khai, Rayong, 21120, THAILAND
Tel: +66-38-961-682 Fax: +66-38-961-683

BANGKOK SALES OFFICE
Unit 23/109(A), Fl.24th Sorachai Bldg., 23 Sukhumvit 63 Road(Ekamai), Klongtonnua, Wattana, Bangkok 10110, THAILAND
Tel: +66-2-714-0008 Fax: +66-2-714-0740

● NACHI INDUSTRIES PTE. LTD.
No.2 Joo Koon Way, Jurong Town, Singapore 628943, SINGAPORE
Tel: +65-68613944 Fax: +65-68611153
URL: http://www.nachinip.com.sg/

● NACHI PILIPINAS INDUSTRIES, INC.
1st Avenue, Manalac Compound, Sta. Maria Industrial Estate, Bagumbayan, Taguig, Metro Manila, PHILIPPINES
Tel: +63-(0)2-838-3620 Fax: +63-(0)2-838-3623

● NACHI KG TECHNOLOGY INDIA PVT. NEEMRANA PLANT
Plot No. SP2-86, RIICO Industrial Area, Neemrana 301705, Distt. Alwar, Rajasthan, INDIA

● NACHI MOTHERSON PRECISION LTD.
179,Sector4,IMT Manesar,District Gurgaon-122050, Haryana, INDIA
Tel: +91-124-4936-000 Fax: +91-124-4936-022

● NACHI MOTHERSON TOOL TECHNOLOGY LTD.
D-59-60, Sector-6, Noida-201301, Distt. Gautam Budh Nagar, U.P. INDIA
Tel: +91-120-425-8372 Fax: +91-120-425-8374

● 那智不二越（江苏）精密机械有限公司
NACHI (JIANGSU) INDUSTRIES CO., LTD.
39 Nanyuan Road, Economic and Technological Development Zone (south), Zhangjiagang, Jiangsu, 215618, CHINA
Tel: +86-(0)512-3500-7616
Fax: +86-(0)512-3500-7615

● 东莞建越精密轴承有限公司
DONGGUAN NACHI C.Y. CORPORATION
Dangyong Village, Hongmei Town Dongguan City, Guangdong, CHINA
Tel: +86-(0)769-8843-1300
Fax: +86-(0)769-8843-1330

● 上海不二越精密轴承有限公司
SHANGHAI NACHI BEARINGS CO.,LTD.
Yitong Industry Zone 258, Fengmao Rd. Malu Town, Jiading, Shanghai 201801, CHINA
Tel: +86-(0)21-6915-6200 Fax: +86-(0)21-6915-6202

● 建越工業股份有限公司
NACHI C.Y. CORP.
No.109, Kao Young North Rd, Lung-Tan Hsin, Tao-Yuan Hsien, TAIWAN
Tel: +886-(0)3-471-7651 Fax: +886-(0)3-471-8402

NACHI

Внешний вид и технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления, если это необходимо для повышения эффективности.
Для обеспечения точности информации в данном каталоге были приложены все усилия, тем не менее, в случае каких-либо ошибок или пропусков ответственность за них не принимается.

CATALOG NO.	B1031R

2013.12.X-ABE-ABE