

### ... по продукции

- шпиндельные подшипники, радиальные подшипники, главные параметры 2
- конструкции шпиндельных подшипников 3-6
- сепараторы 7
- уплотнения, материалы 8
- гибридный подшипник с керамическими шариками
- класс точности и таблица допусков

### ... по опорным конструкциям

- преднатяг, жесткость, сила подъема
- расположение подшипника
- смазка
- точность переналадки

### ... по расчету работоспособности подшипника

- метод расчета 30
- номинальный и видоизменяющийся срок эксплуатации 31
- статическая работоспособность 32
- срок использования консистентной смазки 33
- предел вращений/ фактор корректировки 34-35

### ... по монтажу подшипника

- основные правила по хранению и монтажу 36
- анализ повреждений 36

## Таблица шарикоподшипников

### Шпиндельные подшипники

- схема маркировки 37
- таблица сравнения с другими производителями 38
- пояснения к формулам
- признаки подшипников

### Радиальные подшипники

- схема маркировки
- пояснения к формулам
- признаки подшипников

## Спец. решения

### Общее

- спец-подшипники / ....
- технология
- сервис

### Применение

- вакуумная техника
- магнитные подшипники
- измерительные приборы
- машиностроение

### Приложение

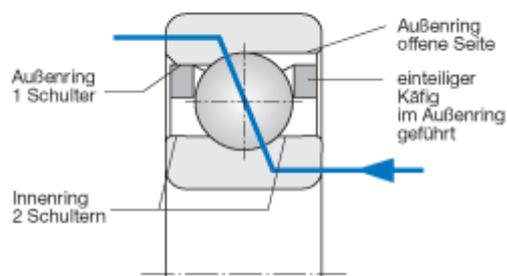
- термины на немецком и английском языках

## Шпиндельные подшипники (радиально-упорный подшипник)

Характеристика:

- восприятие осевой нагрузки возможна в одном направлении
- необходима регулировка зазора соседних подшипников
- большее количество шариков по сравнению с радиальным подшипником
- большая твердость и грузоподъемность
- подходят для большого количества вращений

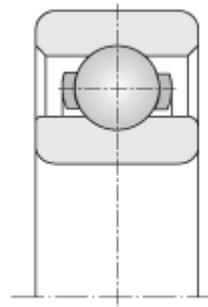
Внешняя нагрузка передается от одного кольца к другому под определенным углом.



## Радиальные подшипники

Характеристика:

- поддержка осевых и радиальных нагрузок возможна в двух направлениях
- подходят для большого количества



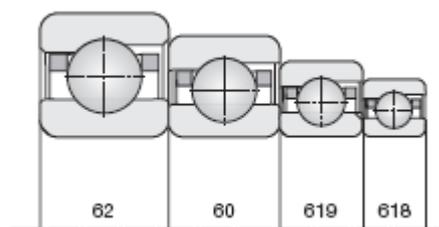
## Параметры

Все основные данные по измерениям соответствуют стандартам DIN, ISO и ABMA.

Каждое отверстие подшипника, в зависимости от типа, соответствует по внешнему диаметру и ширине.

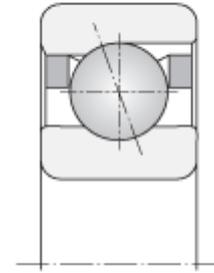
Типы подшипников, предлагаемые GMN:

- шпиндельные подшипники: 618..,619..,60..,62..
- радиальные подшипники: 60..,62..



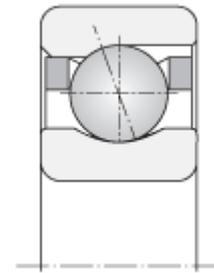
### Конструкция S

- стандартное исполнение GMN шпиндельного подшипника
- неразборный



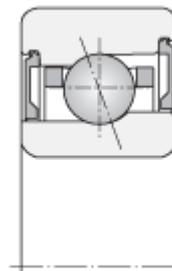
### Конструкция SM

- геометрия внутреннего кольца подходит для большого количества вращений
- меньший коэффициент работоспособности и статистической твердости, чем у исполнения S
- за счет меньшего трения срок работы одинаковый или больше чем у исполнения S
- неразборный



### Конструкция КН

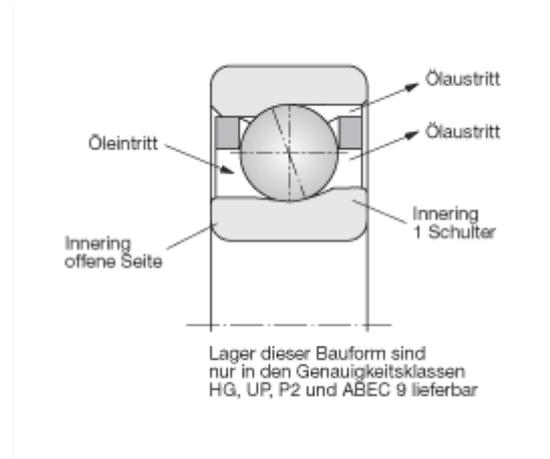
- шпиндельный подшипник, подходящий для большого количества вращений и увеличенного срока работы
- меньший коэффициент работоспособности и статической твердости чем у конструкции SM
- консистентная смазка для закрытого типа или масляная для открытого
- неразборный



## Конструкция SH

Спец. исполнение конструкции SM

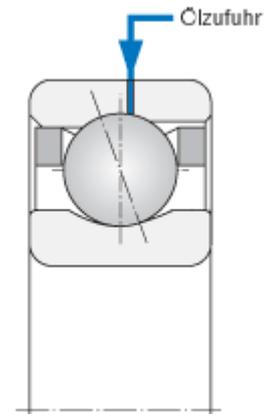
- подача масляной смазки на выступе внутреннего кольца
- данные количества вращений  
 $n \times d_m = 2,4 \cdot 10$  мм/мин.  
возможно при охлаждающей смазке
- неразборный
- поставка только на заказ



## Конструкция SMA

Спец. исполнение конструкции SM

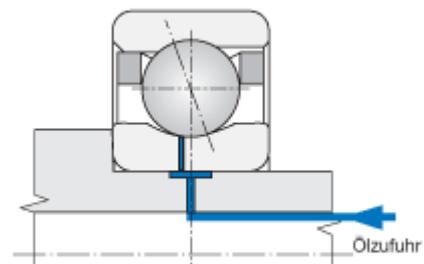
- подача смазки (масл.) по внешнему кольцу
- разработан для минимального количества смазки и большего количества вращений
- высокая надежность в работе достигается путем принудительной подачи смазки
- неразборный
- поставка только на заказ



## Конструкция SMI

Спец. исполнение конструкции SM

- подача смазки (масл.) по внутреннему кольцу
- разработан для минимального количества смазки и наибольшего количества вращений
- высокая надежность в работе достигается путем принудительной подачи смазки
- неразборный
- поставка только на заказ

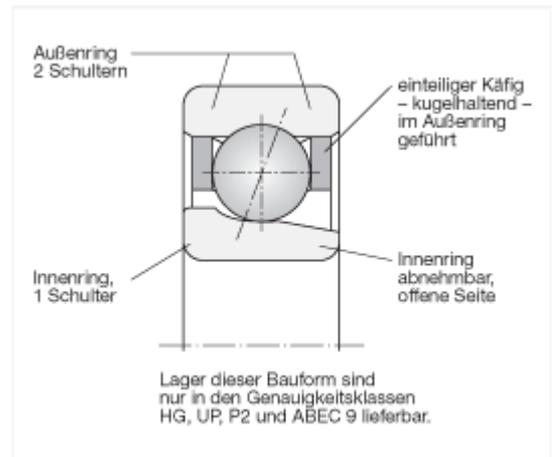


## Разборные подшипники

- простая сборка, за счет отдельной установки внутреннего и внешнего кольца (если необходимо)
- возможна балансировка вращающихся частей с собранным внутренним кольцом
- возможно осевое смещение опоры

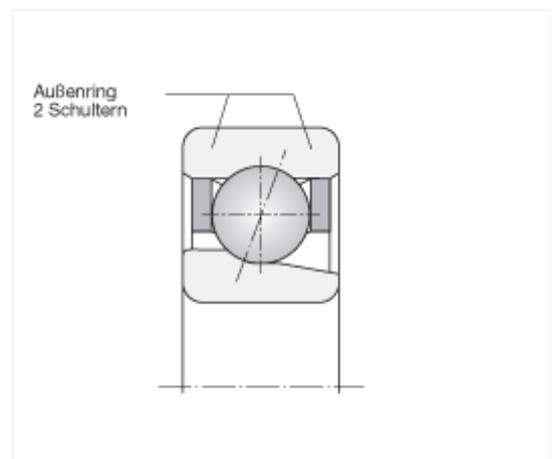
## Конструкция ВНТ

- сепаратор держит шарики на внешнем кольце так, что при снятии внутреннего кольца с выступом они не выпадают
- цельный сепаратор проходит по двум выступам внешнего кольца
- ..... такая же, как у конструкции SM
- за счет специфичной формы сепаратора (под шарик) количество шариков не достигает того, что у конструкции SM



## Конструкция ВНТ

- по основным параметрам соответствует конструкции ВНТ
- но, ... такая же, как у конструкции S
- за счет специфичной формы сепаратора (под шарик) количество шариков не достигает того, что у конструкции S



## Спец. конструкции (только на заказ)

### Конструкции ...X и ВНТ...X

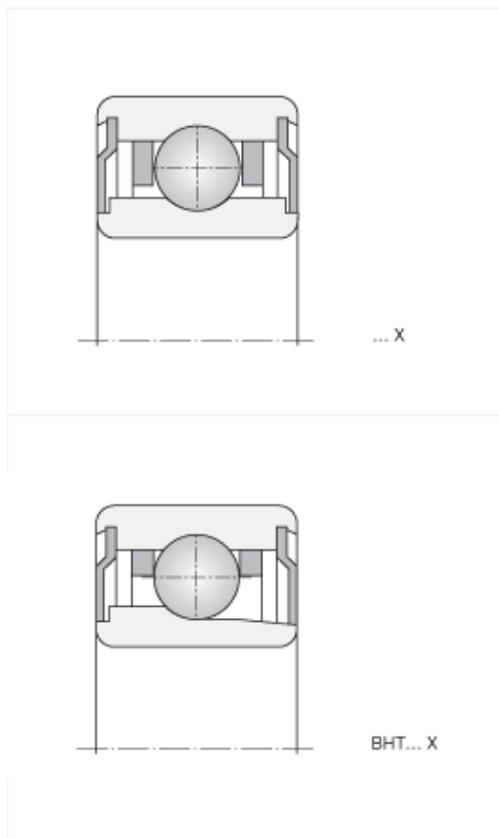
- неразборный
- высокоточные подшипники применяются для спец. обработок в сверлильных, фрезеровочных и шлифовальных шпинделях, в особенно широком исполнении с двусторонними закрытиями для больших вращений и смазки.
- не соприкасающиеся крышки с канавкой образуют

на внутреннем кольце лабиринтное уплотнение

- это незначительно влияет на трение подшипника.

С помощью лабиринтного уплотнения в подшипнике

удерживается смазка. Таким образом, подшипник «работает» с постоянной смазкой долгое время.

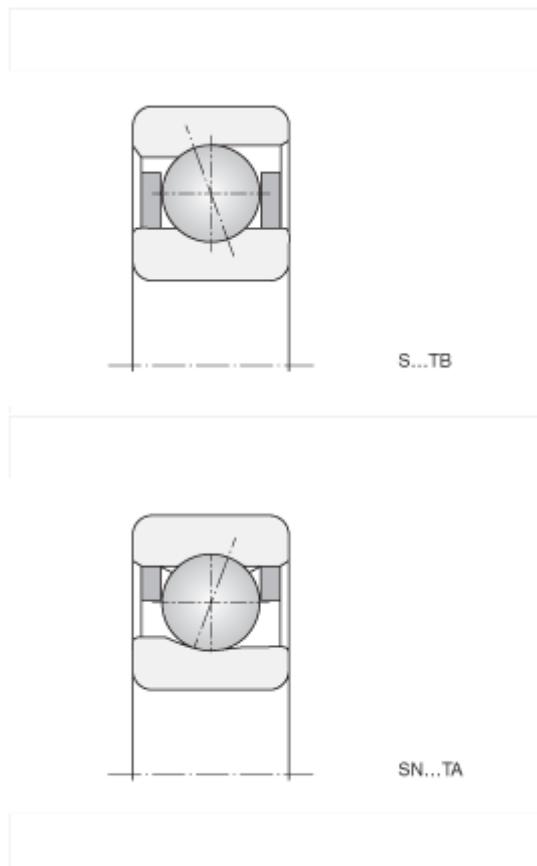


### Конструкции S...TB, SN...TA

У шпиндельных подшипников с постоянной смазкой и сепаратором с выступом могут возникнуть колебания сепаратора при критических количествах оборотов.

Кроме уже использованных ранее сепараторов ТХМ, существуют еще 2 альтернативы при колебаниях:

1. Применение сепаратора TB в конструкции S  
Сепаратор держится на внутреннем кольце за счет двух выступов  
Меньший коэффициент работоспособности и статической твердости, чем у шпиндельных подшипников с сепаратором ТА или ТХМ.
2. Применение конструкции SN  
Используется сепаратор ТА  
Сепаратор держится на внешнем кольце за счет двух выступов.  
.... такая же, как и у конструкции SM



## Сепараторы для шпиндельных подшипников

Сепараторы	ТА 	ТХМ 	ТАМ 	ТВ 
<b>Материал</b>	Текстолит	Термопласт, усилен частицами угля	Текстолит	Текстолит
<b>Допустимые температуры</b>	120 С	250 С	120 С	120 С
	На внешнем кольце	На внешнем кольце, с поддержкой шариков	На внешнем кольце, с поддержкой шариков	На внутреннем кольце
<b>Исполнение</b>	напряженный	Отлитый под давлением	напряженный	напряженный
<b>Характеристика</b>	Стандартный сепаратор	Разработан для <b>консистентной смазки</b> Смазка остается в области шарик/сепаратор; Большой срок износостойкости; альтернатива при колебаниях сепаратора		Меньший коэффициент работоспособности и чем подшипник с сепаратором- ТА
<b>Применение</b>	Для конструкций S,SM,KH,SH, SMI,SMA	Для конструкций S,SM	Для конструкций ВНТ,ВНТ	На заказ

## Сепараторы для радиальных подшипников

Сепаратор	Т9Н 	ТВН 	Ж 	ТА, ТВ 
<b>Материал</b>	Полиамид, усилен стекловолокном	Текстолит	Листовая сталь	Текстолит
<b>Допустимая температура</b>	140 С	120 С	220 С	120 С
<b>Исполнение</b>	Цельный, крончатый	Цельный, крончатый	Разъемный, с усиками или клепанный	Разъемный, клепанный

## Уплотнения

Радиальные и шпиндельные подшипники обрабатываются смазкой и уплотняются на весь срок работы.

