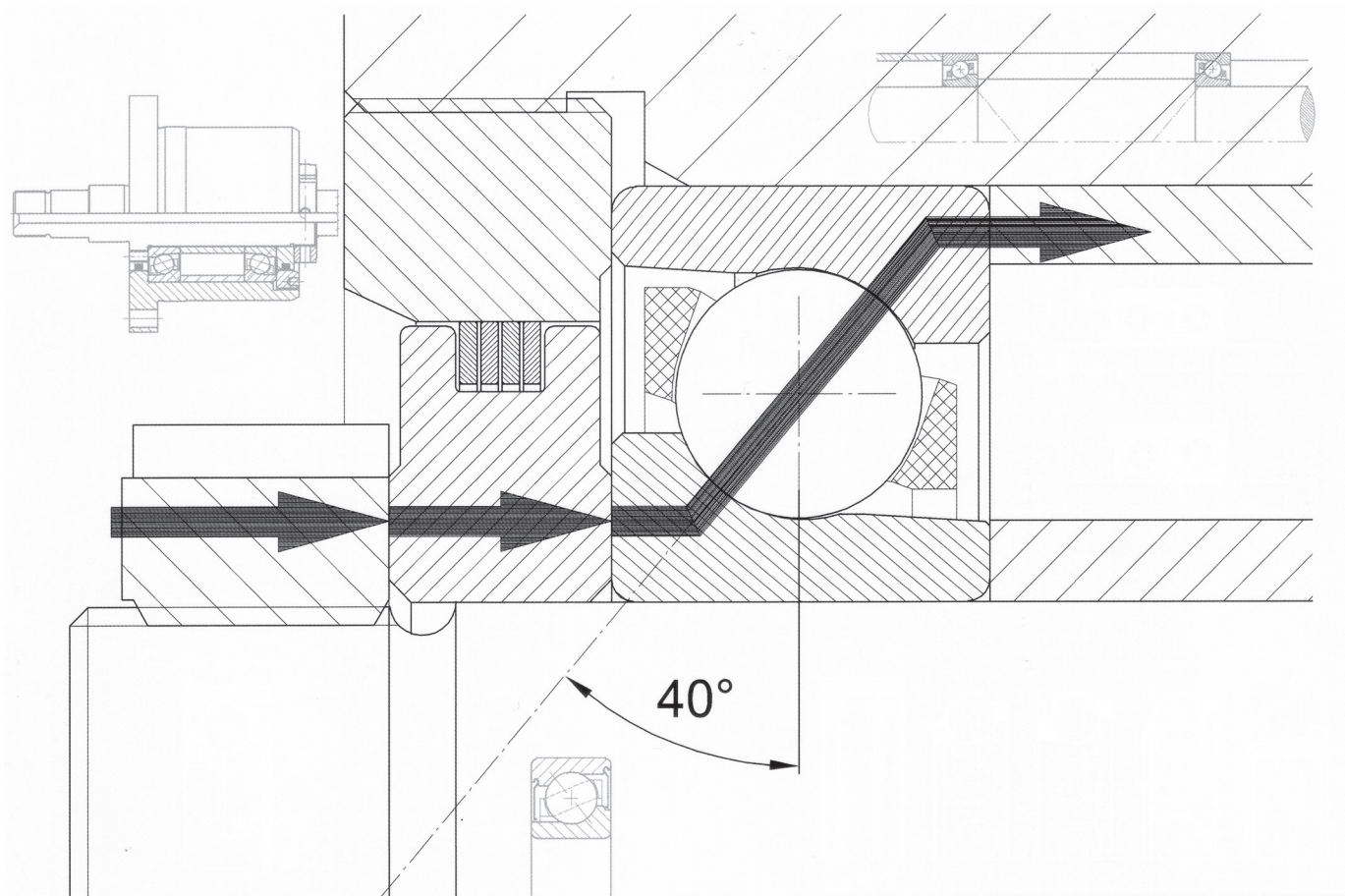
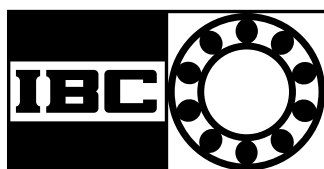


IBC



Радиально-упорные шарикоподшипники 40°

TI-I-4044.0 / R



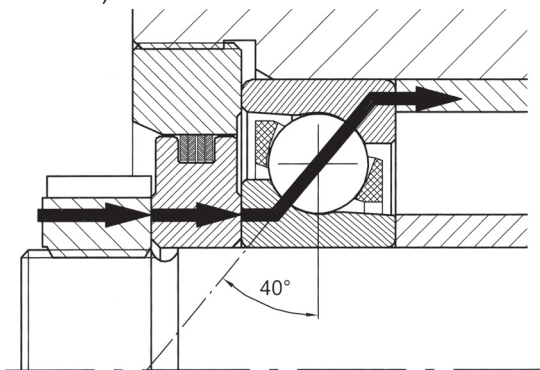
Введение, типовые размеры, материал

Однорядные радиально-упорные подшипники шарикоподшипники серии ВЕ с углом контакта 40°

Чтобы удовлетворять различным техническим областям применения и условиям эксплуатации, необходимы прецизионные решения. Только обширный ассортимент радиально-упорных шарикоподшипников будет способствовать удовлетворению множества требований, таких как высокая частота вращения и несущая способность, высокая точность хода, жесткость, а также комбинированная радиальная и осевая нагрузка при малом выделении тепла.

Однорядные 40°-радиально-упорные подшипники наряду с радиальными усилиями воспринимают также осевые нагрузки только в одном направлении.

(> Рис. 44-101)



Силовой поток в 40°-радиально-упорном шарикоподшипнике 44-101

Также внешние чисто радиальные нагрузки вызывают возникновение в подшипнике осевых усилий, которые должны быть компенсированы другим подшипником. Для этого обычно друг против друга устанавливаются два радиально-упорных шарикоподшипника.

Типичной областью применения с комбинированной радиальной и осевой нагрузкой являются среди прочего редукторы, редукторные двигатели, нагнетатели, компрессоры, винтовые компрессоры, вентиляторы, насосы, текстильные, печатные машины и подъемно-транспортное оборудование, в которых должен достигаться узел направления вала без зазора.

IBC радиально-упорные подшипники характеризуются тихим ходом, малым трением, высокой частотой вращения, долгим сроком службы. Как раз применение в насосах или в компрессорах вызывают в радиально-упорных шарикоподшипниках комбинированные нагрузки при высокой частоте вращения в неблагоприятных условиях смазки и зачастую при сильных загрязнениях.

IBC 40°-радиально-упорные подшипники исполнения ВЕ, с соответственно высоким и низким буртиком колец подшипников, являются неразъемными. Благодаря более крупным шарикам могла быть повышена несущая способность по сравнению с первоначальным исполнением В.

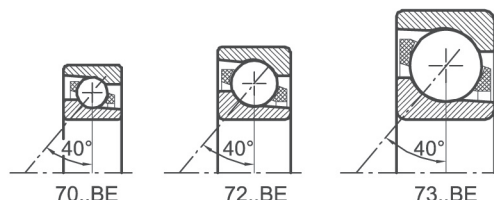
С величиной угла контакта увеличивается осевая несущая способность радиально-упорных шарикоподшипников. Угол контакта представляет собой угол, который включает в себя соединительную линию обеих точек контакта шарика и дорожек качения с радиальной плоскостью и при котором нагрузка передается с одной дорожки качения на другую.

Размеры

Основные размеры однорядных IBC радиально-упорных подшипников соответствуют DIN 616, ISO 15 и DIN 628, часть 1.

Типовые ряды

IBC радиально-упорные подшипники предоставлены во множестве исполнений. 70BE, 72BE, 73BE (>Рис. 44-102) Другие варианты, например, с измененными значениями предварительного натяга и зазора в подшипнике могут быть поставлены по запросу.



Сравнение сечений 40°-радиально-упорных подшипников

44-102

Материал подшипников

Кольца подшипников и тела качения изготавливаются из подшипниковой стали 100Cr6 (1.3505) в соответствии с SAE52100 и SUJ2.

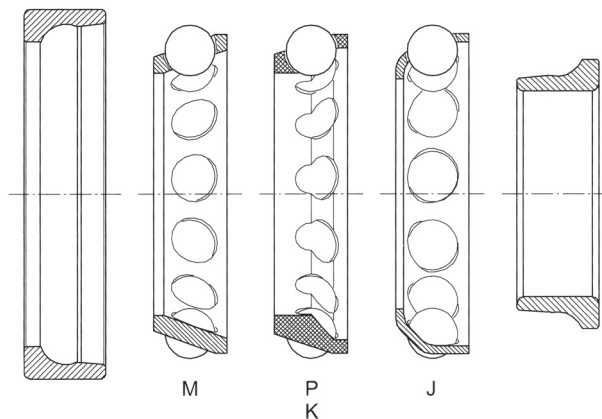
Термообработка

Кольца подшипников стандартно имеют стабильные размеры до эксплуатационной температуры 130°C. Кроме этого, для более высоких температур по запросу возможно проведение термообработки при более высоких параметрах.

Сепараторы

В зависимости от исполнения и размера подшипника могут поставляться различные исполнения сепараторов:

- P** Массивные сепараторы с окнами из нелистового полиамида PA6.6, усиленные стекловолокном, применяемые до 120°C
- M** Сепаратор из нелистовой латуни
- J** Стальной сепаратор
- K** PEEK-сепаратор, усиленный стекловолокном, применяемый до 200°C, при высокой частоте вращения до макс. 150°C



Исполнения сепараторов

44-103

Исполнения

Указания:

Синтетические масла и консистентные смазки, а также содержащиеся в них присадки могут привести к снижению срока службы сепараторов из полиамида.

При температурах более 120°C следует применять стальные сепараторы, PEEK-сепараторы или сепараторы из нелистовой латуни.

При применении в аммиачной среде, например, в холодильных машинах, не следует использовать подшипники с сепараторами из нелистовой латуни.

Исполнения с уплотнением

В распоряжении имеются также некоторые типы с двухсторонним уплотнением.

Герметичные IBC радиально-упорные подшипники стандартно поставляются с зарекомендовавшей себя литиевой пластинчатой смазкой с минеральным загущаемым маслом. Специальные консистентные смазки обозначаются при помощи концевых добавочных знаков. Одностороннее и двухстороннее уплотнение может осуществляться при помощи защитных и уплотнительных дисков.

Стандартные уплотнительные диски (2RSZ) из синтетического каучука (NBR) со стальным армированием могут применяться в диапазоне температур от -10°C до +120°C. Уплотнительные диски с фторкаучуком (витон) могут поставляться по запросу.

Открытые подшипники с консистентной смазкой

Также и открытые подшипники могут поставляться с заводской консистентной смазкой. Консистентные смазки обозначаются при помощи концевых добавочных знаков.

Гибридные подшипники

Подшипники с керамическими шариками из нитрида кремния Si_3N_4 применяются также для электроизоляции. Благодаря малому удельному весу керамических шариков и связанными с этим малыми центробежными силами, возможно увеличение частоты вращения на 35% по сравнению с подшипниками со стальными шариками. При этом сохраняется динамический коэффициент работоспособности, статический - уменьшается на 70%.