На шпиндельные подшипники устанавливаются бесконтактные уплотнители “RZ” (само-держатся), а на радиальные подшипники уплотнения из стали “Z” (крепление на внешнем кольце пружинным стопорным кольцом)

## Преимущества

- возможны простые конструкции
- защита от грязи
- защита от выступа смазки

## Материал

### Кольца

Стандарт:

- Вакуумная дегазированная сталь 100 Cr 6  
(соответствует материалу 1.3505, SAE52100, SUJ2)  
с термообработкой до 150 С

-Сталь HNS (сталь с высоким содержанием азота)

- дает:
- высокие обороты
  - большую износостойкость
  - большую степень нагрузки
  - большую термостойкость
  - устойчивость к коррозии

- для более высокой температуры до 500 С: жаропрочная сталь (на заказ)

### Шарики

Стандарт:

- вакуумная дегазированная сталь 100 Cr 6  
(соответствует материалу 1.3505, SAE52100, SUJ2)

- керамический материал нитрид кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

- для более высокой температуры до 500 С: жаропрочная сталь (на заказ)

## Гибридные подшипники с керамическими шариками

**Гибридные подшипники**, которые состоят из стальных колец и керамических шариков, стали незаменимыми во многих областях применения.

Многочисленные тесты и успешные примеры применения таких подшипников подтверждают их очевидное преимущество.

### Характеристика керамики

Как материал для изготовления шариков для прецизионных подшипников отлично подходит керамический материал нитрид силиция Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. В диаграмме 1 приводится сравнение между нитридом силиция Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> и традиционной сталью 100 Cr 6.

Характеристики (комнатная температура)	Единица измерения	Керамика Si N	Сталь 100 Cr 6
Плотность	g/cm	3,2	7,8
Коэффициент растягивания	10 <sup>-6</sup> /K	3,2	11,5
Модуль эластичности	Gpa	315	210
Число	-	0,26	0,3
Твердость HV10	-	1600	700
?	Mpa	700	2500
Вязкий излом	Mpa m	7	20
Теплопроводность	W/mK	30-35	40-45
Спец электро сопротивление	mm /m	10 - 10	0,1-1

Преимущества керамики:

- малое сродство с 100 Cr 6
- меньший коэффициент трения
- устойчивость к коррозии
- меньшая теплопроводимость
- нет магнетизма
- изолирует электричество

### Преимущества в использовании

#### Большой срок использования

Гибридные подшипники достигают **двойной срок работоспособности**, в отличии от обычных подшипников.

В зависимости от условий работы, можно достичь более высоких оборотов.

#### Причины этого:

##### - небольшой адгезивный износ

Малое сродство со сталью уменьшает адгезивный износ, который появляется из-за холодной сварки шероховатых концов дорожки качения и шарика

##### - небольшой абразивный износ

Во время работы на стальной шарик попадает загрязнение, которое вдавливаются в поверхность шарика. При каждом вращении эти загрязнения портят дорожку качения. На твердую поверхность керамического шарика загрязнения не попадают.

##### - меньшее количество смазки

Небольшая адгезия и трение, придают гибриднему подшипнику хорошие качества при работе аварийного хода и делают его менее чувствительным к малому количеству смазки.

##### - долгий срок использования консистентной смазки

Низкая температура во время работы и подходящие трибологические качества удлиняют срок использования смазки.

## Большое количество оборотов

Достижение необходимого количества оборотов зависит в первую очередь от термических условий в подшипнике. Из-за небольшого трения термический подшипник теряет меньше мощности. Благодаря этому увеличивается предел оборотов. В зависимости от использования, у гибридных подшипников можно увеличить количество оборотов до 30%.

- **- Меньшее трение роликов**

За счет легкости керамических шариков, их центробежная сила меньше. Это и уменьшается трение роликов. Из-за большого модуля-Е эллипс давления уменьшается.

- **- Меньшее трение скольжения между шариком и дорожкой качения**

При больших оборотах трение скольжения имеет самое большое влияние на общее трение. Критерий для трения скольжения – низкое соотношение сверления или вращения. В диаграмме 2 показаны преимущества керамических шариков.

- **- Избежание скольжения шариков**

Шарики скользят в том случае, если сила между кольцами мала. Это происходит тогда, когда у подшипников малый преднатяг или большие ускорения. Минимальный преднатяг у гибридных подшипников возможно уменьшить.

## Большая твердость

- радиальная твердость керамических гибридных подшипников на 15% выше при низких оборотах. Причина этому, высокий модуль-Е.
- При высоких оборотах центробежная сила влияет на внутреннее распределение сил и динамическая твердость уменьшается. В диаграмме 3 показано уменьшение твердости у гибридного подшипника..
- большая твердость улучшает точность и смещает критическую частоту опоры.

## Улучшенная точность обработки

Следующие причины ведут к улучшению качества поверхности и точности обрабатываемого изделия:

- высокая твердость опоры
- небольшое теплорасширение
- небольшое колебание за счет керамических шариков
- **Экономически выгодная смазка**
- **Консистентная смазка** может использоваться при высоких оборотах
- При **минимальной масляной смазке** очевидно увеличивается предел оборотов.

## Коэффициент работоспособности

По нормам DIN/ISO установленный коэффициент работоспособности для гибридных подшипников не установлены. Если использовать классическую теорию об усталости металла, то коэффициент работоспособности срок эксплуатации получается ниже, чем у стальных шариков. Исследования доказывают, что настоящий срок намного больше. Поэтому, GMN использует одинаковый коэффициент работоспособности, как и для обычных подшипников.



## Примеры применения

### Шпинделя для станков:

Новейшие методы обработки, как например высокоскоростное резанье, требуют новые способы опоры шпинделей. Керамические гибридные Подшипники действительно увеличивают мощность.

### Спец-опоры:

Пример: вакуумные насосы требуют подшипники высокого качества. В шаровидных насосах используются преимущественно гибридные подшипники.

### Другие области применения:

- медицинская техника (трубные опоры рентгена)
- для магнитных подшипников
- подшипники для авиации и космоса

Керамические гибридные подшипники являются технической и экономической альтернативой в том случае, когда обычные подшипники не справляются со своими функциями.

## Класс точности

Допуски всех параметров прецизионных подшипников GMN, соответствуют междуна родным (ISO 492) и национальным (DIN 620). Прецизионные подшипники GMN исполнены с классом точности 4 и 2 (P2 – P4) и ABEC 7 – ABEC 9.

Для спец заказов, например для турбомолекулярных насосов, оптических приборов, подшипники изготавливаются с классом точности HG (высокоточный) и UP (сверхточный). Помимо указанных требований, существуют дополнительный критерий выбора класса точности.

## Внутреннее кольцо / данные в

d Номинальный диаметр отверстия (мм)	через до	2,5 10	10 18	18 30	30 50	50 80
		0-4,0	0-5,0	0-6,0	0-7,0	0-8,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-2,5	0-4,0	0-4,0	0-4,0	0-5,0
		0-4,0	0-5,0	0-6,0	0-7,0	0-8,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-2,5	0-4,0	0-4,0	0-4,0	0-5,0
		4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,5	4,0	4,0	4,0	5,0
		3,0	3,0	4,0	5,0	5,0
		3,0	3,0	3,0	5,0	5,0
		3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
		2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
		2,0	2,0	2,5	3,0	3,5
		2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
		2,5	2,5	3,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	3,0
		1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
		1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
		3,0	3,0	4,0	4,0	5,0
		3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
		3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
		1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
		0- 040	0- 80	0- 120	0- 120	0- 150
		0- 040	0- 80	0- 120	0- 120	0- 150
		0- 025	0- 80	0- 120	0- 120	0- 150
		0- 040	0- 80	0- 120	0- 120	0- 150
		0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
		0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
		0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
		0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
		2,5	2,5	2,5	3,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Все прецизионные подшипники GMN поставляются также по американским стандартам ABMA.

ISO	DIN	ABMA
Class 4	P4	ABEC7
Class 2	P2	ABEC9

**Внешнее кольцо / данные в**

D Номинальный диаметр внешнего диаметра (мм)	через до	6	18	30	50	80
		18	30	50	80	120
		0-4,0	0-5,0	0-6,0	0-7,0	0-8,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-2,5	0-4,0	0-4,0	0-4,0	0-5,0
		0-4,0	0-5,0	0-6,0	0-7,0	0-8,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-3,0	0-3,0	0-3,0	0-4,0	0-4,0
		0-2,5	0-4,0	0-4,0	0-4,0	0-5,0
		4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,5	4,0	4,0	4,0	5,0
		3,0	4,0	5,0	5,0	6,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
		2,5	4,0	4,0	4,0	5,0
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
		1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
		1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
		1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
		3,0	4,0	5,0	5,0	6,0
		2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
		2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
		1,5	2,5	2,5	4,0	5,0
		4,0	4,0	4,0	4,0	5,0
		4,0	4,0	4,0	4,0	5,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
		5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,5
		1,5	2,5	2,5	4,0	5,0
<b>CS одинарный подшипник</b> Отклонения ширины внешнего кольца от номинальных данных – допуск ширины	P4 HG UP P2	Идентично с BC внутреннего кольца того же подшипника				
<b>BS парный подшипник</b> Отклонения ширины внешнего кольца от номинальных данных – допуск ширины	P4 HG UP P2	Идентично с BC внутреннего кольца того же подшипника				
		2,5	2,5	2,5	3,0	4,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

## Угол контакта

Угол контакта определяется прямой, проходящей между точками соприкосновения шарик/дорожка качения и радиальная плоскость. Внешние нагрузки переносятся в сторону этих прямых с одного кольца на другое.

Угол контакта зависит от радиального зазора и угла касания.

Одинаковое распределение нагрузок на 2 или большее количество подшипников возможно в том

случае, если у всех подшипников одинаковый угол контакта.

Такие типы подшипников GMN поставляют на заказ. При применении, необходимо следить за тем, чтобы у подшипников установились опять одинаковые углы контакта.

Угол контакта четко установлен. При изменении оборотов в рабочем режиме, внешних сил и разницы температуры сменяется и угол контакта с внутреннего кольца на внешнее.

При увеличении угла контакта:

- Снижается предел оборотов
- Снижается радиальная твердость
- Увеличивается осевая твердость

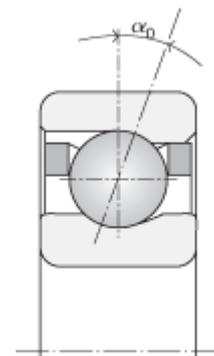
Стандартом у GMN является 15 и 25.

Другие углы контакта поставляются на заказ

## Зазор в подшипнике

Радиальный зазор: смещение в радиальную сторону

Осевой зазор: смещение в осевую сторону



$\alpha_0 = \text{Nennkontaktwinkel}$

## Точность форм и вращения

Путем выборочного контроля колец и шариков гарантировано низкий уровень вибраций и точность вращения.

С помощью самых новых измерительных аппаратов контролируется форма и качество поверхности. Данные биения собранного подшипника контролируются на 100%.

Корпусный шум- вибрация

Уровень корпусного шума зависит от:

- Точности формы и качества поверхности беговых дорожек и шариков
- Сепаратора
- Чистоты и вида смазки

GMN проводит испытание корпусного шума на 100%. Постоянный выборочный анализ спектра дает точные сведения о пульсации внешнего и внутреннего кольца и шариков. Спектр корпусного шума у подшипника в основном прерывный, доминирующие частоты predeterminedены конструкцией.

По данной формуле можно рассчитать специфичные частоты подшипника

*Частота прохождения шарика  $f_{AR}$  на внешнем кольце*

$$f_{AR} = \frac{Z}{2} \cdot f_i \cdot \left(1 - \frac{D_w}{T} \cos \alpha_0\right) [1/\text{sec}]$$

*Частота прохождения шарика  $f_{iR}$  на внутреннем кольце*

$$f_{iR} = \frac{Z}{2} \cdot f_i \cdot \left(1 + \frac{D_w}{T} \cos \alpha_0\right) [1/\text{sec}]$$

*Частота вращения шарика  $f_w$*

$$f_w = \frac{f_i}{2} \cdot \left(\frac{T}{D_w} - \frac{D_w}{T} \cos^2 \alpha_0\right) [1/\text{sec}]$$

*Частота сепаратора  $f_k$*

$$f_k = \frac{f_i}{2} \cdot \left(1 - \frac{D_w}{T} \cos \alpha_0\right) [1/\text{sec}]$$

---

$f_i$  = частота волн 1/сек

$D_w$  = диаметр шарика в мм

$T$  = диаметр делительной окружности в мм

$Z$  = количество шариков

$\alpha_0$  = углу контакта

## Радиальное биение

Норма радиального биения внутреннего и внешнего кольца контролируются на 100%. По желанию GMN маркирует место точкой. Для дополнительной помощи по уменьшению косога удара волны.

## Сортировка

Если два или несколько парных подшипников с одинаковой нагрузкой, то диаметры отверстия и корпуса должны показывать одинаковые номинальные данные. Путем селективного подбора диаметра отверстия и внешнего диаметра облегчается встраивание на вал и в корпус.

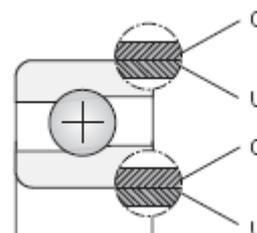
Допуски меньше 3 не делятся. Сортировочные группы по техническим причинам могут быть только выявлены, но не обособлено изготавливаться. На упаковке группы маркируются следующим образом:

Сортировка	Окружность	Боковая поверхность
X 11	O	O
X 12	O	U
X 21	U	O
X 22	U	U
X 10	O	-
x 20	U	-

O = верхний предел

- = нет разделения

U = нижний предел



## Преднатяг

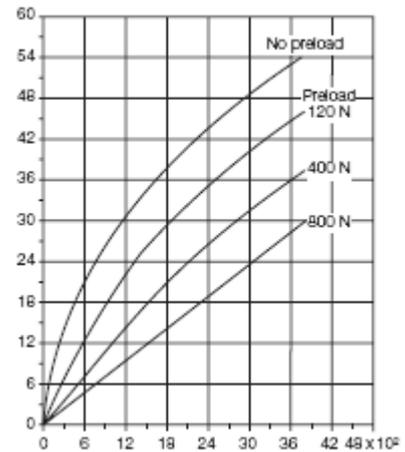
- постоянно действующая осевая нагрузка на подшипник

*Осевая деформация*

Преимущества преднатяга:

- высокая точность и низкий уровень шума опоры
- уменьшение деформации (диагр.1)
- увеличение твердости подшипника (диагр.2)
- уменьшение трения скольжения при высоких оборотах
- препятствует скольжению шаров при больших ускорениях
- увеличивает несущую подъемность опоры

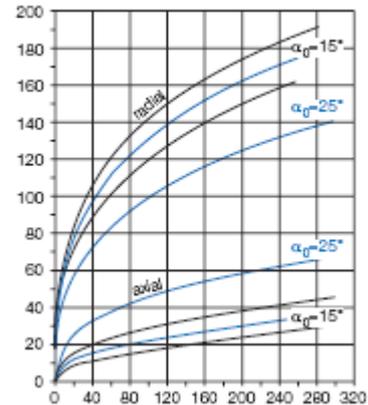
Диаграмма 1



*Осевая сила [N]*

Диаграмма 2

*Твердость*



*Осевая сила [N]*

## Твердость

- внешняя нагрузка подшипника, которая совершает смещение колец друг к другу на  $1 \dots$

Данные осевой твердости указаны в таблицах типов подшипников

## Сила подъема

- показывает пограничные данные внешней осевой нагрузки
- Если внешняя нагрузка превзойдет силу подъема:
  - шарики и дорожки качения разгруженного подшипника не находятся в постоянном контакте
  - с увеличением трения скольжения увеличивается износ

Данные силы подъема указаны в таблицах типов подшипников

## Минимальный преднатяг при высоких оборотах

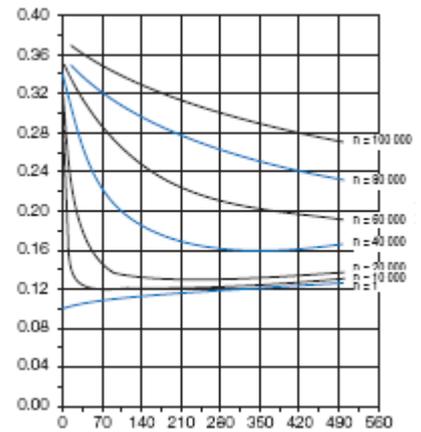
- необходим для уменьшения частот трения скольжения

Если минимальный преднатяг будет занижен:

- шарики и дорожки качения не находятся в постоянном контакте
- с увеличением трения скольжения увеличивается износ
- уменьшение срока эксплуатации

Данные минимального преднатяга указаны в таблицах типов подшипников

Диаграмма 3



Осевая сила [N]

## Виды преднатяга

### Преднатяг с движением

Показания:

- не реагирует на разные тепловые деформации между валом и корпусом
- подходит для очень высоких оборотов



На рис. 1 показан шпиндель в котором подшипник 1 расположен жестко по осевой,

а подшипник 2 в корпусе двигается. Сила натяга влияет на внешнее кольцо подшипника 2 и способствует постоянному преднатягу для двух подшипников, практически независимых от оборотов и температурных колебаний.

Следует учитывать способность внешнего кольца к смещению. Подшипники с преднатягом со смазкой могут достигать таких же показаний оборотов как и один подшипник.

### Жесткий преднатяг

Показания:

- большая жесткость при радиальных нагрузках
- низкий предел оборотов в сравнении к преднатягу с движением
- за счет изменения длины (происходит из-за колебаний температуры между валом и корпусом) изменяется величина преднатяга
- в осевую сторону более высокая жесткость чем у преднатяга с движением



На рисунке показан шпиндель у которого оба подшипника соединены и вмонтированы по осевой стороне. Подшипники с таким расположением имеют осевой преднатяг.

GMN может поставлять парные подшипники с необходимым преднатягом.

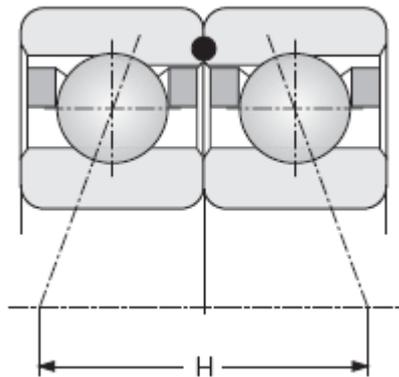
Необходимо принять во внимание изменения натяга в промышленных условиях.

## Расположение подшипников

### Расположение – О (DB)

Кривые давления расходятся в сторону оси подшипника:

- опорная основа  $H$ , служит жесткой основой против опрокидывающего момента
- осевая сила в обе стороны

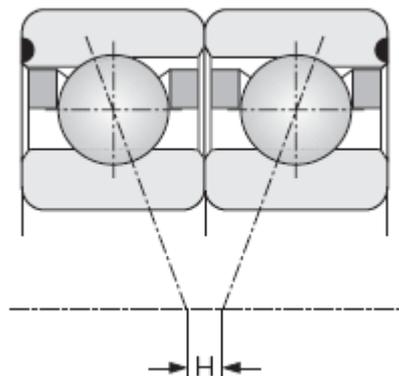


### Расположение – X (DF)

Кривые давления сходятся в сторону осей:

- опорная основа  $H$  меньше и стабильность меньше
- это расположение менее чувствительно к непрямолинейности

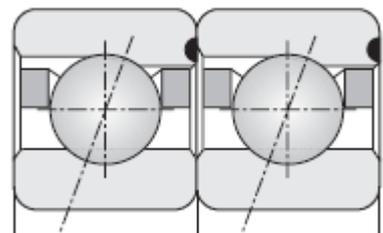
Касательно грузоподъемности, расположение –X ведет себя как и расположение –О



### Расположение тандем (TD)

2 парных подшипника располагается параллельно в сторону нагрузки:

- в одну осевую сторону больше нагружен чем один подшипник
  - оба подшипника должны иметь одинаковую точку контакта, к которой можно присоединить третий подшипник
- Предназначается рессорами

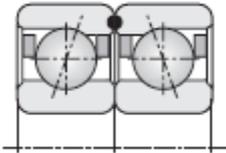


## Многоколичественное расположение

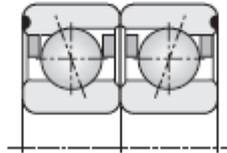
Если требуется большая жесткость или большая нагрузка на шпиндель, формируются наборы из 3-х или больше подшипников в расположении X-, O- или тандем.

Некоторые соединения (наборы) представлены на чертежах.

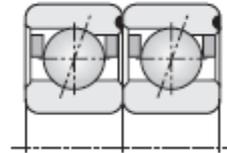
## Дуплексированные подшипники



Расположение- O  
(DB)

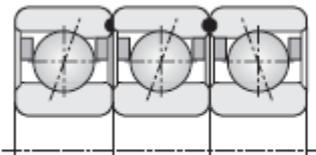


Расположение- X  
(DF)

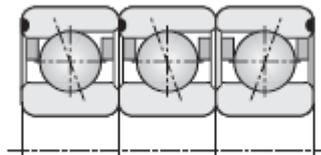


Расположение тандем  
(DT)

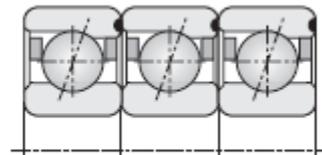
## Набор из 3-х подшипников



TBT

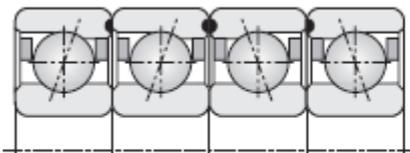


TFT

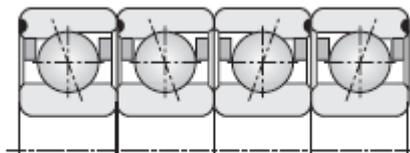


TDT

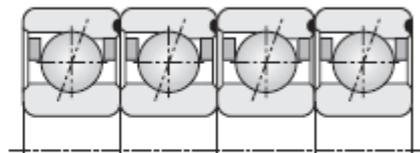
## Набор из 4-х подшипников



QBC



QFC



QTC

## Прокладочное кольцо

За счет встраивания парным подшипникам прокладочных колец достигается:

- опорная основа Н (у расположений Х- и О-) увеличивается
- лучше выводится тепло от трения
- за счет удобного подвода и вывода смазочных веществ, улучшается смазывание подшипника

Ширина прокладочного кольца должна соответствовать ширине одиночного подшипника.

Необходимо принять во внимание торцевую параллельность прокладочных колец. Следует шлифовать торцы прокладочных колец одним рабочим циклом.

Возможно изменение преднатяга уже установленных подшипников через прокладочные кольца.

Если прокладочные кольца вала уже чем прокладочные кольца в корпусе, то:

- уменьшается преднатяг расположения- Х
- увеличивается преднатяг расположения- О

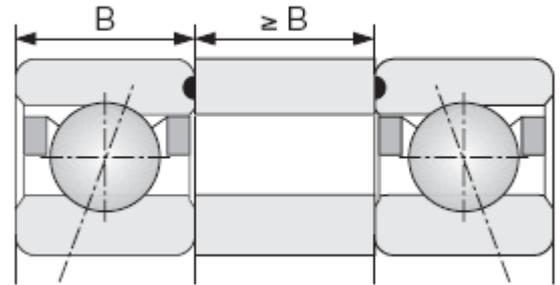
Необходимая разность величин прокладочных колец возможна на заказ

## Универсальная наладка

По стандарту, шпиндельные подшипники фирмы GMN налажены универсально. Все подшипники одинакового размера и наладки могут поставлены парами или наборами в расположениях Х-, О- или тандем.

## Специальная наладка

Подшипники этого типа упаковываются парно или набором и не должны смешиваться с подшипниками из другой упаковки. Подшипники из такого набора пронумерованы друг за другом.



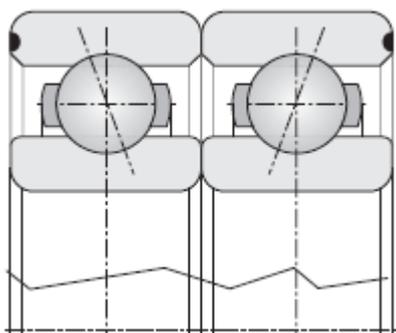
## Парные радиальные подшипники

К опорным узлам предъявляются большие требования (например – большая осевая или радиальная несущая способность у подшипников с небольшими показателями). В этом случае применяются парные радиальные подшипники.

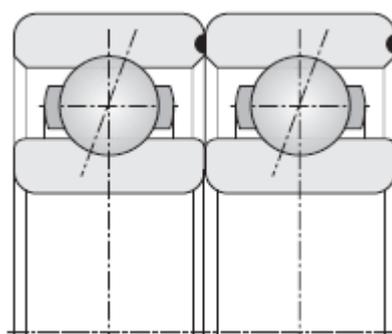
В пару могут ставиться только подшипники одного ряда и с одинаковыми показателями.

### 1. Универсальная пара

У универсальных пар одиночные подшипники обработаны так, что подшипники в паре могут быть расположены и как X-, O- или тандем. Подшипники одинаковых пар могут быть между собой заменены (например: универсальная пара с одинаковым осевым зазором, универсальная пара без осевого зазора или универсальная пара с одинаковой предварительной нагрузкой).



Расположение- X



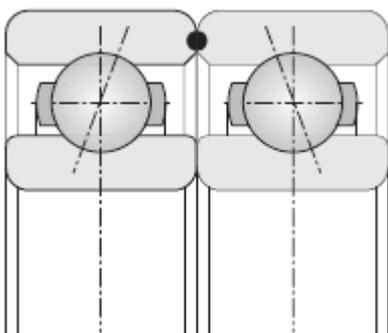
Расположение тандем

При установке универсальных пар с или без осевого зазора или предварительной нагрузкой в расположении тандем осевая нагрузка распределяется на оба подшипника.

Универсально спаренные подшипники в одинаковых парах могут быть при необходимости соединены в большие группы с расположением –X и тандем или расположением –O и тандем с более двух подшипников.

Универсальная пара возможна с предварительной нагрузкой см. таблицу 2.1

При сборке универсально спаренного подшипника необходимо следить за маркировкой колец (тип), как это указано на чертежах.



Расположение- O

 = маркировка типа на внешнем кольце и знак расположения подшипника

### 1.1 **Универсальная пара с осевым зазором** (маркировка **DUA**)

Подшипники обработаны так, что при торцевом креплении внутреннего и внешнего колец с расположением- X и –O осевой зазор уже есть.

Так как величина осевого зазора зависит от условий эксплуатации подшипника, зазор определяется примерно ( при осевом зазоре от 40 до 60 – тип DUA 40.60)

### 1.2 **Универсальная пара без осевого зазора** (маркировка **DUO**)

Подшипники обработаны так, что при торцевом креплении внутреннего и внешнего колец с расположением- X и –O зазора нет.

### 1.3 **Универсальная пара с предварительной нагрузкой** (маркировка **DUV**)

Пара подшипников с предварительной нагрузкой используется там, где требуется жесткий опорный узел, без зазоров.

Спаренные подшипники с предварительной нагрузкой имеют преимущество в том что при влиянии внешней силы происходит небольшое эластичное пружинение колец подшипника в отличии от парных подшипников без преднатяга или одиночных подшипников.

Подшипники спарены таким образом, что при торцевом креплении внутренние и внешние кольца находятся в преднатяге. Величину предварительной нагрузки следует рассматривать как осевую нагрузку.

Предварительная нагрузка подшипников по DUV составляет примерно 2% от динамического коэффициента работоспособности , максимально 300 N. Возможен выбор предварительной нагрузки в зависимости от потребностей .

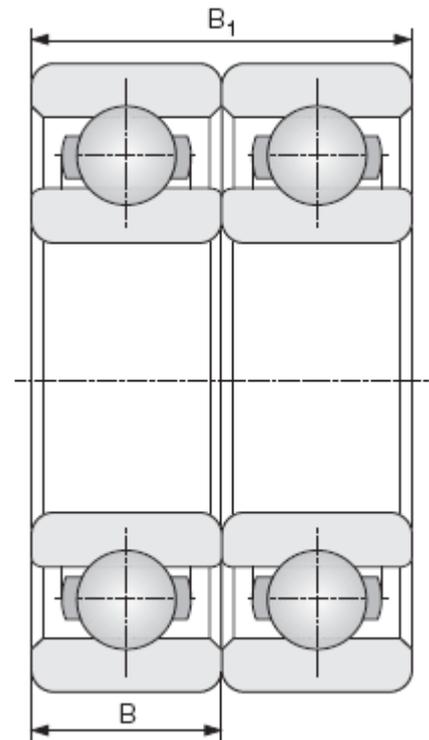
## 2. Измерительные нагрузки и допуски

### 2.1. Измерительные нагрузки и предварительная нагрузка

Вид пары	Измерительная нагрузка	
DF DB DT DUA DUO	d	
	3– 7 мм	12 N
	8- 15 мм	22 N
	15 – 30 мм	32 N
	за 30 мм	50 N
DUV Предварительная нагрузка согласована для применения	2 % от динамического коэффициента работоспособности, при макс. 300 N	

### 2.2. Допуски ширины спаренных подшипников

Вид пары	Допуски ширины
DF DB	B 0
DT	- 250
DUA DUO	B <sub>1</sub> 0
DUV	- 500



## Смазка

Правильный выбор вида и вещества смазки так же важен для работы опорной основы как и выбор подшипника.

### Консистентная смазка

Использование консистентных смазочных веществ необходимо тогда, когда ...

- не требуется частый ремонт
- максимальное количество оборотов подшипника не превышает коэффициент консистентного вещества  $n \cdot dm$
- требуются небольшие потери при трении и быстро-крутящиеся подшипники

#### Подготовительная фаза для консистентной смазки

При применении подшипников с большим количеством оборотов, для лучшего эффекта и эксплуатационного срока следует учитывать подготовительную фазу. Благодаря этому консистентное вещество лучше распределяется, за счет чего достигается низкая температура подшипника.