Подшипники качения с покрытием (передний добавочный знак AC)

Покрытие ATCoat благодаря тонкому слою хрома с хорошим сцеплением обеспечивает прекрасную защиту подшипников от износа и коррозии, а также позволяет использовать их при высокой частоте вращения при малых рабочих температурах. Благодаря особой топографии поверхности существенно улучшаются аварийные антизадириные способности подшипников качения. Таким образом, IBC радиально-упорные подшипники с покрытием ATCoat используются часто при неблагоприятных условиях смазки. Неблагоприятные условия смазки возникают среди прочего,

- если в определенных окружающих условиях не может осуществляться их смазка,
- если смазка может осуществляться только при помощи жидкотекучих материалов, которые не образуют разделительной смазочной пленки,
- если встречается очень низкая частота вращения, когда не может образовываться упругогидродинамическая смазочная пленка,
- если осуществляются колебательные движения, то есть, качание или поворот, без полного оборота, причем в точках изменения направления не может поддерживаться разделительная смазочная пленка
- если в разгруженных подшипниках возникает скольжение

- если смазывание осуществляется скользящим набором шариков из-за резкого ускорения или торможения вследствие инерции масс и недостаточного предварительного натяга.

Эти подшипники с тонкослойным покрытием твердого хрома ATCoat представляют альтернативу подшипникам из нержавеющей стали. Защитный слой в соединении с керамическими шариками показывает в экстремальных условиях в сравнении с другими очень хорошие свойства (передний добавочный знак ACC).

Исполнения

1) Отдельные подшипники

Отдельные подшипники применяются в опорах, где в каждом месте опоры используется только один подшипник. Они располагаются на определенном расстоянии. Регулировка предварительного натяга или зазора осуществляется с определенным моментом затяжки при помощи затяжной гайки или фланца. В таких опорах однорядные радиально-упорные подшипники следует отрегулировать относительно друг друга, пока не будет достигнут необходимый предварительный натяг или желаемый зазор. Большое значение для функционирования опоры имеет правильная установка обоих отдельных подшипников. Если это не так, то может произойти уменьшение срока службы из-за возникновения повышенных потерь от трения и связанных с этим высоких эксплуатационных температур. Также возможно, что возникнут шумы при вращении или появятся движения между шариками и дорожкой качения, и что не будет полностью использоваться несущая способность из-за высокого зазора отдельных подшипников.

2) Универсальные подшипники для монтажа в блоках

Они находят применение для монтажа в блоках в тех случаях, в которых недостаточна несущая способность одного подшипника (тандемная компоновка) или опора должна воспринимать осевые нагрузки в обоих направлениях (O- или X-компоновка). Универсальные подшипники для монтажа в блоках имеют определенный притертый выступ у боковых поверхностей прилегания внутреннего и наружного кольца. Это экономит установку шайб для согласования. (> Рис. 44-104 а) с положительным и б) с отрицательным зазором, то есть с предварительным натягом)

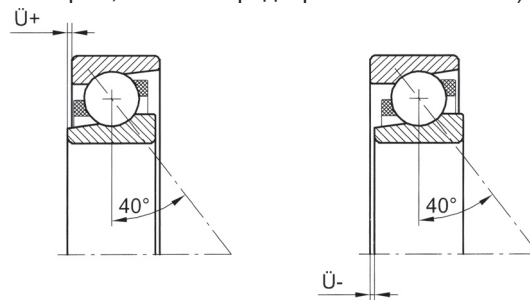


Рис. а

Рис. б

44-104

Классы зазора и предварительного натяга представлены в (>таблице на стр. 5) .

В последовательности букв А, В, О, L, М определенная область осевого зазора переходит в предварительный натяг.

Компоновки подшипников, зазор в подшипнике

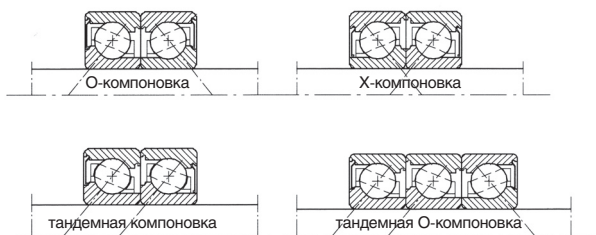
Представленные цифры действительны для несмонтированных блоков с двумя подшипниками без измерительной нагрузки.

Универсально отшлифованные подшипники имеют этот выступ в обе стороны и поэтому могут использоваться произвольно в О-, Х- или тандемной компоновке.

Компоновки

Восприятие осевых нагрузок в обоих направлениях позволяет осуществлять О- и Х-компоновку. Благодаря выходящим далеко наружу линиям контакта, О-компоновка лучше пригодна для восприятия опрокидывающих моментов, причем блоки подшипников в этой компоновке дают относительно жесткую опору. В противоположность к О-компоновке, при Х-компоновке линии контакта сходятся к разделительной линии подшипников. Х-компоновка в этом отношении является менее жесткой.

При преобладающей нагрузке в одном направлении, подшипники в этом направлении могут располагаться также в тандемной компоновке. При возможном изменении направления нагрузки была бы необходима контропора. (Смотри для этого раздел „Зазор и предварительный натяг в подшипнике“.)



Компоновки подшипников

44-105

Перекоос

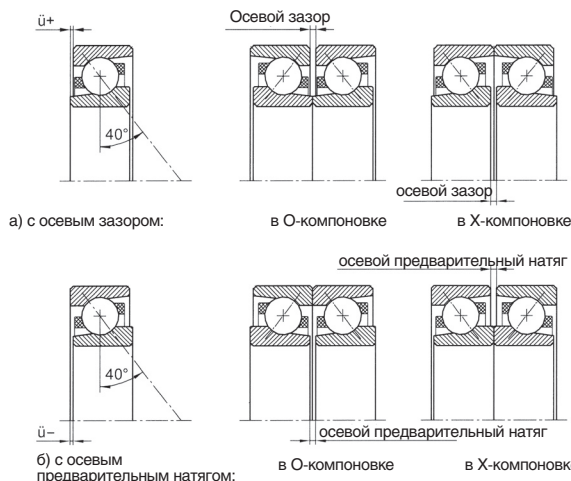
Следует избегать возникновения перекоосов. В зависимости от компоновки он составляет макс. 2 угловые минуты. Перекоосы приводят к определенному принудительному вращению, что повышает уровень шума и снижает срок службы. При этом Х-компоновка несколько менее чувствительна, чем О-компоновка.

Зазор и предварительный натяг в подшипнике

Идеально подшипники при работе с предусмотренной частотой вращения в определенной области применения имеют очень малый предварительный натяг для достижения равномерной обкатки подшипников качения. Безупречные условия обкатки имеются при соотношении нагрузки $F_a/F_r > 1$. Это обычно означает, что в холодном состоянии предусмотрен небольшой зазор, так как при эксплуатации внутренние кольца нагреваются сильнее, чем наружные, и, тем самым, требуют наличия зазора или увеличения предварительного натяга.

Далее посредством посадок для вала и корпуса также требуется зазор в подшипнике. При слишком большом рабочем зазоре несущая способность подшипников используется не полностью.

При односторонней нагрузке подшипников в О- или Х-компоновке только в одном направлении должно рассуждать следующим образом: в этом случае контропора не должна быть преимущественно разгружена, так как в разгруженном подшипнике могут возникнуть неблагоприятные условия качения шариков, что может иметь воздействие на шума при вращении, на смазочную пленку, нагрузку сепаратора и на срок службы. При этом должно быть выбрано решение без зазора или с легким предварительным натягом.



Блоки подшипников с осевым зазором и осевым предварительным натягом
44-200

Диаметр отверстия	Ряд	UA		UB		UO		UI		UM	
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
более	до	[µm]		[µm]		[µm]		[µm]		[µm]	
10	18	72	15 23	5 13	4 -4	-1 -6	-6 -12				
		73	17 25	7 15	5 -4	-2 -7	-7 -13				
18	30	70	15 23	5 13	3 -3	-2 -7	-7 -13				
		72	18 26	7 15	4 -4	-2 -7	-7 -13				
		73	20 28	9 17	5 -4	-3 -8	-8 -14				
30	50	70	18 26	7 15	3 -3	-2 -7	-7 -13				
		72	22 30	9 17	4 -4	-2 -7	-7 -13				
		73	24 34	11 23	5 -4	-3 -8	-8 -14				
50	80	72	26 38	11 23	5 -5	-2 -8	-8 -15				
		73	29 42	14 26	6 -5	-3 -9	-9 -16				
80	120	72	32 45	14 26	6 -6	-3 -9	-9 -16				
		73	34 50	17 29	7 -6	-4 -10	-10 -17				
120	180	72	35 48	17 29	6 -6	-3 -9	-9 -15				
		73	40 55	20 32	7 -6	-4 -10	-10 -17				
180	250	72	45 60	20 32	7 -7	-4 -10	-10 -17				
		73	50 65	25 37	8 -7	-5 -11	-11 -18				

Осевой зазор в подшипнике, предварительный натяг IBC радиально-упорных подшипников 40° (пары подшипников)

44-201

Посадки и условия вращения

Посадки и условия вращения

Так как посадки существенно влияют на зазор в подшипнике или на предварительный натяг, то должна учитываться следующая информация. Сначала необходимо установить, какие кольца подшипника должны воспринимать окружную нагрузку и какие точечную нагрузку. Для колец с окружной нагрузкой требуется жесткая посадка, так как кольца иначе могут перемещаться в окружном направлении. У колец с точечной нагрузкой это менее критично, отчего они как правило зажимаются менее жестко. При этом определенная точка окружности кольца всегда имеет нагрузку. Чем больше толчки и нагрузка, тем жестче посадка. Схема точечной и окружной нагрузки (> Рис. 40-300)

	<p>Внутреннее кольцо - Точечная нагрузка</p> <p>Внутреннее кольцо неподвижно Направление нагрузки неизменно</p>	<p>Наружное кольцо Окружная нагрузка</p> <p>Наружное кольцо вращается Направление нагрузки неизменно</p>
	<p>Внутреннее кольцо вращается</p> <p>Внутреннее кольцо вращается Направление нагрузки вращается с внутренним кольцом</p>	<p>Наружное кольцо неподвижно</p> <p>Наружное кольцо неподвижно Направление нагрузки вращается с внутренним кольцом</p>
	<p>Внутреннее кольцо не подвижно</p> <p>Внутреннее кольцо не подвижно Направление нагрузки вращается с наружным кольцом</p>	<p>Наружное кольцо вращается</p> <p>Наружное кольцо вращается Направление нагрузки вращается с наружным кольцом</p>
	<p>Внутреннее кольцо вращается</p> <p>Внутреннее кольцо вращается Направление нагрузки неизменно</p>	<p>Наружное кольцо неподвижно</p> <p>Наружное кольцо неподвижно Направление нагрузки неизменно</p>

Точечная нагрузка и окружная нагрузка

40-300

Легкие посадки действительны для малых нагрузок до $0,08 \cdot C$, более тугие при значениях выше. Уменьшение радиального и соответственно осевого зазора, вызванного тугими посадками и перепадом температур от внутреннего к наружному кольцу, следует учитывать при выборе зазора в подшипнике.