Производителями смазок предлагается множество консистентных смазок подходящих для большого количества оборотов. При выборе консистентной смазки следует учитывать величину подшипника и рабочее количество вращений, а также фактор смазки  $n \cdot dm$ .

$$n \cdot dm_{\text{brg}} = \frac{n \cdot (D + d)}{2} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{min}} \right]$$

D : внешний диаметр подшипника [мм]  
d : диаметр отверстия подшипника [мм]  
n : рабочее количество вращений [1/мин]

В таблице указаны типы смазок, которые применяются в подшипниках с большим количеством оборотов (параметры количества оборотов  $n \cdot dm > 1 \cdot 10^6$  мм/мин)

В зависимости от применения, возможно достижение за счет синтетических консистентных смазок более высоких данных (от  $1,5 \cdot 10^6$  мм/мин)

Код GMN	Загуститель	Основа смазки	Кинематическая вязкость основы по DIN 515 прим. мм <sup>2</sup> /сек		Класс консистентности по DIN 51817 [NLG]	Применяемый диапазон температуры [ C ]	Фактор $n \cdot dm$ [мм/мин ]	Примечания к применению
			40 C	100 C				
274	Спец литий	РАО/ сложный эфир	25	6,0	2/3	-40 ... +140	2,2 $10^6$	Сверхскоростная консистентная смазка, очень хорошие показания по износостойкости, особенно подходит для гибридных подшипников с керамическими шариками, защита коррозии
249	Спец кальций	Сложный эфир + минеральные масла	23	4,7	2	- 40 ... +130	1,3 $10^6$	Хорошая активизация защиты от износа, низкий показатель трения, особенно подходит для гибридных подшипников с керамическими шариками, защита коррозии, водостойкость, стойкий к старению
007	Литиевое мыло	Сложный эфир + минеральные масла	15	4,5	2	- 50 ... +120	1,0 $10^6$	Малая нагрузка, низкий показатель трения
122	Литиевое мыло	Синтетический углеводород	19	4,2	0	-60 ... +130	1,0 $10^6$	Специальная активизация защиты от износа, для относительно большой нагрузки, низкий показатель трения
055	Барий комплекс	Сложный эфир + минеральные масла	23	4,7	2	-30 ... +130	1,0 $10^6$	Хорошая влияние защиты от износа, низкий показатель трения, особенно подходит для гибридных подшипников с керамическими шариками, защита коррозии, водостойкость, стойкий к старению
126	Барий комплекс	Синтетический углеводород	30	5,5	2	-50 ... +150	1,0 $10^6$	Для относительно большой нагрузки, защита от коррозии, водостойкость, стойкий к старению

## Смазывание маслом

Необходимо если,

- высокие обороты не допускают использование консистентной смазки
- смазочное вещество должно одновременно выводить тепло из подшипника

Наиболее часто используемые виды масляных смазок:

### - Смазка масляным туманом:

В данном варианте распыляемое масло смазывает, поток воздуха охлаждает опорный узел, а избыточное давление предотвращает попадание грязи.

### - Воздушно-масляная смазка (минимальная смазка):

Масло поступает в подшипник по средством сжатого воздуха каплями. Размер капель и временной период между двумя каплями регулируется.

Смазка впрыскиванием масла (охлаждающая смазка):

Необходимое количество масла поступает путем впрыскивания через подшипник, тепло от трения выводится. Охлаждение масла достигается за счет например, воздушно-масляного теплообменника.

В таблице представлены наиболее применяемые масла:

Тип масла	Точка замерзания	Точка воспламеняемости	Кинематическая вязкость мм <sup>2</sup> /сек при 40 С	Кинематическая вязкость мм <sup>2</sup> /сек при 100 С	Приемлемый диапазон температуры	Спецификация	Примечания к применению
минерал	-33	+120	32,0	5,4	-25 ... +80		Хорошая защита от коррозии и износа воздушно-масляной смазки
минерал	-36	+98	3,1 при 20 С	2,1 при 40 С	-		Смазка путем впрыска, не окисляется, не ржавеет
эфир	-70	+205	12	3,2	Прим. -65 ... +100		Холодоустойчивость, долговечность масла, устойчивость к высокому давлению, не окисляется с плоской кривой с диаграммой VT
синтез	-60	+220	12,2	3,2	До +130	MIL-L-6085A AIR 3511A	небольшая улетучиваемость, подходит особенно для низких температур, устойчивость к окислению и коррозии, / для космических инструментов, ротационных подшипников, смазки фитиля
эфир	-68	+220	14,3	3,7	-50...+120	MIL-L-6085A	Устойчивость против старения, защита от коррозии, небольшое испарение/ для авиационных и инструментальных подшипников
минерал	-51	+150	10	7,4 при 50 С	-20...+80		Хорошее соотношение вязкости и температуры, устойчивость против старения./шлифовальные шпинделя, смазка масляным туманом
минерал	-50	>150	10	8,5 при 50 С	-40...+80		Хорошее соотношение вязкости и температуры, устойчивость против старения./шлифовальные шпинделя, смазка масляным туманом
силикон	-65	+280	60	20	-55...+200		Масло для высокой и низкой температуры./ для космических технологий, устройств с записывающей пленкой

## Точность переналадки деталей

Большую роль при работе точной опоры, играет качество обработки посадки подшипника и правильный ее выбор.

Данные направления **посадки вала** и **корпуса** для классов точности P4, HG, UP, P2 указаны в следующих таблицах.

### Вал (вращающейся)

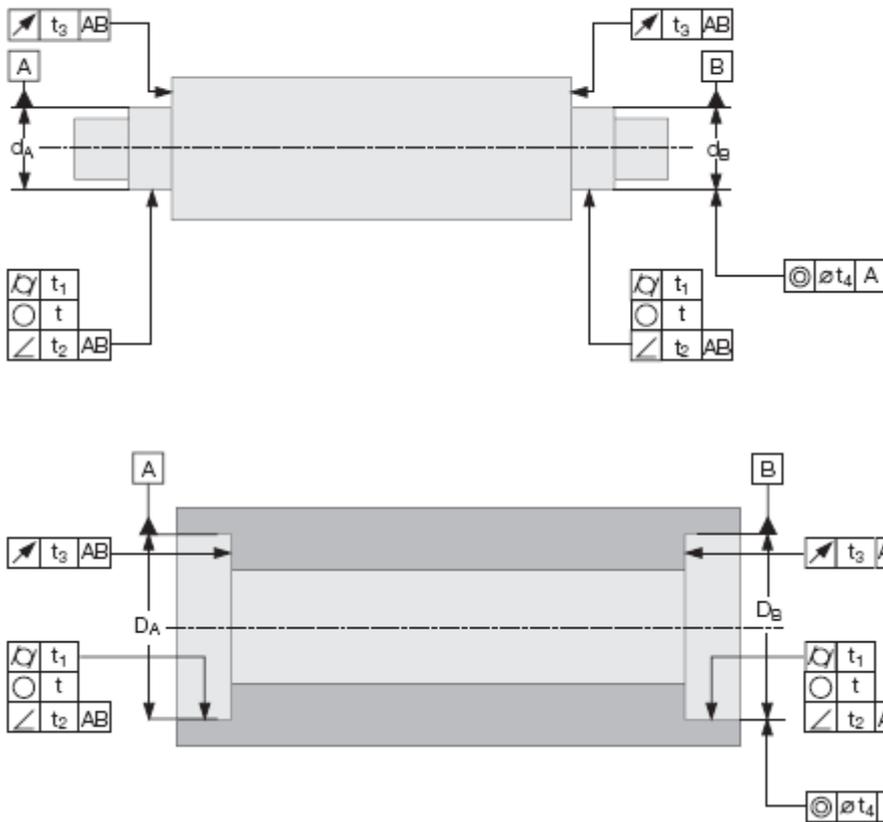
Номинальный диаметр (мм)		за до	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80
Отклонение размера вала в микронах	P4	Верх низ	-0 -5	-0 -5	-0 -6	-0 -7	-0 -8	-0 -9
	P2 HG UP	Верх низ	-0 -4	-0 -4	-0 -5	-0 -6	-0 -7	-0 -8

### Корпус

Номинальный диаметр (мм)			За до	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120
Отклонение размера корпуса в микронах	P4	Фиксированный подшипник	Верх низ	+ 8 + 0	+ 9 + 0	+ 10 + 0	+ 11 + 0	+ 12 + 0
	P4	Плавающий подшипник	Верх низ	+ 10 + 2	+ 11 + 2	+ 13 + 3	+ 14 + 4	+ 15 + 4
	P2 HG UP	Фиксированный подшипник	Верх низ	+ 5 + 0	+ 6 + 0	+ 7 + 0	+ 8 + 0	+ 9 + 0
	P2 HG UP	Плавающий подшипник	Верх низ	+ 7 + 2	+ 8 + 2	+ 9 + 2	+ 10 + 2	+ 11 + 2

От качества обработки опорной поверхности и посадки подшипника зависят точность вращения и низкая рабочая температура опоры.

Данные по допускам формы и положения указаны в следующих таблицах.



Признаки	Символ	Данные допуска	Допустимые отклонения форм	
			P4 (HG)	P2 (UP)
Круглость	○	t1	IT 1	IT0
Коничность	◊	t1	IT1	IT0
Угловатость	∠	t2	IT1	IT0
Торцевое биение	↗	t3	IT1	IT0
Соосность	◎	t4	IT3	IT3

Номинальный диаметр (мм)	Качество допусков в микронах			
	IT0	IT1	IT2	IT3
> 6 – 10	0,6	1	1,5	2,5
> 10 – 18	0,8	1,2	2	3
> 18 – 30	1	1,5	2,5	4
> 30 – 50	1	1,5	2,5	4
> 50 – 80	1,2	2	3	5
> 80 - 120	1,5	2,5	4	6

## Расчет работоспособности подшипника

Данный метод расчета является стандартом по DIN ISO 76 (статический коэффициент работоспособности) и DIN ISO 281 (динамический коэффициент работоспособности, срок эксплуатации).

### 1. Определение динамического коэффициента работоспособности C

Для двух или более шпindelных подшипников с расположением- X, O или тандем:

$$C = i^{0,7} \cdot C_{\text{single bearing}} \text{ [N]}$$

i Количество подшипников

$C_{\text{single}}$  коэффициент работоспособности одного подшипника [N]

### 2. Определение эквивалентной нагрузки P

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \text{ [N]}$$

X, Y радиальный и осевой фактор

$F_r, F_a$  радиальная нагрузка, осевая нагрузка [N]

### 3. Определение факторов X и Y

	Относительная осевая нагрузка $i \cdot F_a / C_0$ 1)	Единый подшипник Расположение тандем 2)				Пара подшипников Расположение-X, O				
		e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$		$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Шпindelный подшипник Угол контакта 15	0,015	0,38				1,47		1,65		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
	0,120	0,47	1	0	0,44	1,19	1	1,34	0,72	1,93
	0,170	0,50				1,12		1,26		1,82
	0,290	0,55				1,02		1,14		1,66
	0,440	0,56				1,00		1,12		1,63
	0,580	0,56				1,00		1,12		1,63
Шпindelный подшипник Угол контакта 25		0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41
	0,014	0,23				2,30		2,78		3,74
	0,028	0,26				1,99		2,40		3,23
	0,056	0,30				1,71		2,07		2,78
	0,085	0,34				1,55		1,87		2,52
	0,110	0,36	1	0	0,56	1,45	1	1,75	0,78	2,36
	0,170	0,40				1,31		1,58		2,13
	0,280	0,45				1,15		1,39		1,87
	0,420	0,50				1,04		1,26		1,69
	0,560	0,52				1,00		1,21		1,63
	0,014	0,29				1,88		2,18		3,06
	0,029	0,32				1,71		1,98		2,78
	0,057	0,36				1,52		1,76		2,47
	0,086	0,38				1,41		1,63		2,29
	0,110	0,40	1	0	0,46	1,34	1	1,55	0,75	2,18
	0,170	0,44				1,23		1,42		2,00
	0,290	0,49				1,10		1,27		1,79
	0,430	0,54				1,01		1,17		1,64
	0,570	0,54				1,00		1,16		1,63

1)  $C_0$  : статистический коэффициент работоспособности [N]

2) Для расположения тандем  $i=1$ , данные  $F_a$  и  $C_0$  относятся к единичному подшипнику



С помощью вычисления видоизменяющего срока эксплуатации могут учитываться разные параметры влияния:

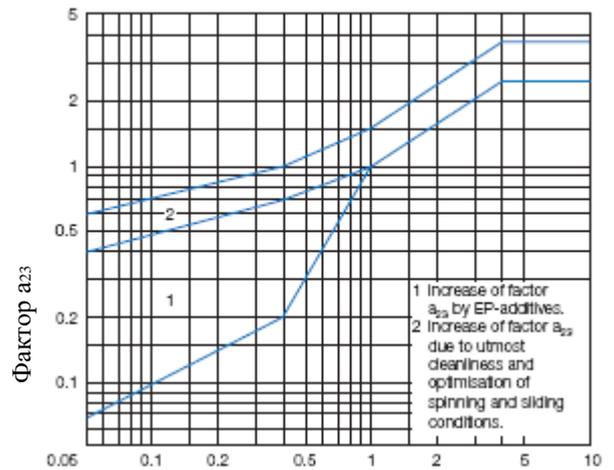
- Вероятность выхода из строя, отклонения которой расходятся на 10% (фактор a1)
- Признаки материала (фактор a2): GMN применяет сталь

- особенно высокого качества: a2=1
- Толщина смазочной пленки, аддитивы смазочного вещества, загрязнения (фактор a3)
- Отклонения от нормальной рабочей температуры (>150 C) (фактор fi)

Настоящий срок эксплуатации подшипника зависит ни только от усталости материала (теоретический срок эксплуатации), но и от срока изнашиваемости и срока эксплуатации смазки.

Новая программа по расчету подшипников **GLOBUS** находится на интернет-портале GMN для скачивания ([www.gmn.de](http://www.gmn.de)).

Программа также предлагает расчет специальных частот и банк данных по смазкам.



Соотношение вязкости

Диаграмма 3

## Определение статистической работоспособности

1. Определение статистической эквивалентной нагрузки  $P_0$ .

$$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a$$

если  $P_0 < F_r$   $P_0 = F_r$

$X_0$   $Y_0$  радиальный и осевой фактор: см. таблицу

$F_r$   $F_a$  радиальная и осевая сила [N]

	Расположение тандем единичного подшипника		Пара подшипников в расположении- X или O	
	$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
Угол контакта 15	0,5	0,46	1	0,92
Угол контакта 25	0,5	0,38	1	0,76
Радиальный подшипник	0,6	0,5		

2. Определение статического показателя  $f_s$

$$f_s = i \cdot C_0 / P_0$$

i: количество подшипников

$C_0$ : статический коэффициент работоспособности [N]

$P_0$ : статически схожая нагрузка [N]

- статический показатель за показанием 2,5
- статический показатель указывает на безопасность в случае большой пластической деформации в местах контакта шарика и дорожки качения

## Срок использования консистентной смазки

Срок использования консистентной смазки зависит в основном

- от таких параметров как:
- консистентного вещества
- условий эксплуатации
- конструкции

Необходимо тщательно выбирать смазку.

На графике 1 **срок эксплуатации** смазки показан в взаимосвязи с рабочим количеством оборотов и предельным количеством оборотов для консистентной смазки.

**Особая среда** такая как влажность и вибрация уменьшает срок службы смазки в 1/5 раза исходных данных.

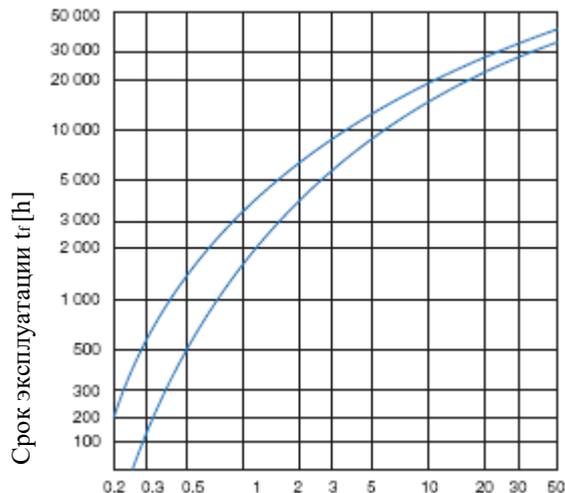
Для нестандартных рабочих условий, например, экстремальные температуры и большие нагрузки ( $P/C > 0,1$ ) необходимо применять спец смазки.

При помощи таких смазок достигается больший срок эксплуатации смазки.

Срок использования смазки более 5 лет возможен только в очень хороших эксплуатационных условиях.

### Уменьшения срока использования смазки при высоких температурах.

При высоких температурах растет также нагрузка на консистентную смазку. Увеличение температуры от 70 С на 15 К уменьшает срок использования, особенно у смазок с добавками лития срок уменьшается сразу на половину от исходного.



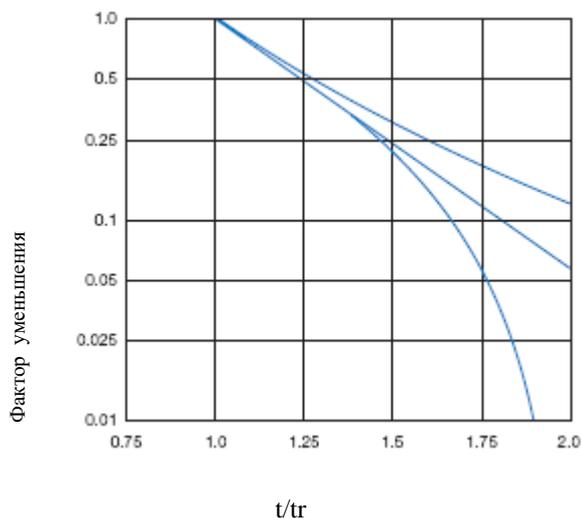
Соотношение количества оборотов

$$\frac{n_{раб}}{n} \cdot K_L$$

$K_L = 1,6$  коэффициент  
шпиндельного подшипника

$K_L = 1,8$  коэффициент радиального  
подшипника

График 1



$t$  = температура подшипника  
 $t_R$  = пограничная температура на  
начало уменьшения срока  
использования

График 2

Стабильность подшипника в рабочем состоянии подвергнута опасности в том случае, когда достигается или переходят предельное количество оборотов.

В областях контакта шариков и колец увеличивается трение и тем самым температура подшипника

Возникающее в подшипнике трение в основном зависит от:

- количества оборотов
- нагрузки
- вязкости смазки
- количества смазки

## Предел оборотов у шпиндельных подшипников

Указанные в таблице данные по количеству оборотов являются предельным для подшипника с подвижным преднатягом в нормальных условиях, таких как

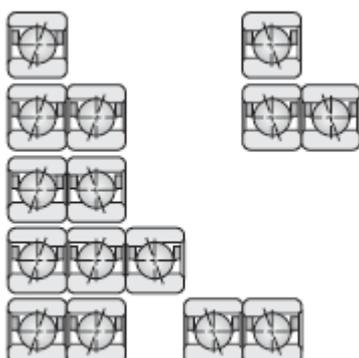
- хороший проводник тепла
- небольшая внешняя нагрузка
- вращающегося внутреннее кольцо
- воздушно-масляная смазка и смазка масляным туманом
- хорошая точность форм подшипника и его запасных частей
- соосность запасных частей

Если рабочие условия отличаются от перечисленных, необходимо учитывать факторы корректировки.

Факторы корректировки и пределы оборотов являются ориентировочными значениями.

$$\text{Допустимое количество оборотов} = \text{значение количества оборотов} \cdot f_{n1} \cdot f_{n2} \cdot f_{n3} \cdot f_{n4}$$

## Факторы корректировки

f <sub>n1</sub> смазка	Консистентная смазка (учитывать фактор смазки n dm) воздушно-масляная смазка и смазка масляным туманом		Преднатяг			
			F	L	M	S
		0,75 1,0				
f <sub>n2</sub> расположение подшипников пары	Одиночные подшипники с подвижным преднатягом		1,0			
	С жестким преднатягом			0,8 0,75 0,7 0,6 0,65	0,7 0,6 0,6 0,5 0,5	0,5 0,4 0,4 0,3 0,3
f <sub>n3</sub> кинематика	Вращающегося внутреннее кольцо Вращающегося внешнего кольца		1,0 0,6			
f <sub>n4</sub> материал для шариков	Сталь Керамика Si3 N4		1,0 1,25			

Предел оборотов у радиальных подшипников

Указанные в таблице данные по количеству оборотов являются предельным для подшипника с подвижным преднатягом в нормальных условиях, таких как

- хороший проводник тепла
- небольшая внешняя нагрузка
- вращающееся внутреннее кольцо
- консистентная смазка
- хорошая точность форм подшипника
- соосность запасных частей
- хорошая балансировка запасных частей

Если рабочие условия отличаются от перечисленных, необходимо учитывать факторы корректировки.

Факторы корректировки и пределы оборотов являются ориентировочными значениями.

$$\text{Допустимое количество оборотов} = \text{значение количества оборотов} \cdot f_{n1} \cdot f_{n2} \cdot f_{n3} \cdot f_{n4} \cdot f_{n5}$$

Факторы коррекции

$f_{n1}$ Смазка	Консистентная смазка учитывать фактор смазки $n_{dm}$ Смазка масляным туманом	1,0 1,25
$f_{n2}$ Сепараторы	Y/J (n x dm < 625 000) T9H (n x dm < 1 400 000) TBH (n x dm < 1 000 000) TA (n x dm < 1 600 000) MA (n x dm < 1 350 000) TB (n x dm < 1 400 000) MB (n x dm < 1 200 000)	1,0 1,6 1,2 1,8 1,5 1,6 1,4
$f_{n3}$ Кинематика	Вращающееся внутреннее кольцо Вращающееся внешнее кольцо	1,0 0,6
$f_{n4}$ Расположение подшипников/ парность	Одиночные подшипники с подвижным преднатягом Пары по DF, DB, DT, DUA, DUO, DUV	1,0 0,8
$f_{n5}$ Материал для шариков	Сталь Керамика Si3 N4	1,0 1,25

Радиальный зазор по DIN 620/часть 4

Номинальная область измерения отверстий d (мм)		Радиальный зазор в микронах (1 микрон = 0,001 мм)							
		C 2		CN		C3		C4	
		мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс
за	до								
1,5	6	0	7	2	13	8	23	-	-
6	10	0	7	2	13	8	23	14	29
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46

## Основные правила по хранению и монтажу

- подшипники необходимо хранить в упаковке
- беречь от влажности
- подшипники с консистентной смазкой: 1 год при правильном хранении
- контроль за состоянием запасных частей
- чистое рабочее место и подходящий инструмент для монтажа
- подшипники не промывать
- при консистентной смазке: определить количество смазки
- при монтаже подшипники ставить ровно
- внутреннее кольцо подшипника прогреть макс. на 100 С



## Анализ повреждений

Предоставляет полный сервис по анализу повреждений Подшипников.

Необходимо учитывать:

- подшипники высылаются не очищенными
- указать место установки (все параметры)
- указать условия работы



1. Материал	-	подшипники из хромн. стали не обознач-ся
	<b>M</b>	Подшипники из теплоустойчивой стали*
	<b>N</b>	Подшипники из стали HNS
	<b>HY</b>	Шарики и кольца из разных материалов (гибридные)
	<b>S</b>	Две фаски на внутр. кольцо
	<b>SN</b>	Две фаски на внеш. кольцо, для смазки
	<b>SM</b>	Две фаски на внутр. кольцо, для больш. кол-ва вращений
	<b>SMA</b>	Две фаски на внутр. кольцо, для больш. кол-ва вращений, с подачей смазки через внеш. кольцо
	<b>SMI</b>	Две фаски на внутр. кольцо, для больш. кол-ва вращений, с подачей смазки через внутр. кольцо
	<b>SH</b>	Одна фаска на внутр. и внеш. кольцах, для впрыскиваемой смазки
	<b>KN</b>	Одна фаска на внутр. и внеш. кольцах, для больш. кол-ва вращений
	<b>BNT</b>	Две фаски на внеш. кольцо, съемное внутр. кольцо
	<b>BHT</b>	Две фаски на внеш. кольцо, съемное внутр. кольцо, для больш. кол-ва вращений
3. Величина подшипника	<b>6002</b>	Маркировка размерной серии и диаметра сверления
	<b>X-2Z</b>	Сверх широкий, обе крышки укреплены пружинным стопорным кольцом*
	<b>2RZ</b>	Уплотненные крышки с двух сторон (для конструкций KN)
	<b>C</b>	15
	<b>E</b>	25
	<b>18</b>	На заказ*
	<b>TA</b>	Сепаратор на внеш. кольцо из жесткого материала
	<b>TB</b>	Сепаратор на внутр. кольцо из жесткого материала
	<b>TAM</b>	Сепаратор на внеш. кольцо из жесткого материала, шарик держащий
	<b>TXM</b>	Сепаратор на внеш. кольцо из полиамида, шарик держащий
	<b>P4</b>	Соответствует P4S по стандарту DIN 628-6
	<b>P2</b>	Соответствует P2 по стандарту DIN 620
	<b>A7</b>	ABEC 7 по стандарту ABMA
	<b>A9</b>	ABEC 9 по стандарту ABMA
	<b>HG</b>	Точность по GMN по заводским нормам GMN
	<b>UP</b>	Сверх точность по GMN по заводским нормам GMN
	<b>R</b>	Маркировка высшей точки радиального .....
	<b>Ri</b>	Как R, только на внутр. кольцо
	<b>Ra</b>	Как R, только на внеш. кольцо
	<b>X</b>	Сортировка сверления и внешн. диаметра
9. Сортировка	<b>D</b>	2 подшипника
	<b>T</b>	3 подшипника (пост. номеруется)
	<b>Q</b>	4 подшипника (пост. номеруется)
	<b>UL</b>	Универсальная пара - предварительный натяг малый
	<b>UM</b>	Универсальная пара - предварительный натяг средний
	<b>US</b>	Универсальная пара - предварительный натяг тяжелый
	<b>UV</b>	Универсальная пара - предварительный натяг по соглашению
	<b>F</b>	Расположение X
	<b>B</b>	Расположение O
	<b>T</b>	Расположение тандем
		<b>S1</b>
<b>S2</b>		Для рабочей температуры до 250 C
<b>S3</b>		Для рабочей температуры до 300 C
13. Смазка		

\*на заказ

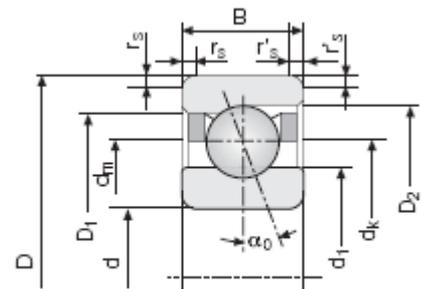
В таблице указаны схожие по конструкции подшипники, только базовые типы.

GMN	BARDEN	FAFNIR	FAG	RHP	SKF	SNFA	SNR
S 61800 CTA ⋮ S 61814 CTA						SEA 10 CE1 SEA 70 CE1	
S 61800 ETA ⋮ S 61814 ETA						SEA 10 CE3 SEA 70 CE3	
S 61900 CTA ⋮ S 61914 CTA		2 MM 9300 WO-CR  2 MM 9314 WO-CR	B 71900 C.T.  B 71908 C.T.	7900 X2TA  7908 X2TA	71900 CD  71914 CD	EB 10 CE1 SEB 17 CE1 SEB 70 CE1	71900 C  71908 C
S 61900 ETA ⋮ S 61914 ETA			B 71900 E.T.  B 71914 E.T.		71900 ACD  71914 ACD	EB 10 CE3 SEB 17 CE3 SEB 70 CE3	71900 H  71914 H
KH 61900 2RZ ⋮ KH 61914 2RZ		2 MM 9300 HX W  2 MM 9314 HX W	HSS 71900  HSS 71914		S 71900 B  S 71914 B	HB 10/S HB 70/S	MLE 71900  MLE 71914
S 6000 CTA ⋮ S 6014 CTA	100 H  114 H	2 MM 9100 W  2 MM 9114 W	B 7000 C.T.  B 7014 C.T.	7000 X2TA  7014 X2TA	7000 CD  7014 CD	EX 10 CE1 EX 70 CE1	
SM 6000 CTA ⋮ SM 6014 CTA		2 MM 9100 WO-CR  2 MM 9114 WO-CR				VX 10 VX 50	
SM 6000 CTA ⋮ SM 6014 CTA						VEX (VEB) 10 VEX (VEB) 50	
KH 6000 2RZ ⋮ KH 6014 2RZ		2 MM 9100 HX W  2 MM 9114 HX W	HSS 7000  HSS 7014		S 7000 B  S 7014 B	HX 10/S HX 70/S	MLE 7000  MLE 7014
BHT 6000 CTAM ⋮ BHT 6006 CTAM	100 B  106 B					ED 10 CE1 ED 30 CE1	
S 6000 CTB ⋮ S 6006 CTB				7000 X2T  7006 X2T			7000 C  7006 C
S 6000 ETA ⋮ S 6014 ETA	2100 H  2114 H	3 MM 9100 W  3 MM 9114 W	B 7000 E.T.  B 7014 E.T.	7000 X3TA  7014 X3TA	7000 ACD  7014 ACD	EX 10 CE3 EX 70 CE3	7000 H  7014 H
S 6200 CTA ⋮ S 6213 CTA	200 H  213 H	2 MM 200 W  2 MM 213 W	B 7200 C.T.  B 7213 C.T.	7200 X2TA  7213 X2TA	7200 CD  7214 CD	E 210 CE1 E 265 CE1	
S 6200 CTB ⋮ S 6206 CTB				7200 X2T  7206 X2T			7200 C  7206 C
S 6200 ETA ⋮ S 6213 ETA	2200 H  2214 H	3 MM 200 W  3 MM 214 W	B 7200 E.T.  B 7213 E.T.	7200 X3TA  7213 X3TA	7200 ACD  7213 ACD	E210 CE3 E 270 CE3	7200 H  7213 H

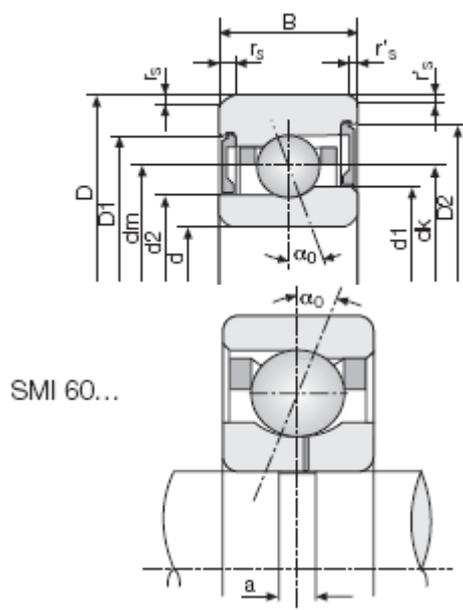
## Шпиндельные подшипники

В таблицах по подшипникам используются следующие символы:

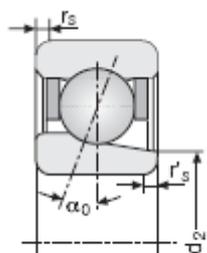
$d$	[мм]	Диаметр отверстия
$D$	[мм]	Внешний диаметр
$B$	[мм]	Ширина одиночного подшипника
$r_{s \min}$	[мм]	Расстояние ребра
$r'_{s \min}$	[мм]	Расстояние ребра на открытой стороне (шпиндельный подшипник)
$a$	[мм]	Ширина кольцевой канавки для смазки SMI
$D_w$	[мм]	Диаметр шарика
$Z$	шт.	Количество шариков
$m$	[кг]	Вес
$d_1$	[мм]	Внешний диаметр внутреннего кольца
$d_2$	[мм]	Диаметр буртика внутреннего кольца
$d_k$	[мм]	Внутренний диаметр сепаратора
$d_m$	[мм]	Диаметр делительной окружности
$D_1$	[мм]	Внутренний диаметр внешнего кольца
$D_2$	[мм]	Внутренний диаметр внешнего кольца (открытая сторона)
$n$	[об./мин ]	Показания оборотов
$C$	[N]	динамическое
$C_0$	[N]	Динамический коэффициент работоспособности
$F_v$	[N]	Преднатяг
$F_{a \max}$	[N]	Грузоподъемность
$C_{ax}$	[N/микрон ]	Осевая жесткость (подшипниковая пара)
$F_r$	[N]	Минимальный подвижный преднатяг
$\alpha_0$	[°]	Угол контакта



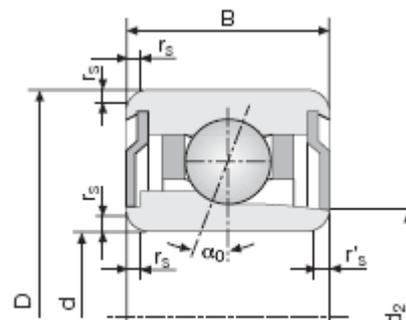
S618...; S619...; S60...; S62...