Класс точности	Внутреннее кольцо	Наружное кольцо	Вал			Корпус		
			PN, P6	P5	P4	PN, P6	P5	P4
Точечная нагрузка на внутреннем кольце Окружная нагрузка на наружном кольце	Внутр. кольцо может быть слегка смещено	Наруж. кольцо фиксировано	g6	g5	g4	M7	M6	M5
			h6	h5	h4			
Точечная нагрузка на наружном кольце Окружная нагрузка на внутреннем кольце	Внутр. кольцо фиксировано	Наруж. кольцо может быть слегка смещено	js6, k6	js5, k5	js4, k4	H7	H6	H5
						J7	JS6	JS5
Неопределенная нагрузка		Наруж. кольцо относительно фиксировано				J7, K7	JS6, K6	JS5, K5

Посадки для точечной и окружной нагрузки

40-301

Посадка должна быть согласована с желаемым зазором в подшипнике при эксплуатационной температуре, причем при полых валах и тонкостенных корпусах могут быть выбраны более тугие посадки.

Радиальный зазор составляет ок. $0,85 \times$ осевой зазор в подшипнике.

Уменьшение радиального зазора в подшипнике посредством посадок и условий эксплуатации

Радиальный зазор в подшипнике уменьшается до следующих ориентировочных значений:

$$S_{\text{reff}} = S_0 - (S_{\text{ü}} + S_{\text{T}}) \quad [\text{мм}] \quad [1.0]$$

S_{reff} эффективный радиальный рабочий зазор
 S_0 зазор в подшипнике перед монтажом
 $S_{\text{ü}}$ зазор, уменьшенный посредством натяга
 S_{T} зазор, уменьшенный посредством разности температур между внутренним и наружным кольцом

После монтажа возникает следующий зазор:

$$S_m = S_0 - S_{\text{ü}} \quad [1.1]$$

$$S_{\text{ü}} = \ddot{U}_i \cdot f_i + \ddot{U}_a \cdot f_a \quad [\text{мм}] \quad [1.2]$$

\ddot{U}_i Натяг внутреннего кольца
 \ddot{U}_a Натяг наружного кольца
 f_i Коэффициент уменьшения внутреннего кольца
 f_a Коэффициент уменьшения наружного кольца

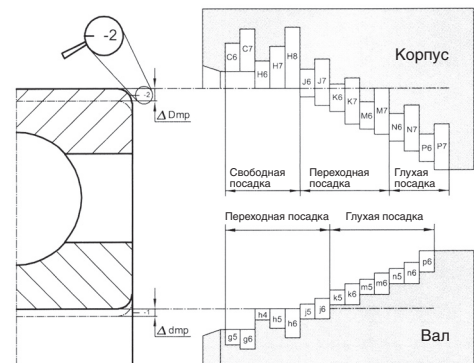
Ориентировочные значения:

f_i	Цельный вал	0,8
f_a	Стальной или литой корпус	0,7
f_i	Полый вал	0,6
f_a	Легкосплавный корпус	0,5

f_i и f_a зависят от шероховатости и от соотношений сечения колец подшипника или соотношений диаметров полого вала или тонкостенного корпуса. Из-за ограниченной возможности теплоотдачи вследствие малой площади и частого перемещения по телу качения, обычно, во время эксплуатации устанавливается разность температур между внутренним и наружным кольцом ок. $5-10^\circ\text{C}$. При прохождении горячих или холодных сред значение изменяется.

$$S_{\text{T}} = \alpha \Delta_{\text{T}} d_m \quad [\text{мм}] \quad [1.3]$$

α Значение расширения у подшипниковой стали $12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
 Δ_{T} Разность температур внутреннего и наружного кольца
 d_m средний диаметр подшипника



Общие посадки

40-302

Допуски 40°-радиально-упорных шарикоподшипников

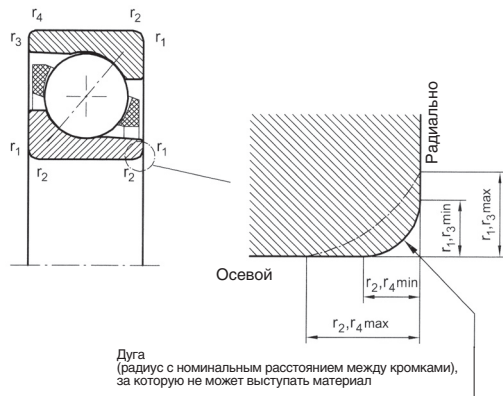
	Внутреннее кольцо [мм]	Точность	Ø 2,5	10	18	30	50	80	120	150	180	250
			до 10	18	30	50	80	120	150	180	250	315
Δ_{dmp}	Отклонение среднего диаметра отверстия в одной плоскости	PN	-8	-8	-10	-12	-15	-20	-25	-25	-30	-35
		P6	-7	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-18	-22	-25
		P5	-5	-5	-6	-8	-9	-10	-13	-13	-15	-18
		P4	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-15
K_{ia}	Вращение без радиального биения внутреннего кольца собранного подшипника	PN	10	10	13	15	20	25	30	30	40	50
		P6	6	7	8	10	10	13	18	18	20	25
		P5	4	4	4	5	5	6	8	8	10	13
		P4	2,5	2,5	3	4	4	5	6	6	8	-
S_d	Вращение без торцового биения торцевой стороны относительно отверстия	P5	7	7	8	8	8	9	10	10	11	13
		P4	3	3	4	4	5	5	6	6	7	-
S_{ia}	Вращение без торцового биения торцевой стороны относительно дорожки качения внутреннего кольца собранного подшипника	P5	7	7	8	8	8	9	10	10	13	15
		P4	3	3	4	4	5	5	7	7	8	-
Δ_{Bs}	Отклонение отдельной ширины внутреннего кольца универсально сопрягаемых подшипников	PN, P6	-120	-120	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300	350
		P5, P4	-40	-80	-100	-120	-150	-200	-250	-250	-300	350
V_{Bs}	Колебание ширины внутреннего кольца	PN, P6, P5, P4	-250	-250	-250	-250	-250	-380	-380	-380	-500	-500
		P6	15	20	20	20	25	25	30	30	30	35
		P5	5	5	5	5	6	7	8	8	10	13
			2,5	2,5	2,5	3	4	4	5	5	6	-

	Наружное кольцо [мм]	Точность	Ø 18	30	50	80	120	150	180	250	315	400	500
			до 10	50	80	120	150	180	250	315	400	500	630
Δ_{dmp}	макс. отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости	PN	-9	-11	-13	-15	-18	-25	-30	-35	-40	-45	-50
		P6	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-25	-28	-33	-38
		P5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15	-18	-20	-23	-28
		P4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-15	-18	-22
K_{aa}	Вращение без радиального биения наружного кольца собранного подшипника	PN	15	20	25	35	40	45	50	60	70	80	100
		P6	9	10	13	18	20	23	25	30	35	-	-
		P5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	-	-
		P4	4	5	5	6	7	8	10	11	13	-	-
S_D	Колебание наклона образующей относительно базовой поверхности	P5	8	8	8	9	10	10	11	13	13	-	-
		P4	4	4	4	5	5	5	7	8	10	-	-
S_{aa}	Вращение без торцового биения торцевой стороны относительно дорожки качения наружного кольца собранного подшипника	P5	8	8	10	11	13	14	15	18	20	-	-
		P4	5	5	5	6	7	8	10	10	13	-	-

Допуски ширины наружного кольца (ΔCs , V_{Cs}) соответствуют допускам внутреннего кольца (Δ_{Bs} , V_{Bs}). Допуск общей ширины блока подшипников получается из суммы отдельных допусков.

Допуски

Наряду с серийными нормальными допусками PN в распоряжении имеются также типовые ряды более высоких классов допуска P6 и P5. Подшипники класса P4 могут быть изготовлены по запросу. Стандартными исполнениями являются: P6.UA, P5.UA, P5.UL

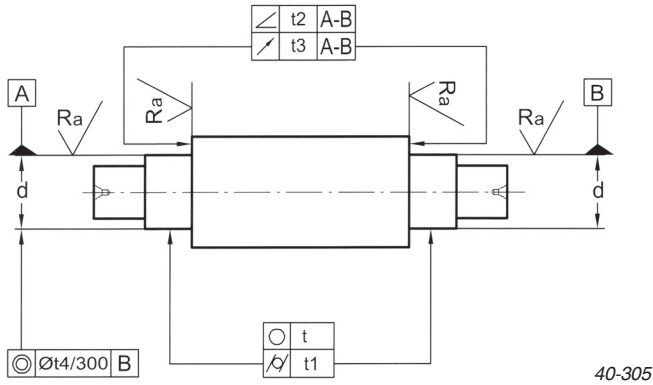


Значения в мкм

Номинальное расстояние между кромками $r_{мин}, r_{12}, r_{34}$ мм	Отверстие подшипника d более до мм		Допуск расстояний между кромками			
			Радиальный r_1, r_3		Осевой r_2, r_4	
			мин мм	макс мм	мин мм	макс мм
0,2	-	-	0,2	0,5	0,2	0,8
0,3	-	40	0,3	0,6	0,3	1,0
0,6	40	-	0,3	0,8	0,3	1,0
	-	40	0,6	1,0	0,6	2,0
1,0	40	-	0,6	1,3	0,6	2,0
	-	50	1,0	1,5	1,0	3,0
1,1	50	-	1,0	1,9	1,0	3,0
	-	120	1,1	2,0	1,1	3,5
1,5	120	-	1,1	2,5	1,1	4,0
	-	120	1,5	2,3	1,5	4,0
2,0	120	-	1,5	3,0	1,5	5,0
	-	80	2,0	3,0	2,0	4,5
2,1	80	220	2,0	3,5	2,0	5,0
	-	280	2,1	4,0	2,1	6,5
2,5	-	100	2,5	3,8	2,5	6,0
	-	280	2,5	4,5	2,5	6,0
3,0	-	280	3,0	5,0	3,0	8,0

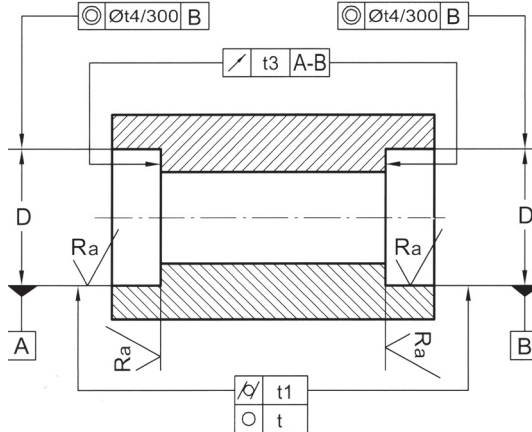
Допуски сопряженных деталей

Точность формы для валов



40-305

Точность формы для корпуса



40-307

Свойство	Символ допуска	Символ допуска	Допустимые отклонения формы Ряд допусков/класс шероховатости Подшипники класса допуска			
			PN	P6	P5	P4
Округлость	○	t	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2
Цилиндрическая форма		t1	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2
Наклон		t2	-	-	-	IT3/2
Вращение без торцового биения		t3	IT5	IT4	IT3	IT3
Концентричность	◎	t4	IT6	IT6	IT5	IT4
Шероховатость R_a						
$d \leq 80$ мм		-	N6	N5	N4	N4
$d > 80$ мм		-	N7	N6	N5	N5

Точность формы для валов

40-306

Свойство	Символ допуска	Символ допуска	Допустимые отклонения формы Ряд допусков/класс шероховатости Подшипники класса допуска			
			PN	P6	P5	P4
Округлость	○	t	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2
Цилиндрическая форма		t1	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2
Вращение без торцового биения		t3	IT5	IT4	IT3	IT3
Концентричность	◎	t4	IT7	IT6	IT5	IT4
Шероховатость R_a						
$D \leq 80$ мм		-	N6	N6	N5	N5
$80 < D \leq 250$		-	N7	N7	N6	N6
$D < 250$ мм		-	N7	N7	N7	N7

Точность формы для корпуса

40-308

ISO Основные допуски по DIN 7151

Диаметр Номинальный размер		Ряд допусков								
более	до	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	
мм		μm								
6	10	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	
10	18	0,8	1,2	2	3	5	8	11	28	
18	30	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	
30	50	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	
50	80	1,2	2	3	5	8	13	19	30	
80	120	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	
120	180	2	3,5	5	8	12	18	25	40	
180	250	3	4,5	7	10	14	20	29	46	
250	315	4	6	8	12	16	23	32	52	
315	400	5	7	9	13	18	25	36	57	
400	500	6	8	10	15	20	27	40	63	

Основные допуски по DIN 7151

40-309

Форма сопряженных деталей

Точность положения и формы сопряженных деталей следует согласовать с требованиями области применения и, соответственно, с точностью подшипников. (> рис. 44-305, рис. 44-307) Подшипники качения с их относительно узкими кольцами согласуются с отклонениями формы вала и корпуса. Выбранные посадки зависят от окружающих условий рассматриваемых колец подшипника относительно направления нагрузки (> рис. 40-300, 40-301, 40-302, S. 6).

Класс шероховатости	Значение шероховатости R_a
	μm
N3	0,1
N4	0,2
N5	0,4
N6	0,8
N7	1,6

Значения шероховатости

40-310

Шероховатость R_a осевого прилегающего буртика шпинделя, в корпусе и у промежуточных колец:
N6 = 0,8 μm

Форма подшипника

Определение размера подшипника

По DIN ISO 281 номинальный срок службы L_{10} получается из отношения эквивалентной динамической нагрузки подшипника P к динамическому коэффициенту работоспособности C : (L_{10} означает, что 90% подшипников достигают этого срока; 10% могут выйти из строя.)

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad [h] \quad [2.0]$$

Частота вращения n [мин]

Эквивалентная динамическая нагрузка подшипника P

При установке в качестве отдельного подшипника или тандемного подшипника действительны:

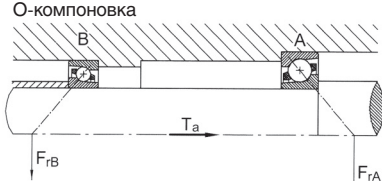
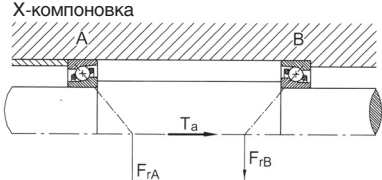
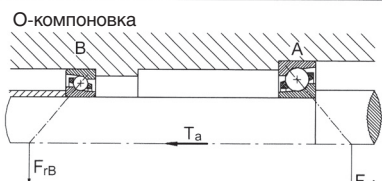
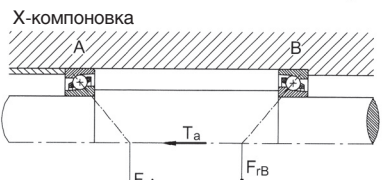


$$P = F_r \quad \text{если } F_a/F_r < 1,14 \quad [2.1]$$

$$P = 0,35 F_r + 0,57 F_a \quad \text{если } F_a/F_r > 1,14 \quad [2.2]$$

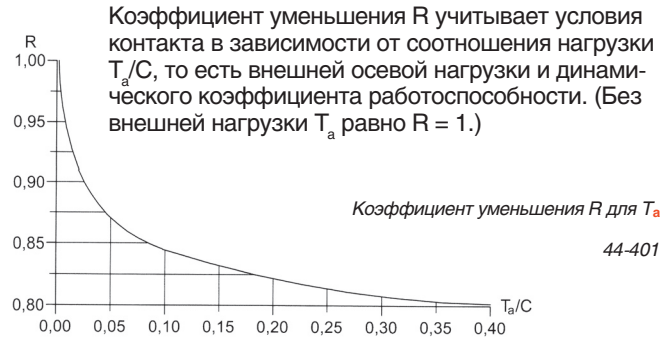
Динамический коэффициент работоспособности C двух отдельных подшипников в тандемной компоновке составляет $C_{\text{отдельный подшипник}} \times 1,62$.

Определение осевого усилия у отдельных подшипников и у подшипников в тандемной компоновке

Так как радиально прилагаемые усилия создают осевую составляющую, то при упомянутом уже расчете срока службы следует из рис. 44-400 по схеме определить осевую нагрузку. (Эти формулы действительны при условии, что подшипники в готовом к эксплуатации состоянии не имеют зазора и предварительного натяга).

Компоновка подшипника	Вид нагрузки	Осевое усилие F_{aA}	Осевое усилие F_{aB}
	Fall A1		
	$F_{rA} \geq F_{rB}$	$F_{aA} = R \times F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} + T_a$
	$T_a \geq 0$		
	Fall A2		
	$F_{rA} < F_{rB}$	$F_{aA} = R \times F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} + T_a$
	$T_a \geq R \times (F_{rB} - F_{rA})$		
	Fall A3		
	$F_{rA} < F_{rB}$	$F_{aA} = F_{aB} - T_a$	$F_{aB} = R \times F_{rB}$
	$T_a < R \times (F_{rB} - F_{rA})$		
	Fall B1		
	$F_{rA} \leq F_{rB}$	$F_{aA} = F_{aB} + T_a$	$F_{aB} = R \times F_{rB}$
	$T_a \geq 0$		
	Fall B2		
	$F_{rA} > F_{rB}$	$F_{aA} = F_{aB} + T_a$	$F_{aB} = R \times F_{rB}$
	$T_a \geq R \times (F_{rA} - F_{rB})$		
	Fall B3		
	$F_{rA} > F_{rB}$	$F_{aA} = R \times F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} - T_a$
	$T_a \geq R \times (F_{rA} - F_{rB})$		

Осевые усилия при двух радиально-упорных шарикоподшипниках и/или пар в X-, O- или в тандемной компоновке 44-400



У пар подшипников в O- или X-компоновке действительно:

$$P = F_r + 0,55 F_a \quad \text{если } F_a/F_r < 1,14 \quad [2.3]$$

$$P = 0,57 F_r + 0,93 F_a \quad \text{если } F_a/F_r > 1,14 \quad [2.4]$$

(F_a и F_r действуют на пару подшипников.)

Расширенный расчет срока службы L_{na}

В так называемом расширенном расчете срока службы L_{na} в большей степени учитываются потребности надежности, модифицированные условия эксплуатации вследствие измененных материалов и особых условий смазки и в, частности, уровня загрязнения.

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \quad [h] \quad [2.5]$$

a_1 Вероятность дожития

a_2 Коэффициент, обусловленный материалом

$$a_2 = a_{2b} \cdot a_{2s} \cdot a_{2w} \quad [2.6]$$

a_3 Эксплуатационные условия

Расчет увеличения срока службы подшипника

Вероятность дожития a_1

Вероятность дожития %	L_{na}	a_1
90	L_{10a}	1
95	L_{5a}	0,62
96	L_{4a}	0,53
97	L_{3a}	0,44
98	L_{2a}	0,33
99	L_{1a}	0,21

Коэффициенты срока службы особого, обусловленного материалом, исполнения подшипника a_2

При применении высококачественных подшипниковых сталей, как 100Cr6 (1.3505), коэффициент срока службы a_2 обычно устанавливается равным 1.

Покртия поверхностей, термостабилизация стали и применение керамических тел качения (нитрид кремния) изменяют коэффициент a_2 . Поэтому целесообразно расширение на отдельные коэффициенты a_{2b} , a_{2s} и a_{2w} . Смотри [2.6].

$$a_2 = a_{2b} a_{2s} a_{2w} \quad [2.7]$$

Коэффициенты, обусловленные материалом a_2

Материал колец	a_{2b}	Термостабилизация	a_{2s}	Термостабилизация	a_{2w}
100Cr6	1	150°C	1	Шарики из 100Cr6	1
без покрытия	1	200°C	0.75		
Внутреннее кольцо ATCoat	1.25	250°C	0.45	Шарики из Si ₃ N ₄	2
Наружное кольцо ATCoat	1.2				
Внутреннее кольцо + наружное кольцо ATCoat	1.5				

Коэффициент срока службы a_3

Условия эксплуатации, такие как соразмерность смазки при рабочей частоте вращения и температуре, абсолютная чистота в месте смазки или наличие посторонних тел влияют на срок службы. Рабочий коэффициент a_3 складывается из коэффициента температуры стали a_{3ts} (если он не был уже учтен как коэффициент термостабилизации a_{2s} , тогда $a_{3ts} = 1$ также до 150°C) и коэффициента a_{3vi} , который учитывает вязкость при рабочей температуре и при загрязнении.

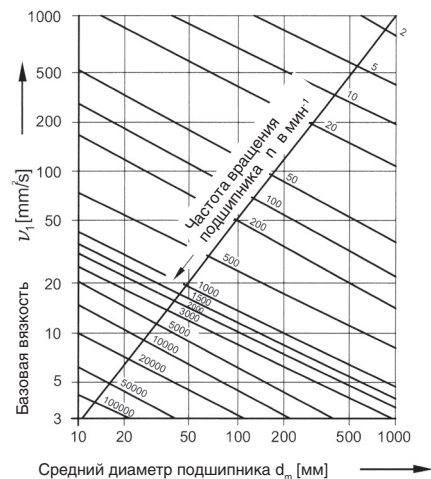
$$a_3 = a_{3ts} a_{3vi} \quad [2.7]$$

a_{3ts} Коэффициент температуры стали (до 150°C)
 a_{3vi} Коэффициент вязкости

Кроме этого, срок службы консистентной смазки необходимо сравнить с рассчитанным позже сроком службы подшипника L_{na} .