Минимальная глубина кольцевой канавки 0,5 мм



BNT60...; BNT62...



BHT...X

Главные параметры	Шарик	Расстояние ребра	Параметры	вес	Наименование
-------------------	-------	------------------	-----------	-----	--------------

d	D	B	D <sub>w</sub>	Z	r <sub>smin</sub>	r' <sub>smin</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	m	
5	11	3	1.588	10	0.15	0.15	6.65	–	7.70	8.00	8.95	9.40	–	0.001	<b>S 618/5 C TA</b>
5	13	4	2.381	8	0.20	0.20	7.10	–	9.00	9.00	10.70	11.30	–	0.002	<b>S 619/5 C TA</b>
5	14	5	2.381	8	0.20	0.20	6.90	–	8.70	9.50	10.30	11.00	–	0.004	<b>S 605 C TA</b>
5	14	5	2.381	8	0.20	0.20	6.90	–	8.70	9.50	10.30	11.00	–	0.004	<b>SM 605 C TA</b>
5	16	5	3.175	7	0.30	0.30	7.65	–	10.30	10.50	12.50	13.20	–	0.005	<b>S 625 C TA</b>
5	16	5	3.175	7	0.30	0.30	7.65	6.9	8.70	10.50	12.50	–	–	0.005	<b>BNT 625 C TAM</b>
6	13	3.5	1.588	12	0.15	0.15	8.35	–	9.35	9.50	10.65	11.10	–	0.002	<b>S 618/6 C TA</b>
6	15	5	2.381	9	0.20	0.20	8.50	–	10.35	10.50	12.10	12.70	–	0.004	<b>S 619/6 C TA</b>
6	17	6	2.381	9	0.30	0.30	8.30	–	10.10	11.50	11.70	12.40	–	0.005	<b>S 606 C TA</b>
6	17	6	2.381	9	0.30	0.30	8.30	–	10.10	11.50	11.70	12.40	–	0.005	<b>SM 606 C TA</b>
6	19	6	3.175	10	0.30	0.30	10.70	–	13.50	12.50	15.80	16.50	–	0.008	<b>S 626 C TA</b>
6	19	6	3.175	9	0.30	0.30	10.70	10.2	12.00	12.50	15.80	–	–	0.008	<b>BNT 626 C TAM</b>
7	14	3.5	1.588	13	0.15	0.15	9.35	–	10.35	10.50	11.65	12.10	–	0.002	<b>S 618/7 C TA</b>
7	17	5	2.381	11	0.30	0.30	10.00	–	11.80	12.00	13.60	14.10	–	0.005	<b>S 619/7 C TA</b>
7	19	6	3.175	10	0.30	0.30	10.70	–	13.50	13.00	15.80	16.50	–	0.007	<b>S 607 C TA</b>
7	19	6	3.175	10	0.30	0.30	10.70	–	13.50	13.00	15.80	16.50	–	0.007	<b>SM 607 C TA</b>
7	19	6	3.175	10	0.30	0.30	10.70	10.6	13.50	13.00	15.80	16.50	–	0.007	<b>SH 607 C TA</b>
7	19	6	3.175	9	0.30	0.30	10.70	10.2	12.00	13.00	15.80	–	–	0.007	<b>BHT 607 C TAM</b>
7	22	7	3.969	9	0.30	0.30	11.80	–	15.00	14.50	17.60	18.60	–	0.013	<b>S 627 C TA</b>
7	22	7	3.969	8	0.30	0.30	11.80	10.8	13.10	14.50	17.60	–	–	0.013	<b>BNT 627 C TAM</b>
8	16	4	1.984	12	0.20	0.20	10.60	–	11.90	12.00	13.40	14.00	–	0.003	<b>S 618/8 C TA</b>
8	19	6	3.175	10	0.30	0.30	10.70	–	13.65	13.50	15.90	16.50	–	0.007	<b>S 619/8 C TA</b>
8	22	7	3.969	9	0.30	0.30	11.80	–	15.00	15.00	17.60	18.60	–	0.010	<b>S 608 C TA</b>
8	22	7	3.969	9	0.30	0.30	11.80	–	15.00	15.00	17.60	18.60	–	0.010	<b>SM 608 C TA</b>
8	22	7	3.969	9	0.30	0.30	11.80	11.2	15.00	15.00	17.60	18.60	–	0.010	<b>SH 608 C TA</b>
8	22	7	3.969	8	0.30	0.30	11.80	10.8	13.10	15.00	17.60	–	–	0.012	<b>BHT 608 C TAM</b>
8	22	10.312	3.969	8	0.30	0.30	10.50	–	–	15.00	19.00	–	–	0.014	<b>BHT 608 X - 2Z</b>
9	17	4	1.984	13	0.20	0.20	11.60	–	12.90	13.00	14.40	15.00	–	0.003	<b>S 618/9 C TA</b>
9	20	6	3.175	11	0.30	0.20	12.40	–	14.90	14.50	17.20	17.90	–	0.007	<b>S 619/9 C TA</b>
9	24	7	3.969	10	0.30	0.30	13.45	–	16.90	16.50	19.90	20.60	–	0.014	<b>S 609 C TA</b>
9	24	7	3.969	10	0.30	0.30	13.45	–	16.90	16.50	19.90	20.60	–	0.014	<b>SM 609 C TA</b>
9	24	7	3.969	10	0.30	0.30	13.45	13.2	16.90	16.50	19.90	20.60	–	0.014	<b>SH 609 C TA</b>
9	24	7	3.969	9	0.30	0.30	13.45	12.7	15.30	16.50	19.90	–	–	0.014	<b>BHT 609 C TAM</b>
9	26	8	4.762	10	0.30	0.30	14.65	–	18.40	17.50	21.40	22.70	–	0.020	<b>S 629 C TA</b>
9	26	8	4.762	9	0.30	0.30	14.65	13.3	16.20	17.50	21.40	–	–	0.020	<b>BNT 629 C TAM</b>

Угол контакта	Коэффициент работоспособ	Обороты	Легкий преднатяг	Средний преднатяг	Сильный преднатяг	Подвижный	Наименование
---------------	--------------------------	---------	------------------	-------------------	-------------------	-----------	--------------

		НОСТИ												преднат яг	
$\alpha_0$	C	C <sub>0</sub>	n	F <sub>v</sub>	F <sub>aмак</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>aмак</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>aмак</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>T</sub>		
15	715	270	220000	3	9	6	11	37	10	21	76	13	20	<b>S 618/5 C TA</b>	
15	1200	410	190000	6	19	7	18	61	11	36	130	15	30	<b>S 619/5 C TA</b>	
15	1450	480	195000	7	22	8	20	70	13	40	150	20	40	<b>S 605 C TA</b>	
15	1000	330	230000	5	15	5	14	45	9	28	96	13	33	<b>SM 605 C TA</b>	
15	1950	750	170000	10	32	9	30	105	14	60	225	21	50	<b>S 625 C TA</b>	
15	1750	640	150000	10	32	9	25	86	13	50	184	19	40	<b>BNT 625 C TAM</b>	
15	790	330	180000	4	12	7	12	40	11	24	87	15	20	<b>S 618/6 C TA</b>	
15	1300	470	165000	7	22	8	20	67	12	40	144	17	35	<b>S 619/6 C TA</b>	
15	1550	560	170000	8	25	9	25	90	16	45	170	22	45	<b>S 606 C TA</b>	
15	1100	380	200000	6	18	7	18	59	11	32	111	15	35	<b>SM 606 C TA</b>	
15	2650	1150	125000	15	48	13	40	138	20	80	298	29	60	<b>S 626 C TA</b>	
15	2400	1000	110000	12	38	11	35	121	18	70	260	25	50	<b>BNT 626 C TAM</b>	
15	830	365	160000	4	12	7	12	40	12	25	90	16	20	<b>S 618/7 C TA</b>	
15	1500	590	145000	8	25	9	23	77	15	46	164	21	40	<b>S 619/7 C TA</b>	
15	2650	1150	125000	12	37	11	40	140	20	80	300	30	65	<b>S 607 C TA</b>	
15	1950	750	150000	10	31	10	30	96	15	60	206	21	60	<b>SM 607 C TA</b>	
15	1950	750	180000	10	31	7	30	96	13	60	206	20	70	<b>SH 607 C TA</b>	
15	1800	700	135000	10	30	9	30	99	14	55	189	19	40	<b>BHT 607 C TAM</b>	
15	3500	1500	115000	20	62	13	50	166	19	100	356	28	90	<b>S 627 C TA</b>	
15	1750	640	100000	16	50	11	48	161	18	96	344	25	40	<b>BNT 627 C TAM</b>	
15	1090	460	140000	5	15	8	16	55	13	35	123	17	30	<b>S 618/8 C TA</b>	
15	2650	1140	125000	12	38	12	35	120	19	70	257	27	70	<b>S 619/8 C TA</b>	
15	3500	1500	115000	17	52	12	50	165	20	100	355	28	90	<b>S 608 C TA</b>	
15	2700	1100	136000	13	39	10	40	126	16	80	269	22	80	<b>SM 608 C TA</b>	
15	2700	1100	163000	13	39	10	40	126	16	80	269	22	100	<b>SH 608 C TA</b>	
15	2500	950	120000	12	36	9	35	112	14	70	236	19	80	<b>BHT 608 C TAM</b>	
15	3500	1500	80000	17	52	12	50	165	20	100	355	28	60	<b>BHT 608 X - 2Z</b>	
15	1130	500	130000	5	15	8	17	55	13	35	122	18	30	<b>S 618/9 C TA</b>	
15	2850	1270	115000	12	38	13	40	137	21	75	274	29	70	<b>S 619/9 C TA</b>	
15	3800	1700	102000	20	62	14	60	205	24	120	440	35	100	<b>S 609 C TA</b>	
15	3000	1250	120000	16	48	12	50	163	20	100	345	27	90	<b>SM 609 C TA</b>	
15	3000	1250	143000	16	48	12	50	163	20	100	345	27	110	<b>SH 609 C TA</b>	
15	2800	1100	110000	15	45	11	45	146	18	90	311	24	80	<b>BHT 609 C TAM</b>	
15	5600	2600	94000	30	96	19	80	277	30	160	596	42	140	<b>S 629 C TA</b>	
15	5100	2300	83000	25	79	17	80	280	28	150	561	39	110	<b>BNT 629 C TAM</b>	

Основные параметры	Шарик	Расстояние ребра	Параметры			Вес	Наименование
-----------------------	-------	---------------------	-----------	--	--	-----	--------------

d	D	B	Dw	Z	rs min	rs min	d1	d2	dk	dm	D1	D2	a	m	
10	19	5	2.381	13	0.3	0.2	12.80	-	14.45	14.50	16.20	16.90	-	0.005	<b>S 61800 C TA</b>
10	19	5	2.381	13	0.3	0.2	12.80	-	14.45	14.50	16.20	16.90	-	0.005	<b>S 61800 E TA</b>
10	22	6	3.175	11	0.3	0.3	13.60	-	15.80	16.00	17.80	18.80	-	0.010	<b>S 61900 C TA</b>
10	22	6	3.175	11	0.3	0.3	13.60	-	15.80	16.00	17.80	18.80	-	0.010	<b>S 61900 E TA</b>
10	22	6	2.381	14	0.3	0.3	13.60	13.30	15.40	16.00	17.80	18.50	-	0.010	<b>KH 61900 C TA</b>
10	22	6	2.381	14	0.3	0.3	13.60	13.30	15.40	16.00	17.80	18.50	-	0.010	<b>KH 61900 E TA</b>
10	26	8	4.762	10	0.3	0.3	14.65	-	18.40	18.00	21.40	22.70	-	0.018	<b>S 6000 C TA</b>
10	26	8	4.762	10	0.3	0.3	14.65	-	18.40	18.00	21.40	22.70	-	0.018	<b>S 6000 E TA</b>
10	26	8	3.175	11	0.3	0.3	14.65	14.20	17.20	18.00	20.50	21.30	-	0.018	<b>KH 6000 C TA</b>
10	26	8	3.175	11	0.3	0.3	14.65	14.20	17.20	18.00	20.50	21.30	-	0.018	<b>KH 6000 E TA</b>
10	26	8	4.762	10	0.3	0.3	14.65	-	18.40	18.00	21.40	22.70	-	0.018	<b>SM 6000 C TA</b>
10	26	8	4.762	10	0.3	0.3	14.65	13.80	18.40	18.00	21.40	22.70	-	0.018	<b>SH 6000 C TA</b>
10	26	8	4.762	10	0.3	0.3	14.65	-	18.40	18.00	21.40	22.70	3	0.018	<b>SMI 6000 C TA</b>
10	26	8	4.762	9	0.3	0.3	14.65	13.30	16.20	18.00	21.40	-	-	0.019	<b>BHT 6000 C TAM</b>
10	26	11.506	4.762	10	0.3	0.3	13.00	-	-	18.00	21.40	-	-	0.024	<b>BHT 6000 X - 2Z</b>
10	30	9	5.556	10	0.6	0.6	16.00	-	20.50	20.00	24.45	25.50	-	0.030	<b>S 6200 C TA</b>
10	30	9	5.556	10	0.6	0.6	16.00	-	20.50	20.00	24.45	25.50	-	0.030	<b>S 6200 E TA</b>
10	30	9	5.556	9	0.6	0.6	16.00	14.50	18.20	20.00	24.45	-	-	0.030	<b>BNT 6200 C TAM</b>
12	21	5	2.381	15	0.3	0.2	14.60	-	16.20	16.50	18.00	18.60	-	0.006	<b>S 61801 C TA</b>
12	21	5	2.381	15	0.3	0.2	14.60	-	16.20	16.50	18.00	18.60	-	0.006	<b>S 61801 E TA</b>
12	24	6	3.175	13	0.3	0.3	15.40	-	17.55	18.00	19.60	20.60	-	0.011	<b>S 61901 C TA</b>
12	24	6	3.175	13	0.3	0.3	15.40	-	17.55	18.00	19.60	20.60	-	0.011	<b>S 61901 E TA</b>
12	24	6	2.381	15	0.3	0.3	15.40	15.10	17.20	18.00	19.60	20.30	-	0.011	<b>KH 61901 C TA</b>
12	24	6	2.381	15	0.3	0.3	15.40	15.10	17.20	18.00	19.60	20.30	-	0.011	<b>KH 61901 E TA</b>
12	28	8	4.762	11	0.3	0.3	16.65	-	20.30	20.00	23.40	24.70	-	0.020	<b>S 6001 C TA</b>
12	28	8	4.762	11	0.3	0.3	16.65	-	20.30	20.00	23.40	24.70	-	0.020	<b>S 6001 E TA</b>
12	28	8	3.175	13	0.3	0.3	16.65	16.20	19.30	20.00	22.50	23.30	-	0.020	<b>KH 6001 C TA</b>
12	28	8	3.175	13	0.3	0.3	16.65	16.20	19.30	20.00	22.50	23.30	-	0.020	<b>KH 6001 E TA</b>
12	28	8	4.762	11	0.3	0.3	16.65	-	20.30	20.00	23.40	24.70	-	0.020	<b>SM 6001 C TA</b>
12	28	8	4.762	11	0.3	0.3	16.65	15.80	20.30	20.00	23.40	24.70	-	0.020	<b>SH 6001 C TA</b>
12	28	8	4.762	11	0.3	0.3	16.65	-	20.30	20.00	23.40	24.70	3	0.020	<b>SMI 6001 C TA</b>
12	28	8	4.762	10	0.3	0.3	16.65	15.30	18.20	20.00	23.40	-	-	0.021	<b>BHT 6001 C TAM</b>
12	28	11.506	4.762	11	0.3	0.3	15.00	-	-	20.00	23.40	-	-	0.027	<b>BHT 6001 X - 2Z</b>
12	32	10	5.953	10	0.6	0.6	18.30	-	22.60	22.00	26.00	27.90	-	0.037	<b>S 6201 C TA</b>
12	32	10	5.953	10	0.6	0.6	18.30	-	22.60	22.00	26.00	27.90	-	0.037	<b>S 6201 E TA</b>
12	32	10	5.953	9	0.6	0.6	18.30	16.00	19.80	22.00	26.00	-	-	0.037	<b>BNT 6201 C TAM</b>