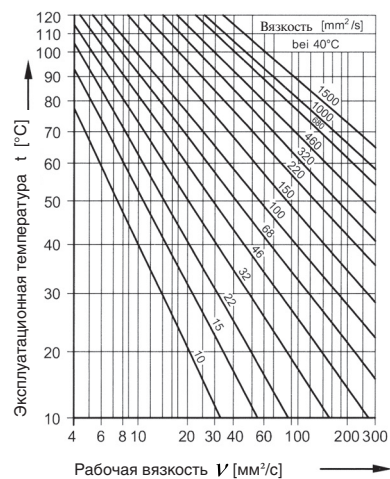
Определение коэффициента срока службы a_{3vi} на рис. 40-503 при помощи соотношения вязкости K

Сначала будет определена базовая вязкость ν_1 в зависимости от частоты вращения и среднего диаметра подшипника по диаграмме рис. 40-501, а затем фактическая вязкость ν при рабочей температуре по диаграмме рис. 40-502 и после этого их значения будут вставлены в от-



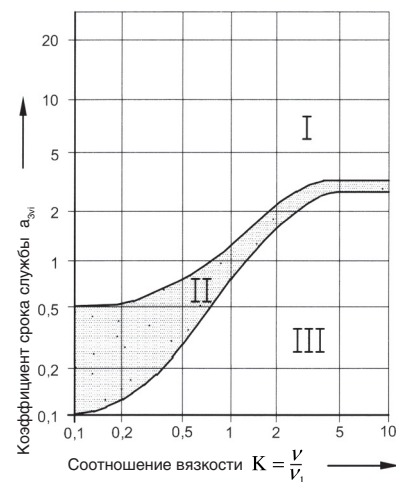
Необходимая кинематическая вязкость V_1

40-501



Вязкость при эксплуатационной температуре для минеральных масел

40-502



Кривая полосы разброса K

40-503

ношение, чтобы определить K -значение. $K = \nu / \nu_1$

Расчет увеличения срока службы подшипника, срок службы консистентной смазки

При помощи K -значения на основе кривой полосы разброса на рис. 40-503 можно определить коэффициент срока службы $a_{зв}$. Проведенная кривая действительна для нормальных условий эксплуатации и нормальной чистоте смазочных материалов. Более высокие значения в пределах полосы разброса могут быть достигнуты посредством пригодных присадок в области $K < 1$. Посредством специальных добавок, таких как присадки твердых веществ, полярные присадки и полимерные присадки, уменьшается износ, оказывается противодействие коррозии, уменьшается трение и улучшается адгезия смазочного материала в места смазки. Низкие нагрузки, высокая чистота и пригодные присадки позволяют, в частности, при K -значениях > 1 также наличие $a_{зв}$ -коэффициентов в области I.

$a_{зв}$ -значения < 1 должны применяться, если вязкость смазочного материала на основе минерального масла при рабочей температуре шарикоподшипников составляет $< 13 \text{ мм}^2/\text{с}$ и если параметр частоты вращения $n \cdot d_m < 10\,000 \text{ мм}/\text{мин}$ и, тем самым, относительно низкий.

Влияние чистоты в месте смазки на величину $a_{зв}$ -значения:

Относительно размера подшипника определяются предельные значения сверх максимального размера частиц в подшипнике с твердостью $> 50 \text{ HRC}$ для точечного и линейного контакта. По ISO 4406 определены классы чистоты масла и по ISO 4572 соответствующие нормы задержек в фильтре (например $\beta_6 > 75$ говорит, что из 75 частиц $> 6 \mu\text{м}$ только одна частица может пройти через фильтр). Распределенные по средним значениям диаметра подшипника d_m для 5 степеней чистоты определяются степени чистоты масла и соответствующие нормы задержки в фильтре. При этом следует помнить, что не следует применять фильтры более $\beta_{25} > 75$ из-за срока службы. При особых требованиях к точности хода прецизионных шпинделей частица пыли размером $5 \mu\text{м}$ с твердостью $> 50 \text{ HRC}$ является для специальных областей применения слишком большой. Здесь следует работать с наивысшей степенью чистоты.

Достижимые $a_{зв}$ -значения на рис. 40-503:

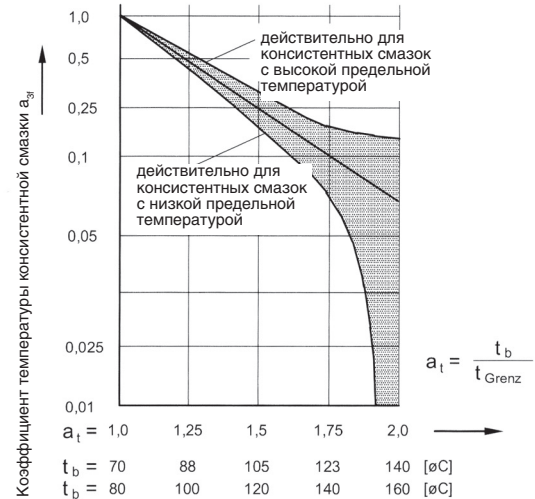
- > 1 оптимальные условия: никаких посторонних частиц, консистентную смазку пропускать через возможно более тонкий фильтр (проверенные на шум консистентные смазки), наивысшая степень чистоты масла
- $0,8$ высокая чистота у подшипников с уплотнительным диском или крышкой, средние значения задержки масла
- $0,1-0,5$ негерметичные подшипники со стандартной консистентной смазкой, куда могут проникнуть загрязнения и влажность или в которой циркулирует нефилтрованное масло.

Срок службы консистентной смазки

При эксплуатационных температурах более 70°C , вследствие собственного и постороннего нагрева, срок службы консистентной смазки определяет общий срок службы подшипникового узла. Следует сравнить отдельно срок службы подшипника со сроком службы консистентной смазки. Для этого необходимо учитывать диаграмму на рис. 40-504, пример на рис. 40-505 и диаграмму на рис. 40-506.

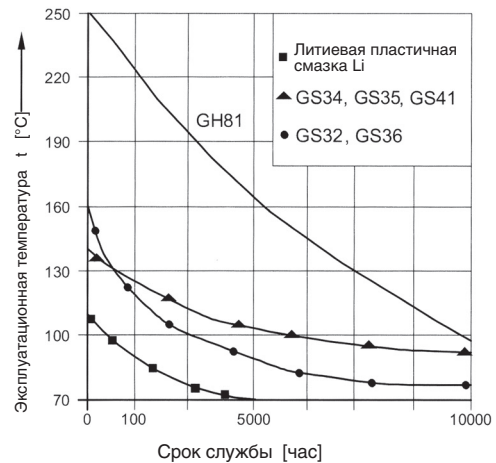
Срок годности консистентной смазки, определенной примерно по диаграмме на рис. 40-506, уменьшается с коэффициентом температуры консистентной смазки $a_{зт}$, согласно рис. 40-504. Другие коэффициенты уменьшения срока службы консистентной смазки получаются посредством приведенных на стр. 12 в [2.14] коэффициентов и далее посредством потока воздуха через подшипник $0,1 \dots 0,7$. Сравнение $L_{\text{на Подшипник}}$ и $L_{\text{н Смазка}}$ говорит о целесообразности обновления смазки после срока службы консистентной смазки. Это зависит от отношения a_t рабочей температуры консистентной смазки (температура

подшипника у внутреннего кольца t_b) к предельной температуре смазки $t_{\text{предельная}}$. Уменьшение срока службы консистентной смазки начинается с $t_{\text{предельная}}$ (обычно с $70^\circ\text{C} = 1$, например, при литиевой пластичной смазке на основе минеральных масел при синтетических продуктах возможно существенное отклонение). (При длительном $a_t = 2$ не возможен ощутимый срок службы смазки). При длительной нагрузке с кратковременной предельной температурой, определенной изготовителями консистентной смазки, срок службы смазки крайне короткий.



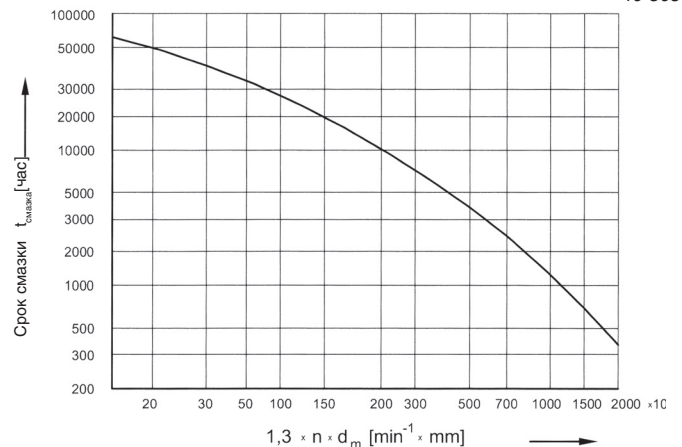
Срок годности консистентной смазки

40-504



Срок службы консистентной смазки при определенных температурах

40-505



Сроки смазки

40-506

Статическая нагрузка подшипника, частота вращения

Эквивалентная статическая нагрузка подшипника P_o

Для отдельных и tandemных подшипников действительно:
 $P_o = 0,5 F_r + 0,26 F_a$ [2.8]

(При $P_o < F_r$, считать, как при $P_o = F_r$.)

У пар подшипников в O- или X-компоновке действительно:
 $P_o = F_r + 0,52 F_a$ [2.9]

Статический коэффициент работоспособности для двух согласованных подшипников:
 $C_o = 2 C_{o \text{ отдельный подшипник}}$ [2.10]

Статическая опорная надежность: $s_o = C_o / P_o$ [2.11]

Требования ориентируются на желаемую бесшумность хода и на степень ударных нагрузок. Обычные значения для s_o : 0,5 ... 2

Значения базовой частоты вращения n_r

При условиях нагрузки и смазки, определенных по ISO 15312, значения базовой частоты вращения для масла и консистентной смазки, относящиеся к установившейся температуре 70°C, одинаковы.

При постоянной радиальной нагрузке 5% от статического коэффициента работоспособности C_o , при окружающей температуре 20°C для этого применяется или смазка в масляной ванне до середины нижнего тела качения при помощи минерального масла без EP-присадок, с кинематической вязкостью 12 мм²/с (ISO VG 32), или консистентная смазка на основе литиевой пластичной смазки и минерального масла с вязкостью от 100 до 200 мм²/с (базовое масло ISO VG 150) при 40°C с заполнением смазкой ок. 30 % свободного пространства.

При консистентной смазке установившаяся температура 70°C может быть достигнута после распределения смазки через 20 часов. При вращающемся наружном кольце в некоторых обстоятельствах эти значения уменьшаются. Значения базовой частоты вращения не являются предельной частотой вращения. Они говорят лишь о том, что при определенных выше условиях нагрузки и смазки может быть достигнут уровень температуры 70°C для отдельных подшипников.

При парной компоновке частота вращения уменьшается на 20 % для обычного зазора; при предварительном натяге следует предусмотреть дальнейшие уменьшения. По сравнению с полиамидными сепараторами, частоту вращения для стальных и латунных сепараторов следует уменьшить на 6%. Там, где значения базовой частоты вращения не могут быть определены, как у герметичных подшипников, указываются предельные значения частоты вращения, зависящие от контактного уплотнения. В зависимости от соотношения нагрузки C/P обычными показателями себя следующие значения частоты вращения:

C/P	Значение частоты вращения $d_m \times n$ [мм/мин]
15	500 000
8	400 000
4	300 000

Определение разрешенной эксплуатационной частоты вращения $n_{доп}$, в зависимости от нагрузки и вязкости масла

Так как значение базовой частоты вращения n_r определено только для конкретной процентной нагрузки при конкретном условии смазки, то для других условий нагрузки и смазки допустимая частота вращения $n_{доп}$ будет определена

на лишь с соответствующими коэффициентами.

На диаграмме на рис. 44-507 могут быть считаны ориентировочные значения для зависящего от нагрузки значения f_p и зависящего от вязкости коэффициента f_v для смазки маслом.

$$n_{доп} = f_p f_v n_r \quad [2.12]$$

При консистентной смазке по диаграмме определяются два значения для f_v и подставляются в соотношение

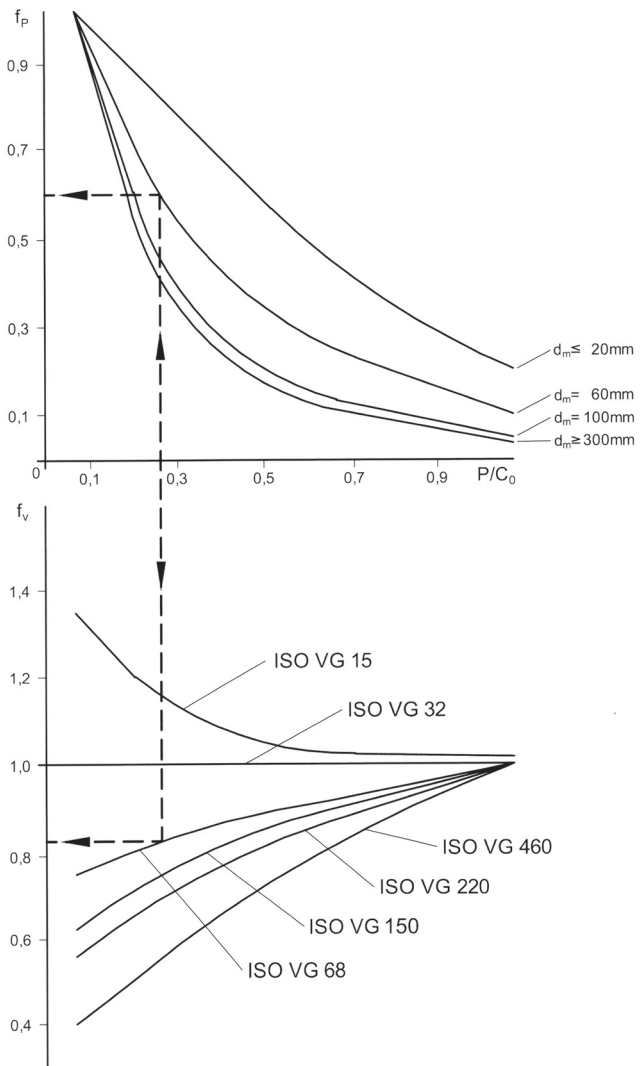
$$n_{доп} = f_p f_v \text{ базовое масло актуально} / f_v \text{ базовое масло ISO VG 150} n_r \quad [2.13]$$

Другие коэффициенты уменьшения: [2.14]

Вертикальный вал:	0,8
Вращающееся наружное кольцо:	0,6
Толчкообразные нагрузки, сильная вибрация, колебания:	0,4 ... 0,9

Частота вращения выше значения базовой частоты вращения

Посредством теплоотводящей циркуляционной системы смазки, воздушного или жидкостного охлаждения внутреннего и наружного кольца могут быть достигнуты также более высокие значения частоты вращения.



Коэффициенты коррекции для L и L

рис. 44-507

Минимальная нагрузка, система обозначений

Минимальная нагрузка

Особенно при быстровращающихся подшипниках следует предусмотреть минимальную нагрузку, чтобы предотвратить скольжение тел качения. Если веса опирающихся деталей недостаточно, то при помощи подпружиненного натяга могут быть приложены соответствующие усилия. У отдельных подшипников и тандемных блоков должна быть приложена минимальная осевая нагрузка $F_{a\text{ мин}}$, а при блоках подшипников в О- и Х-компоновке минимальная радиальная нагрузка $F_{r\text{ мин}}$.

$$F_{a\text{ мин}} n = k_a C_0 d_m^2 n^2 10^{-13} \quad [2.14]$$

$$F_{r\text{ мин}} = k_r (n \nu)^{\frac{2}{3}} d_m^2 10^{-6} \quad [2.15]$$

$F_{a\text{ мин}}$ минимальная осевая нагрузка [N]
 $F_{r\text{ мин}}$ минимальная радиальная нагрузка [N]
 k_a коэффициент осевой минимальной нагрузки;
 для 72-го ряда = 1,4;
 для 73-го ряда = 1,6

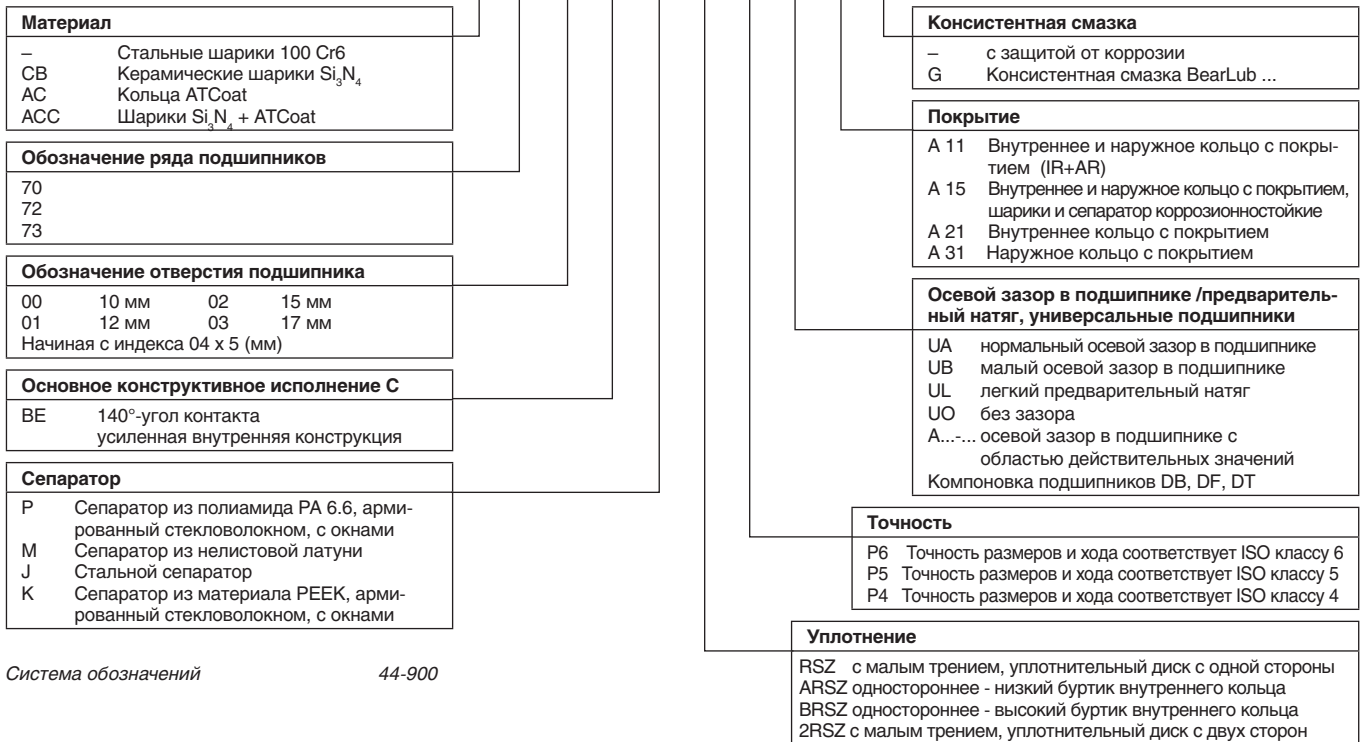
k_r коэффициент радиальной минимальной нагрузки;
 для 72-го ряда = 95;
 для 73-го ряда = 100
 C_0 статический коэффициент работоспособности [N]
 ν вязкость базового масла
 при эксплуатационной температуре [мм²/с]
 n частота вращения [мин⁻¹]
 d_m средний диаметр подшипника [мм]

При высокой частоте вращения у **подпружиненных отдельных подшипников** следует обращать внимание на то, что с частотой вращения увеличиваются центробежные силы шариков и шарики у наружного кольца – прижимаются к центру дорожки качения, а у внутреннего кольца к направляющему буртику. Чтобы сохранить угол контакта 40° у внутреннего и наружного кольца при подпружиненных отдельных подшипниках, следует предусмотреть следующий минимальный пружинный натяг:

$$F_{\text{пружина}} = 25 C_0^2 n_{\text{макс}}^2 10^{-15} [N] \quad [2.16]$$

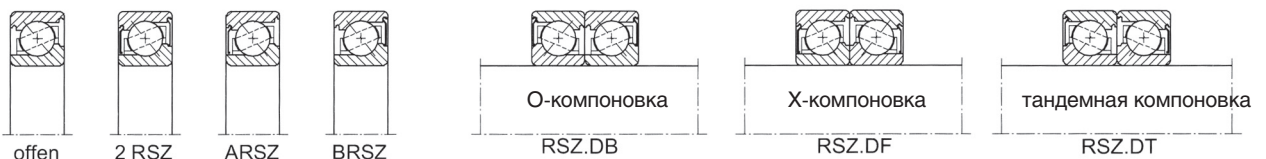
Система обозначений 40°-радиально-упорных подшипников

70 05 . BE P . P6 . DBA
 72 06 . BE K . P5 . UL
 73 05 . BE P . 2RSZ . P5 . UO
 72 05 . BE J . UA
 73 07 . BE M . P6 . UA
 ACC 73 08 . BE M . P5 . UO . A15.GH62



Система обозначений

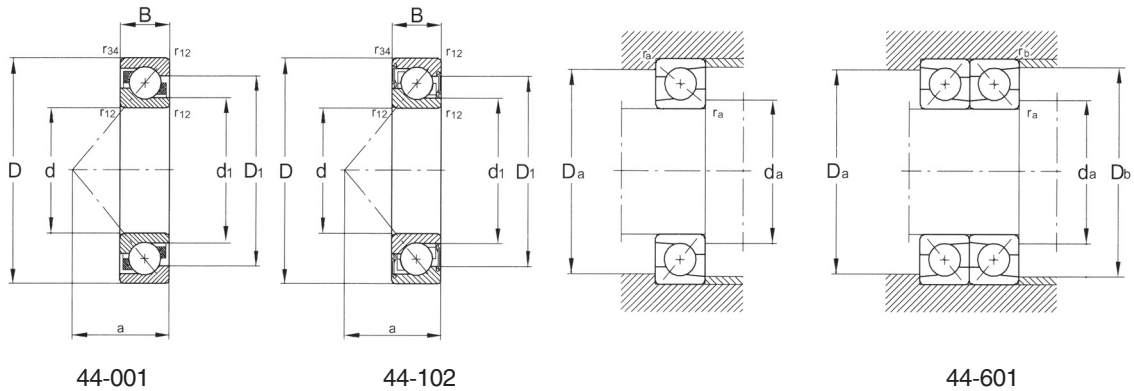
44-900



Открытые, герметичные 40°-радиально-упорные шарикоподшипники, отдельные и в блоках