Угол	Коэффициент	Оборот	Легкий	Средний	Сильный	Подвиж	Наименование
------	-------------	--------	--------	---------	---------	--------	--------------

контакта	работоспособности		ы	преднаряг			преднаряг			преднаряг			ный преднаряг	
	C	C <sub>0</sub>		n	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>		
15	1690	770	115000	8	25	10	25	83	17	50	177	23	40	<b>S 61800 C TA</b>
25	1610	730	100000	13	38	25	40	120	39	80	248	51	35	<b>S 61800 E TA</b>
15	2850	1280	110000	12	38	13	40	137	21	75	274	29	75	<b>S 61900 C TA</b>
25	2700	1100	92000	22	65	32	70	214	50	140	444	65	60	<b>S 61900 E TA</b>
15	1430	680	135000	7	20	12	21	66	18	45	147	25	50	<b>KH 61900 C TA</b>
25	1360	645	125000	11	33	25	35	104	37	70	211	49	40	<b>KH 61900 E TA</b>
15	5600	2600	95000	25	78	17	80	275	30	160	595	43	145	<b>S 6000 C TA</b>
25	5300	2400	80000	45	130	42	130	400	65	260	825	87	115	<b>S 6000 E TA</b>
15	2040	920	125000	10	30	12	30	92	19	60	194	26	65	<b>KH 6000 C TA</b>
25	1950	870	110000	16	47	26	50	151	39	100	306	51	60	<b>KH 6000 E TA</b>
15	4000	1700	111000	18	54	13	60	192	22	110	373	29	120	<b>SM 6000 C TA</b>
15	4000	1700	135000	18	54	13	60	192	22	110	373	29	150	<b>SH 6000 C TA</b>
15	4000	1700	155000	18	54	13	60	192	22	110	373	29	170	<b>SMI 6000 C TA</b>
15	3750	1550	100000	17	51	12	55	176	20	110	375	27	120	<b>BHT 6000 C TAM</b>
15	5600	2600	60000	25	78	17	80	275	30	160	595	43	90	<b>BHT 6000 X - 2Z</b>
15	7600	3700	85000	40	129	23	120	425	39	230	877	54	195	<b>S 6200 C TA</b>
25	7400	3500	72000	60	178	54	180	556	81	360	1156	110	160	<b>S 6200 E TA</b>
15	7000	3300	75000	35	113	20	100	352	33	200	760	47	160	<b>BNT 6200 C TAM</b>
15	1830	900	105000	9	28	12	25	82	18	55	194	26	50	<b>S 61801 C TA</b>
25	1740	850	89000	15	44	29	45	135	44	90	278	58	40	<b>S 61801 E TA</b>
15	3150	1530	97000	15	47	15	43	146	24	85	309	34	80	<b>S 61901 C TA</b>
25	3000	1300	83000	25	74	37	75	228	56	150	473	74	70	<b>S 61901 E TA</b>
15	1490	705	120000	7	22	12	22	67	19	45	148	26	50	<b>KH 61901 C TA</b>
25	1410	670	110000	12	35	26	35	105	39	70	210	51	45	<b>KH 61901 E TA</b>
15	6000	2900	85000	30	95	20	90	310	33	180	670	48	155	<b>S 6001 C TA</b>
25	5700	2700	72500	50	145	47	140	425	70	280	880	95	125	<b>S 6001 E TA</b>
15	2280	1110	110000	11	35	15	35	109	22	70	229	30	75	<b>KH 6001 C TA</b>
25	2180	1050	100000	18	51	30	55	164	45	110	333	59	65	<b>KH 6001 E TA</b>
15	4350	1900	100000	22	67	15	65	211	24	130	440	33	130	<b>SM 6001 C TA</b>
15	4350	1900	120000	22	67	15	65	211	24	130	440	33	160	<b>SH 6001 C TA</b>
15	4350	1900	140000	22	67	15	65	211	24	130	440	33	180	<b>SMI 6001 C TA</b>
15	4100	1750	90000	20	61	14	60	192	22	120	411	30	120	<b>BHT 6001 C TAM</b>
15	6000	2900	54000	30	95	20	90	310	33	180	670	48	100	<b>BHT 6001 X - 2Z</b>
15	8400	4100	77000	42	135	23	130	454	39	250	943	54	210	<b>S 6201 C TA</b>
25	8100	3900	66000	70	203	56	200	611	84	400	1280	112	180	<b>S 6201 E TA</b>
15	7800	3700	68000	40	129	21	120	422	35	240	912	50	175	<b>BNT 6201 C TAM</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры				вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	-----	--------------

параметры			ребра													
d	D	B	D <sub>w</sub>	Z	r <sub>эmin</sub>	r' <sub>эmin</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	m		
15	24	5	2.381	17	0.3	0.2	17.80	–	19.30	19.50	21.20	21.80	–	0.007	<b>S 61802 C TA</b>	
15	24	5	2.381	17	0.3	0.2	17.80	–	19.30	19.50	21.20	21.80	–	0.007	<b>S 61802 E TA</b>	
15	28	7	3.969	13	0.3	0.3	18.70	–	21.65	21.50	24.30	25.40	–	0.015	<b>S 61902 C TA</b>	
15	28	7	3.969	13	0.3	0.3	18.70	–	21.65	21.50	24.30	25.40	–	0.015	<b>S 61902 E TA</b>	
15	28	7	2.778	16	0.3	0.3	18.70	18.3	21.00	21.50	23.90	24.50	–	0.015	<b>KH 61902 C TA</b>	
15	28	7	2.778	16	0.3	0.3	18.70	18.3	21.00	21.50	23.90	24.50	–	0.015	<b>KH 61902 E TA</b>	
15	32	9	4.762	13	0.3	0.3	20.15	–	23.70	23.50	26.90	28.20	–	0.028	<b>S 6002 C TA</b>	
15	32	9	4.762	13	0.3	0.3	20.15	–	23.70	23.50	26.90	28.20	–	0.028	<b>S 6002 E TA</b>	
15	32	9	3.969	13	0.3	0.3	20.15	19.4	23.10	23.50	26.70	28.00	–	0.028	<b>KH 6002 C TA</b>	
15	32	9	3.969	13	0.3	0.3	20.15	19.4	23.10	23.50	26.70	28.00	–	0.028	<b>KH 6002 E TA</b>	
15	32	9	4.762	13	0.3	0.3	20.15	–	23.70	23.50	26.90	28.20	–	0.028	<b>SM 6002 C TA</b>	
15	32	9	4.762	13	0.3	0.3	20.15	19.3	23.70	23.50	26.90	28.20	–	0.028	<b>SH 6002 C TA</b>	
15	32	9	4.762	13	0.3	0.3	20.15	–	23.70	23.50	26.90	28.20	3	0.028	<b>SMI 6002 C TA</b>	
15	32	9	4.762	12	0.3	0.3	20.15	18.8	21.70	23.50	26.90	–	–	0.030	<b>BHT 6002 C TAM</b>	
15	32	11.506	4.762	13	0.3	0.3	18.50	–	–	23.50	26.90	–	–	0.034	<b>BHT 6002 X - 2Z</b>	
15	35	11	5.953	11	0.6	0.3	21.10	–	25.70	25.00	29.00	31.30	–	0.044	<b>S 6202 C TA</b>	
15	35	11	5.953	11	0.6	0.3	21.10	–	25.70	25.00	29.00	31.30	–	0.044	<b>S 6202 E TA</b>	
15	35	11	5.953	10	0.6	0.3	21.10	19.3	23.10	25.00	29.00	–	–	0.044	<b>BNT 6202 C TAM</b>	
17	26	5	2.381	19	0.3	0.2	19.80	–	21.35	21.50	23.20	23.80	–	0.008	<b>S 61803 C TA</b>	
17	26	5	2.381	19	0.3	0.2	19.80	–	21.35	21.50	23.20	23.80	–	0.008	<b>S 61803 E TA</b>	
17	30	7	3.969	14	0.3	0.3	21.00	–	23.90	23.50	26.60	27.70	–	0.017	<b>S 61903 C TA</b>	
17	30	7	3.969	14	0.3	0.3	21.00	–	23.90	23.50	26.60	27.70	–	0.017	<b>S 61903 E TA</b>	
17	30	7	2.778	18	0.3	0.3	21.00	20.6	23.30	23.50	26.20	26.80	–	0.017	<b>KH 61903 C TA</b>	
17	30	7	2.778	18	0.3	0.3	21.00	20.6	23.30	23.50	26.20	26.80	–	0.017	<b>KH 61903 E TA</b>	
17	35	10	4.762	14	0.3	0.3	22.65	–	26.20	26.00	29.40	30.70	–	0.037	<b>S 6003 C TA</b>	
17	35	10	4.762	14	0.3	0.3	22.65	–	26.20	26.00	29.40	30.70	–	0.037	<b>S 6003 E TA</b>	
17	35	10	3.969	15	0.3	0.3	22.65	22.0	25.70	26.00	29.80	30.40	–	0.037	<b>KH 6003 C TA</b>	
17	35	10	3.969	15	0.3	0.3	22.65	22.0	25.70	26.00	29.80	30.40	–	0.037	<b>KH 6003 E TA</b>	
17	35	10	4.762	14	0.3	0.3	22.65	–	26.20	26.00	29.40	30.70	–	0.037	<b>SM 6003 C TA</b>	
17	35	10	4.762	14	0.3	0.3	22.65	21.8	26.20	26.00	29.40	30.70	–	0.037	<b>SH 6003 C TA</b>	
17	35	10	4.762	14	0.3	0.3	22.65	–	26.20	26.00	29.40	30.70	3	0.037	<b>SMI 6003 C TA</b>	
17	35	10	4.762	13	0.3	0.3	22.65	21.3	24.20	26.00	29.40	–	–	0.039	<b>BHT 6003 C TAM</b>	
17	35	12.7	4.762	14	0.3	0.3	21.00	–	–	26.00	29.40	–	–	0.046	<b>BHT 6003 X - 2Z</b>	
17	40	12	6.747	11	0.6	0.3	24.10	–	29.00	28.50	32.95	35.20	–	0.065	<b>S 6203 C TA</b>	
17	40	12	6.747	11	0.6	0.3	24.10	–	29.00	28.50	32.95	35.20	–	0.065	<b>S 6203 E TA</b>	
17	40	12	6.747	10	0.6	0.3	24.10	21.8	26.10	28.50	32.95	–	–	0.065	<b>BNT 6203 C TAM</b>	

Угол	Коэффициент	Оборот	Легкий	Средний	Сильный	Подвиж	Наименование
------	-------------	--------	--------	---------	---------	--------	--------------

контакта	работоспособности		ы	преднатяг			преднатяг			преднатяг			ный преднат яг	
	$\alpha_0$	C		C <sub>0</sub>	n	F <sub>V</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>V</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>V</sub>		
15	1930	1040	87000	10	31	13	30	99	21	60	211	29	50	<b>S 61802 C TA</b>
25	1820	980	74000	15	44	32	45	135	48	90	277	62	40	<b>S 61802 E TA</b>
15	4570	2160	79000	22	69	18	70	237	29	140	509	42	115	<b>S 61902 C TA</b>
25	4350	2050	67000	35	102	44	110	333	68	220	689	89	95	<b>S 61902 E TA</b>
15	2030	1030	100000	10	29	15	30	92	23	60	177	31	65	<b>KH 61902 C TA</b>
25	1930	980	90000	16	45	32	50	146	48	100	299	64	60	<b>KH 61902 E TA</b>
15	6800	3500	72000	32	100	22	100	340	38	200	740	55	175	<b>S 6002 C TA</b>
25	6400	3300	62000	55	160	54	160	490	82	320	1010	110	140	<b>S 6002 E TA</b>
15	3450	1710	92000	17	49	18	50	156	27	100	322	36	110	<b>KH 6002 C TA</b>
25	3300	1630	83000	30	89	39	80	238	55	160	484	72	95	<b>KH 6002 E TA</b>
15	4950	2300	85000	22	65	17	75	240	28	150	507	38	150	<b>SM 6002 C TA</b>
15	4950	2300	102000	22	65	17	75	240	28	150	507	38	170	<b>SH 6002 C TA</b>
15	4950	2300	120000	22	65	17	75	240	28	150	507	38	210	<b>SMI 6002 C TA</b>
15	4700	2150	77000	22	65	16	70	226	26	140	474	36	150	<b>BHT 6002 C TAM</b>
15	6800	3500	46000	32	100	22	100	340	38	200	740	55	110	<b>BHT 6002 X - 2Z</b>
15	9100	4600	67000	45	145	25	130	451	41	270	1013	59	230	<b>S 6202 C TA</b>
25	8800	4400	57000	75	223	61	220	673	93	440	1408	123	190	<b>S 6202 E TA</b>
15	8600	4200	59000	43	135	23	130	454	39	260	979	55	190	<b>BNT 6202 C TAM</b>
15	2040	1160	79000	10	31	14	30	98	22	60	208	31	50	<b>S 61803 C TA</b>
25	1920	1100	67000	16	47	35	50	149	54	100	307	69	40	<b>S 61803 E TA</b>
15	4770	2350	71000	25	78	20	75	254	32	150	545	45	120	<b>S 61903 C TA</b>
25	4500	2200	61000	40	117	49	120	364	73	240	752	96	100	<b>S 61903 E TA</b>
15	2170	1180	90000	11	32	17	35	108	27	65	211	34	70	<b>KH 61903 C TA</b>
25	2060	1110	82000	17	50	35	50	148	62	100	305	67	60	<b>KH 61903 E TA</b>
15	7000	3800	65000	35	110	24	105	360	41	210	775	59	180	<b>S 6003 C TA</b>
25	6700	3600	56000	60	175	58	170	515	88	340	1070	115	150	<b>S 6003 E TA</b>
15	3750	2020	82000	19	57	20	55	170	31	110	351	41	120	<b>KH 6003 C TA</b>
25	3600	1820	74000	30	90	42	90	265	63	180	546	82	105	<b>KH 6003 E TA</b>
15	5200	2500	77000	25	76	19	80	259	30	160	546	21	160	<b>SM 6003 C TA</b>
15	5200	2500	92000	25	76	19	80	259	30	160	546	21	190	<b>SH 6003 C TA</b>
15	5200	2500	110000	25	76	19	80	259	30	160	546	21	230	<b>SMI 6003 C TA</b>
15	4950	2350	69000	25	76	18	75	240	28	150	507	38	170	<b>BHT 6003 C TAM</b>
15	7000	3800	41000	35	110	24	105	360	41	210	775	59	110	<b>BHT 6003 X - 2Z</b>
15	11600	6000	60000	60	192	29	170	593	48	350	1321	69	300	<b>S 6203 C TA</b>
25	11200	5700	51000	90	266	69	280	861	106	560	1790	143	245	<b>S 6203 E TA</b>
15	10900	5500	53000	55	176	27	160	560	44	320	1208	63	250	<b>BNT 6203 C TAM</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры										вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--------------