44-106

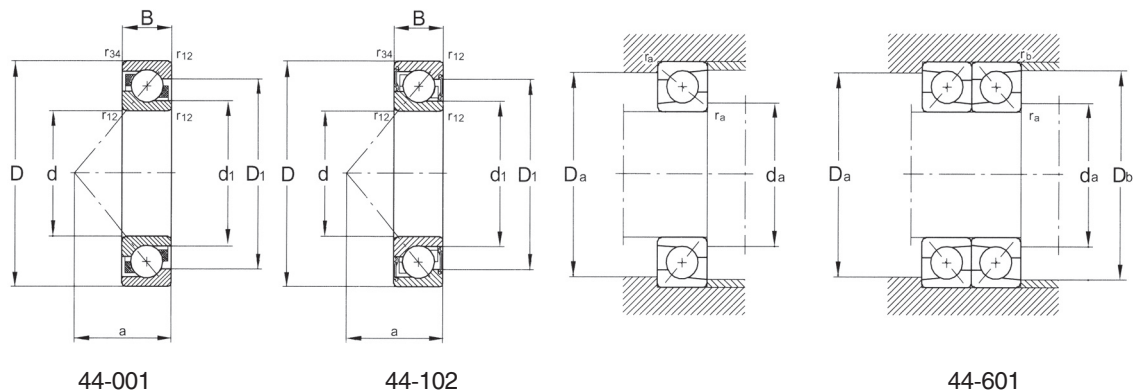
40°-радиально-упорные шарикоподшипники



Основные размеры			Базисные краткие обозначения	Коэффициенты работоспособности стат.		Усталостная предельная нагрузка P_u (радиальная) N	Базовая частота вращения n_r мин ⁻¹	Вес кг
d	D	B		C	C_0			
10	30	9	7200.BE	7.700	3.700	140	30.200	0,030
12	32	10	7201.BE	8.300	4.100	160	28.000	0,036
12	37	12	7301.BE	12.900	6.500	210	25.900	0,060
15	35	11	7202.BE	9.600	5.100	205	25.900	0,045
15	42	13	7302.BE	16.600	9.600	280	21.600	0,083
17	40	12	7203.BE	11.800	6.500	250	21.600	0,065
17	47	14	7303.BE	19.000	10.900	360	19.400	0,110
20	47	14	7204.BE	15.700	8.900	360	18.300	0,110
20	52	15	7304.BE	22.200	13.600	430	16.200	0,140
25	47	12	7005.BE	14.800	9.300	385	18.900	0,074
25	52	15	7205.BE	17.400	10.900	430	16.200	0,130
25	62	17	7305.BE	30.900	19.500	660	14.000	0,230
30	55	13	7006.BE	20.600	13.000	520	15.600	0,110
30	62	16	7206.BE	24.200	15.600	660	12.900	0,200
30	72	19	7306.BE	37.700	25.200	900	11.800	0,340
35	62	14	7007.BE	27.100	17.500	700	14.200	0,150
35	72	17	7207.BE	31.900	21.200	880	11.800	0,280
35	80	21	7307.BE	46.000	31.900	1.150	10.800	0,450
40	68	15	7008.BE	32.100	22.000	880	12.400	0,180
40	80	18	7208.BE	37.800	26.600	1.100	10.200	0,370
40	90	23	7308.BE	57.800	40.500	1.350	9.700	0,630
45	75	16	7009.BE	35.700	24.500	980	11.300	0,230
45	85	19	7209.BE	42.000	29.800	1.250	9.700	0,420
45	100	25	7309.BE	69.600	50.400	1.750	8.600	0,850
50	80	16	7010.BE	37.000	27.500	1.100	10.200	0,250
50	90	20	7210.BE	43.500	33.000	1.350	8.600	0,470
50	110	27	7310.BE	81.500	55.500	2.200	7.500	1,100
55	100	21	7211.BE	55.000	41.500	1.650	8.100	0,620
55	120	29	7311.BE	91.000	71.000	2.550	7.000	1,400
60	110	22	7212.BE	66.000	51.000	2.150	7.300	0,800
60	130	31	7312.BE	104.000	82.500	3.200	6.400	1,750

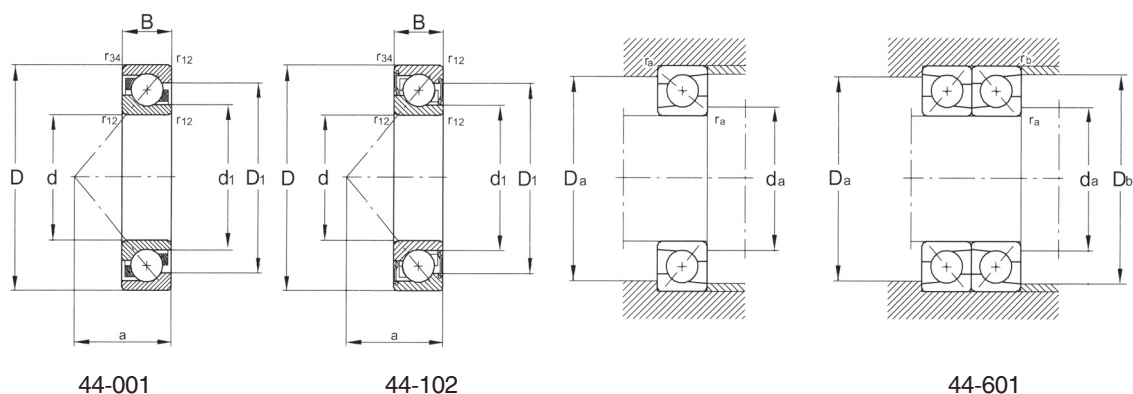
– Подшипники с латунными сепараторами имеют коэффициенты работоспособности, уменьшенные на 5 %, что обусловлено конструкцией
 – Статический коэффициент работоспособности C_0 гибридных подшипников СВ = 0,7 C_0 подшипники со стальными шариками

40°-радиально-упорные шарикоподшипники



Базисные краткие обозначения	Размеры					Подсоединительные размеры				
	a	d ₁	D ₁ мм	r ₁₂ мин	r ₃₄ мин	d _a мин	D _a макс	D _b макс мм	r _a макс	r _b макс
7200.BE	13	18,2	23,1	0,6	0,3	15,0	25,0	27,0	0,6	0,3
7201.BE	14	20,2	25,1	0,6	0,3	16,2	27,8	29,0	0,6	0,3
7301.BE	16	21,8	28,3	1,0	0,6	17,6	31,4	32,8	1,0	0,6
7202.BE	16	22,2	28,0	0,6	0,3	19,2	30,0	32,0	0,6	0,3
7302.BE	18	26,0	32,6	1,0	0,6	20,6	36,4	37,8	1,0	0,6
7203.BE	18	25,9	31,9	0,6	0,6	21,2	35,0	35,0	0,6	0,3
7303.BE	20	28,7	36,2	1,0	1,0	22,6	41,4	42,0	1,0	0,6
7204.BE	21	30,7	37,2	1,0	0,6	26,0	41,0	42,4	1,0	0,6
7304.BE	23	32,9	41,0	1,1	1,0	27,0	45,0	47,8	1,0	0,6
7005.BE	21,5	31,4	40,4	0,6	0,3	30,0	42,0	45,0	0,6	0,3
7205.BE	24	35,7	42,2	1,0	0,6	31,0	46,0	48,2	1,0	0,6
7305.BE	27	39,4	48,9	1,1	1,0	32,0	55,0	57,8	1,0	0,6
7006.BE	25	37,2	46,9	0,6	0,3	36,0	49,0	53,0	0,6	0,3
7206.BE	27	42,3	50,8	1,1	0,6	36,0	56,0	57,4	1,0	0,6
7306.BE	31	46,2	57,3	1,1	1,0	37,0	65,0	67,8	1,0	0,6
7007.BE	29	43,4	53,3	0,6	0,3	41,0	56,0	60,0	0,6	0,3
7207.BE	31	49,3	59,0	1,1	0,6	42,0	65,0	67,8	1,0	0,6
7307.BE	35	52,4	64,2	1,5	1,0	44,0	71,0	74,4	1,5	1,0
7008.BE	32	49,2	58,8	0,6	0,3	46,0	62,0	66,0	0,6	0,3
7208.BE	34	55,9	66,3	1,1	0,6	47,0	73,0	75,8	1,0	0,6
7308.BE	39	59,4	72,4	1,5	1,0	49,0	81,0	84,4	1,5	1,0
7009.BE	35	53,2	65,3	0,6	0,3	51,0	69,0	73,0	0,6	0,3
7209.BE	37	60,5	70,9	1,1	0,6	52,0	78,0	80,8	1,0	0,6
7309.BE	43	66,3	80,7	1,5	1,0	54,0	91,0	94,4	1,5	1,0
7010.BE	38	57,6	70,3	1,0	0,6	56,0	74,0	78,0	0,6	0,3
7210.BE	39	65,5	75,9	1,5	1,0	57,0	83,0	85,8	1,0	0,6
7310.BE	47	73,5	89,7	2,0	1,0	60,0	100,0	104,0	1,5	1,0
7211.BE	43	72,4	84,1	1,5	1,0	64,0	91,0	94,0	1,5	1,0
7311.BE	51	80,0	97,6	2,0	1,0	65,0	110,0	114,0	2,0	1,0
7212.BE	47	79,3	92,5	1,5	1,0	69,0	101,0	104,0	1,5	1,0
7312.BE	55	87,0	106,0	2,1	1,1	72,0	118,0	123,0	2,0	1,0

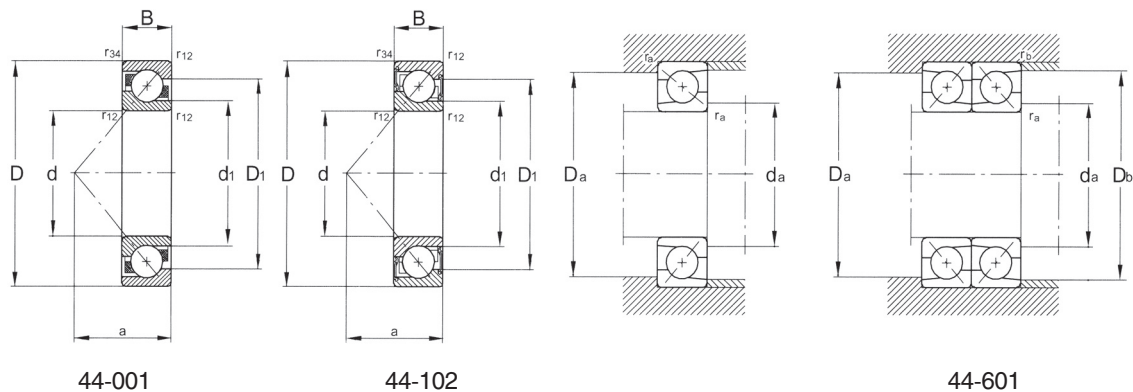
40°-радиально-упорные шарикоподшипники



Основные размеры			Базисные краткие обозначения	Коэффициенты работоспособности стат.		Усталостная предельная нагрузка P_u (радиальная) N	Базовая частота вращения n_r мин ⁻¹	Вес кг
d	D	B		C	C_0			
65	120	23	7213.BE	74.000	60.500	2.300	6.400	1,000
65	140	33	7313.BE	121.000	89.500	3.650	5.900	2,150
70	125	24	7214.BE	80.000	67.500	2.550	5.900	1,100
70	150	35	7314.BE	133.500	101.000	3.900	5.400	2,650
75	130	25	7215.BE	82.000	72.000	2.650	5.900	1,200
75	160	37	7315.BE	149.000	119.000	4.150	5.400	3,200
80	140	26	7216.BE	92.000	80.000	2.800	5.600	1,400
80	170	39	7316.BE	161.000	131.000	4.500	4.800	3,700
85	150	28	7217.BE	103.500	92.000	3.300	5.100	1,800
85	180	41	7317.BE	172.500	146.000	4.900	4.800	4,300
90	160	30	7218.BE	122.000	107.000	3.700	4.800	2,200
90	190	43	7318.BE	184.000	161.000	5.300	4.300	5,000
95	170	32	7219.BE	133.500	115.000	4.400	4.600	2,600
100	180	34	7220.BE	148.500	131.000	4.400	4.300	3,200
100	215	47	7320.BE	222.000	207.000	7.000	3.700	7,200
105	190	36	7221.BE	164.500	148.000	4.800	4.100	4,200
110	200	38	7222.BE	176.000	164.500	4.900	3.700	4,500
110	240	50	7322.BE	257.500	257.500	7.200	3.400	9,300
120	215	40	7224.BE	191.000	184.000	5.300	3.400	5,300
120	260	55	7324.BE	287.500	299.000	7.700	2.700	12,400
130	230	40	7226.BE	214.000	218.500	6.100	3.200	6,200
130	280	58	7326.BE	316.000	345.000	9.000	2.700	15,200
140	250	42	7228.BE	225.500	244.000	6.500	2.700	8,600
140	300	62	7328.BE	345.000	391.000	10.000	2.400	20,500
150	270	45	7230.BE	257.500	293.000	7.000	2.400	11,000
150	320	65	7330.BE	373.500	448.500	10.500	2.200	25,000
160	290	48	7232.BE	292.000	322.000	8.500	2.300	13,500
170	310	52	7234.BE	334.000	354.000	9.300	2.100	16,000

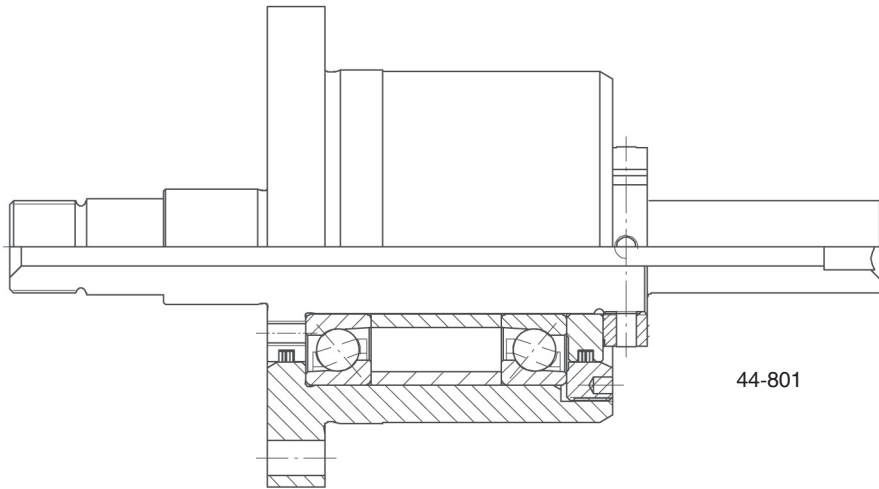
– Подшипники с латунными сепараторами имеют коэффициенты работоспособности, уменьшенные на 5 %, что обусловлено конструкцией
 – Статический коэффициент работоспособности C_0 гибридных подшипников СВ = 0,7 C_0 подшипники со стальными шариками

40°-радиально-упорные шарикоподшипники

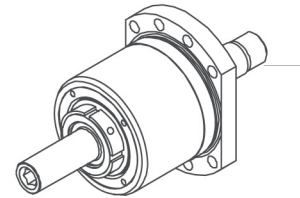


Базисные краткие обозначения	Размеры					Подсоединительные размеры				
	a	d ₁	D ₁ ММ	r ₁₂ мин	r ₃₄ мин	d _a мин	D _a макс	D _b макс ММ	r _a макс	r _b макс
7213.BE	50	86,3	101,0	1,5	1,0	74,0	111,0	114,0	1,5	1,0
7313.BE	60	93,8	114,0	2,1	1,1	77,0	128,0	133,0	2,0	1,0
7214.BE	53	91,3	106,0	1,5	1,0	79,0	116,0	119,0	1,5	1,0
7314.BE	64	100,0	123,0	2,1	1,1	82,0	138,0	143,0	2,0	1,0
7215.BE	56	96,5	111,0	1,5	1,0	84,0	121,0	124,0	1,5	1,0
7315.BE	68	108,0	130,0	2,1	1,1	87,0	148,0	153,0	2,0	1,0
7216.BE	59	104,0	118,0	2,0	1,0	91,0	129,0	134,0	2,0	1,0
7316.BE	72	115,0	137,0	2,1	1,1	92,0	158,0	163,0	2,0	1,0
7217.BE	63	110,0	127,0	2,0	1,0	96,0	139,0	144,0	2,0	1,0
7317.BE	76	122,0	145,0	3,0	1,1	99,0	166,0	173,0	2,5	1,0
7218.BE	67	117,0	135,0	2,0	1,0	101,0	149,0	154,0	2,0	1,0
7318.BE	80	129,0	153,0	3,0	1,1	104,0	176,0	183,0	2,5	1,0
7219.BE	72	124,0	143,0	2,1	1,1	107,0	158,0	163,0	2,0	1,0
7220.BE	76	131,0	151,0	2,1	1,1	112,0	168,0	173,0	2,0	1,0
7320.BE	90	145,0	173,0	3,0	1,1	114,0	201,0	208,0	2,5	1,0
7221.BE	80	138,0	159,0	2,1	1,1	117,0	178,0	183,0	2,0	1,0
7222.BE	84	145,0	167,0	2,1	1,1	122,0	188,0	193,0	2,0	1,0
7322.BE	98	161,0	194,0	3,0	1,1	124,0	226,0	233,0	2,5	1,0
7224.BE	90	157,0	179,0	2,1	1,1	132,0	203,0	208,0	2,0	1,0
7324.BE	107	178,0	211,0	3,0	1,1	134,0	246,0	253,0	2,5	1,0
7226.BE	96	169,0	193,0	3,0	1,1	144,0	216,0	222,0	2,5	1,0
7326.BE	115	190,0	228,0	4,0	1,5	147,0	263,0	271,0	3,0	1,5
7228.BE	103	183,0	210,0	3,0	1,1	154,0	236,0	243,0	2,5	1,0
7328.BE	123	203,0	243,0	4,0	1,5	157,0	283,0	291,0	3,0	1,5
7230.BE	111	197,0	226,0	3,0	1,1	164,0	256,0	263,0	2,5	1,0
7330.BE	131	216,0	259,0	4,0	1,5	167,0	303,0	311,0	3,0	1,5
7232.BE	118	211,0	242,0	3,0	1,1	174,0	276,0	283,0	2,5	1,0
7234.BE	126	226,0	260,0	3,0	1,1	185,0	297,0	304,0	2,5	1,0

Примеры использования



44-801

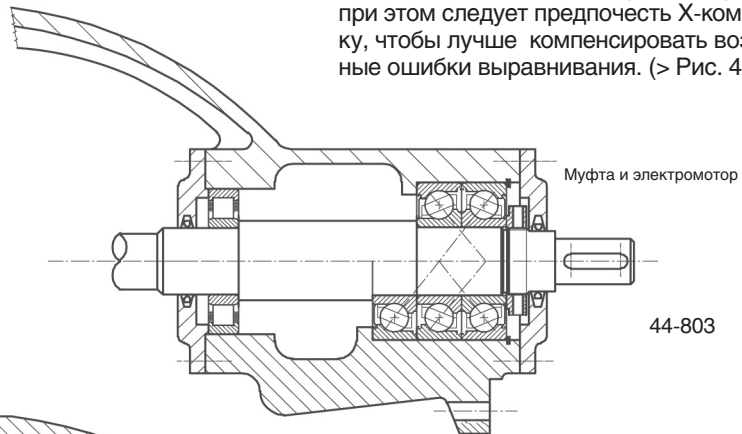


44-801a

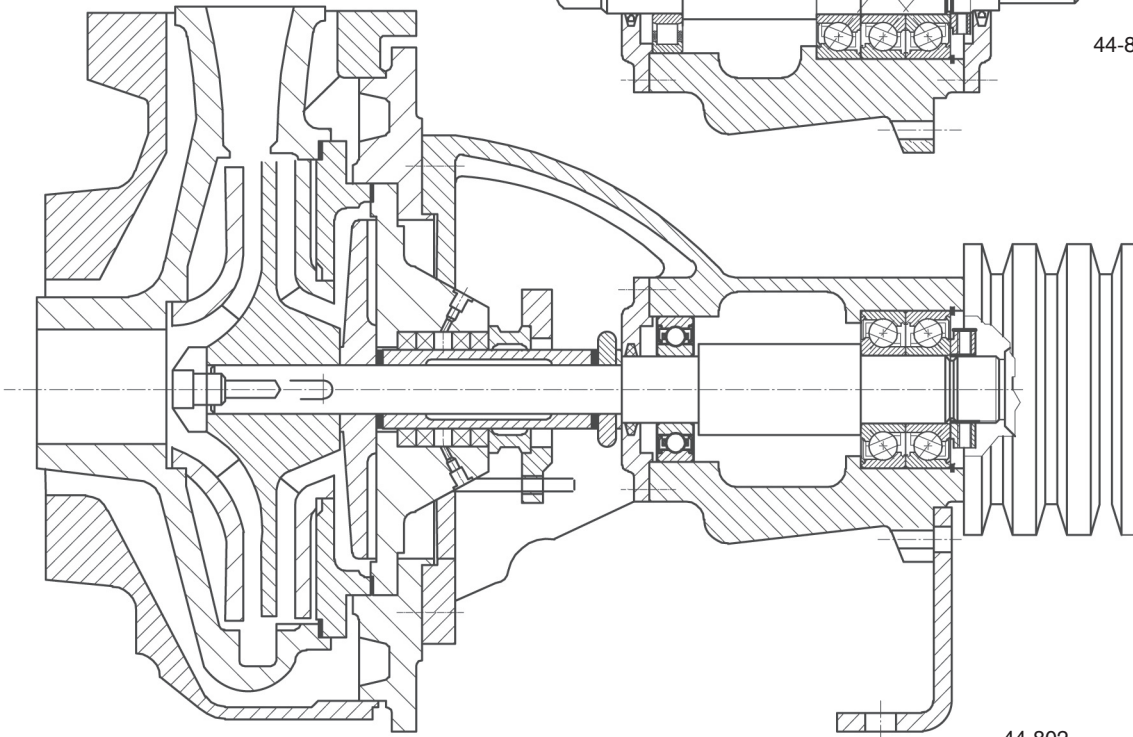
1. В подшипниковой опоре ножевого вала используются два подшипника 7207.BEP.P5.U.L с промежуточными кольцами одинаковой длины. Определенным образом притертый предварительный натяг позволяет осуществлять простой монтаж без дальнейшего согласования.

Частота вращения 7000 мин^{-1} при консистентной смазке. В этом случае весь узел, включая вал и корпус, был полностью смонтирован фирмой IBC, и осуществлена его поставка. (> Рис. 44-801, 44-801 а)

3. Если вал насоса имеет осевой непосредственный привод при помощи электромотора и расположенной между ними муфты, то при этом следует предпочесть X-компоновку, чтобы лучше компенсировать возможные ошибки выравнивания. (> Рис. 44-803)



44-803



44-802

2. При подшипниковой опоре вала насоса с ременным приводом установлены подшипники с O-компоновкой. O-компоновка обеспечивает лучшую поддержку нагрузки моментов клиновых ремней. (> Рис. 44-802)

(Другие компоненты, такие как зажимные гайки и лабиринтные уплотнения, смотри в каталоге T1 1-5010.2 / D.)