параметры			ребра														
d	D	B	D <sub>w</sub>	Z	r <sub>min</sub>	r' <sub>min</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	m			
20	32	7	3.175	18	0.3	0.3	23.90	–	25.95	26.00	28.10	29.10	–	0.018	<b>S 61804 C TA</b>		
20	32	7	3.175	18	0.3	0.3	23.90	–	25.95	26.00	28.10	29.10	–	0.018	<b>S 61804 E TA</b>		
20	37	9	4.762	15	0.3	0.3	25.10	–	28.65	28.50	31.90	33.20	–	0.036	<b>S 61904 C TA</b>		
20	37	9	4.762	15	0.3	0.3	25.10	–	28.65	28.50	31.90	33.20	–	0.036	<b>S 61904 E TA</b>		
20	37	9	3.969	16	0.3	0.3	25.10	24.50	28.00	28.50	31.70	33.00	–	0.036	<b>KH 61904 C TA</b>		
20	37	9	3.969	16	0.3	0.3	25.10	24.50	28.00	28.50	31.70	33.00	–	0.036	<b>KH 61904 E TA</b>		
20	42	12	6.350	13	0.6	0.3	26.60	–	31.40	31.00	35.50	37.30	–	0.063	<b>S 6004 C TA</b>		
20	42	12	6.350	13	0.6	0.3	26.60	–	31.40	31.00	35.50	37.30	–	0.063	<b>S 6004 E TA</b>		
20	42	12	5.556	14	0.6	0.3	26.60	25.25	30.50	31.00	36.40	38.00	–	0.063	<b>KH 6004 C TA</b>		
20	42	12	5.556	14	0.6	0.3	26.60	25.25	30.50	31.00	36.40	38.00	–	0.063	<b>KH 6004 E TA</b>		
20	42	12	6.350	13	0.6	0.3	26.60	–	31.40	31.00	35.50	37.30	–	0.063	<b>SM 6004 C TA</b>		
20	42	12	6.350	13	0.6	0.3	26.60	25.40	31.40	31.00	35.50	37.30	–	0.063	<b>SH 6004 C TA</b>		
20	42	12	6.350	13	0.6	0.3	26.60	–	31.40	31.00	35.50	37.30	3	0.063	<b>SMI 6004 C TA</b>		
20	42	12	6.350	12	0.6	0.6	26.60	24.70	28.70	31.00	35.50	–	–	0.067	<b>BHT 6004 C TAM</b>		
20	42	15.875	6.350	13	0.6	0.6	24.30	–	–	31.00	37.00	–	–	0.070	<b>BHT 6004 X-2Z</b>		
20	47	14	7.938	11	1.0	0.6	28.50	–	34.20	33.50	38.55	41.40	–	0.105	<b>S 6204 C TA</b>		
20	47	14	7.938	11	1.0	0.6	28.50	–	34.20	33.50	38.55	41.40	–	0.105	<b>S 6204 E TA</b>		
20	47	14	7.938	10	1.0	0.6	28.50	25.60	30.90	33.50	38.55	–	–	0.105	<b>BNT 6204 C TAM</b>		
25	37	7	3.175	19	0.3	0.3	28.90	–	30.90	31.00	33.10	34.10	–	0.021	<b>S 61805 C TA</b>		
25	37	7	3.175	19	0.3	0.3	28.90	–	30.90	31.00	33.10	34.10	–	0.021	<b>S 61805 E TA</b>		
25	42	9	4.762	17	0.3	0.3	30.60	–	34.10	33.50	37.40	38.70	–	0.041	<b>S 61905 C TA</b>		
25	42	9	4.762	17	0.3	0.3	30.60	–	34.10	33.50	37.40	38.70	–	0.041	<b>S 61905 E TA</b>		
25	42	9	3.969	19	0.3	0.3	30.60	30.00	33.50	33.50	37.20	38.50	–	0.041	<b>KH 61905 C TA</b>		
25	42	9	3.969	19	0.3	0.3	30.60	30.00	33.50	33.50	37.20	38.50	–	0.041	<b>KH 61905 E TA</b>		
25	47	12	6.350	15	0.6	0.3	32.20	–	36.30	36.00	40.10	42.30	–	0.076	<b>S 6005 C TA</b>		
25	47	12	6.350	15	0.6	0.3	32.20	–	36.30	36.00	40.10	42.30	–	0.076	<b>S 6005 E TA</b>		
25	47	12	5.556	17	0.6	0.3	32.20	30.85	36.10	36.00	42.00	43.60	–	0.076	<b>KH 6005 C TA</b>		
25	47	12	5.556	17	0.6	0.3	32.20	30.85	36.10	36.00	42.00	43.60	–	0.076	<b>KH 6005 E TA</b>		
25	47	12	6.350	15	0.6	0.3	32.20	–	36.30	36.00	40.10	42.30	–	0.076	<b>SM 6005 C TA</b>		
25	47	12	6.350	15	0.6	0.3	32.20	30.40	36.30	36.00	40.10	42.30	–	0.076	<b>SH 6005 C TA</b>		
25	47	12	6.350	15	0.6	0.3	32.20	–	36.30	36.00	40.10	42.30	3	0.076	<b>SMI 6005 C TA</b>		
25	47	12	6.350	14	0.6	0.6	32.20	29.70	33.70	36.00	40.10	–	–	0.080	<b>BHT 6005 C TAM</b>		
25	52	15	7.938	13	1.0	0.6	34.04	–	39.60	38.50	44.05	46.90	–	0.128	<b>S 6205 C TA</b>		
25	52	15	7.938	13	1.0	0.6	34.04	–	39.60	38.50	44.05	46.90	–	0.128	<b>S 6205 E TA</b>		
25	52	15	7.938	12	1.0	0.6	34.04	31.20	36.50	38.50	44.05	–	–	0.128	<b>BNT 6205 C TAM</b>		

Угол	Коэффициент	Оборот	Легкий	Средний	Сильный	Подвиж	Наименование
------	-------------	--------	--------	---------	---------	--------	--------------

контакта	работоспособности		ы	преднатяг			преднатяг			преднатяг			ный преднат яг	
	$\alpha_0$	C		C <sub>0</sub>	n	F <sub>V</sub>	F <sub>Amax</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>V</sub>	F <sub>Amax</sub>	C <sub>ак</sub>	F <sub>V</sub>		
15	3700	2190	65000	19	59	21	55	186	32	110	397	45	95	<b>S 61804 C TA</b>
25	3500	2070	56000	30	88	49	90	273	74	170	530	95	75	<b>S 61804 E TA</b>
15	7350	3900	60000	35	110	26	110	377	43	220	811	61	190	<b>S 61904 C TA</b>
25	7000	3700	51000	55	161	62	170	517	95	340	1071	125	150	<b>S 61904 E TA</b>
15	3900	2080	75000	20	61	21	60	187	33	120	390	44	125	<b>KH 61904 C TA</b>
25	3700	1970	68000	30	89	44	90	263	66	180	542	85	110	<b>KH 61904 E TA</b>
15	12400	6900	55000	60	190	33	180	640	57	360	1380	84	320	<b>S 6004 C TA</b>
25	11900	6500	47000	100	300	78	300	930	120	600	1940	165	260	<b>S 6004 E TA</b>
15	6550	3600	70000	35	106	27	100	308	40	200	647	54	210	<b>KH 6004 C TA</b>
25	6300	3400	63000	50	142	54	160	479	82	320	975	106	180	<b>KH 6004 E TA</b>
15	8400	4150	65000	40	121	24	120	387	37	240	818	51	250	<b>SM 6004 C TA</b>
15	8400	4150	78000	40	121	24	120	387	37	240	818	51	300	<b>SH 6004 C TA</b>
15	8400	4150	90000	40	121	24	120	387	37	240	818	51	350	<b>SMI 6004 C TA</b>
15	7950	3800	58000	40	160	23	120	387	35	240	818	48	250	<b>BHT 6004 C TAM</b>
15	12400	6900	41000	60	190	33	180	640	57	360	1380	84	200	<b>BHT 6004 X-2Z</b>
15	17200	9300	51000	85	278	38	260	947	66	500	1968	94	440	<b>S 6204 C TA</b>
25	16500	8800	43000	140	419	91	410	1286	139	820	2688	189	360	<b>S 6204 E TA</b>
15	16000	8500	45000	80	263	35	240	876	61	480	1902	88	360	<b>BNT 6204 C TAM</b>
15	3700	2340	55000	19	59	21	55	185	33	110	395	46	95	<b>S 61805 C TA</b>
25	3500	2200	47000	30	88	51	90	272	76	170	529	98	75	<b>S 61805 E TA</b>
15	7800	4490	50000	40	126	29	120	410	48	240	881	67	200	<b>S 61905 C TA</b>
25	7400	4200	43000	60	176	70	180	546	105	360	1130	138	160	<b>S 61905 E TA</b>
15	4300	2550	63000	22	64	25	65	198	38	130	419	51	140	<b>KH 61905 C TA</b>
25	4100	2400	57000	35	98	52	100	289	76	200	597	99	120	<b>KH 61905 E TA</b>
15	13700	8100	47000	70	225	38	200	705	65	400	1520	95	350	<b>S 6005 C TA</b>
25	12900	7700	40000	110	325	88	320	990	135	640	2050	180	280	<b>S 6005 E TA</b>
15	7450	4500	59000	35	105	30	110	335	47	220	698	63	235	<b>KH 6005 C TA</b>
25	7100	4050	53000	60	173	65	180	537	96	360	1085	125	205	<b>KH 6005 E TA</b>
15	9300	4850	55000	50	152	28	140	447	43	280	945	59	300	<b>SM 6005 C TA</b>
15	9300	4850	67000	50	152	28	140	447	43	280	945	59	350	<b>SH 6005 C TA</b>
15	9300	4850	78000	50	152	28	140	447	43	280	945	59	400	<b>SMI 6005 C TA</b>
15	8850	4500	50000	45	138	26	130	417	40	260	882	55	300	<b>BHT 6005 C TAM</b>
15	19400	11200	44000	100	327	45	300	1090	77	600	2365	112	495	<b>S 6205 C TA</b>
25	18500	10600	37000	150	447	104	450	1405	159	900	2935	216	395	<b>S 6205 E TA</b>
15	18300	10400	38000	90	294	41	270	978	70	540	2122	102	402	<b>BNT 6205 C TAM</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры				вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	-----	--------------

параметры			ребра														
d	D	B	D <sub>w</sub>	Z	r <sub>эmin</sub>	r' <sub>эmin</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	m			
30	42	7	3.175	22	0.3	0.3	34.10	–	36.00	36.00	38.30	39.30	–	0.025	<b>S 61906 C TA</b>		
30	42	7	3.175	22	0.3	0.3	34.10	–	36.00	36.00	38.30	39.30	–	0.025	<b>S 61906 E TA</b>		
30	47	9	4.762	18	0.3	0.3	35.10	–	38.55	38.50	41.90	43.20	–	0.047	<b>S 61906 C TA</b>		
30	47	9	4.762	18	0.3	0.3	35.10	–	38.55	38.50	41.90	43.20	–	0.047	<b>S 61906 E TA</b>		
30	47	9	3.969	22	0.3	0.3	35.10	34.50	37.95	38.50	41.70	43.00	–	0.047	<b>KH 61906 C TA</b>		
30	47	9	3.969	22	0.3	0.3	35.10	34.50	37.95	38.50	41.70	43.00	–	0.047	<b>KH 61906 E TA</b>		
30	55	13	7.144	16	1.0	0.6	38.10	–	42.80	42.50	47.00	49.50	–	0.112	<b>S 6006 C TA</b>		
30	55	13	7.144	16	1.0	0.6	38.10	–	42.80	42.50	47.00	49.50	–	0.112	<b>S 6006 E TA</b>		
30	55	13	5.556	20	1.0	0.6	38.10	36.75	42.00	42.50	47.90	49.50	–	0.112	<b>KH 6006 C TA</b>		
30	55	13	5.556	20	1.0	0.6	38.10	36.75	42.00	42.50	47.90	49.50	–	0.112	<b>KH 6006 E TA</b>		
30	55	13	7.144	16	1.0	0.6	38.10	–	42.80	42.50	47.00	49.50	–	0.112	<b>SM 6006 C TA</b>		
30	55	13	7.144	16	1.0	0.6	38.10	36.20	42.80	42.50	47.00	49.50	–	0.112	<b>SH 6006 C TA</b>		
30	55	13	7.144	16	1.0	0.6	38.10	–	42.80	42.50	47.00	49.50	3	0.112	<b>SMI 6006 C TA</b>		
30	55	13	7.144	15	1.0	0.6	38.10	35.40	40.00	42.50	47.00	–	–	0.117	<b>BHT 6006 C TAM</b>		
30	62	16	9.525	13	1.0	0.6	40.40	–	46.70	46.00	52.05	55.40	–	0.199	<b>S 6206 C TA</b>		
30	62	16	9.525	13	1.0	0.6	40.40	–	46.70	46.00	52.05	55.40	–	0.199	<b>S 6206 E TA</b>		
30	62	16	9.525	12	1.0	0.6	40.40	36.50	43.00	46.00	52.05	–	–	0.199	<b>BNT 6206 C TAM</b>		
35	47	7	3.175	24	0.3	0.3	38.90	–	40.85	41.00	43.10	44.10	–	0.028	<b>S 61907 C TA</b>		
35	47	7	3.175	24	0.3	0.3	38.90	–	40.85	41.00	43.10	44.10	–	0.028	<b>S 61907 E TA</b>		
35	55	10	5.556	18	0.6	0.3	41.40	–	45.10	45.00	48.60	50.40	–	0.075	<b>S 61907 C TA</b>		
35	55	10	5.556	18	0.6	0.3	41.40	–	45.10	45.00	48.60	50.40	–	0.075	<b>S 61907 E TA</b>		
35	55	10	3.969	26	0.6	0.3	41.40	40.80	44.60	45.00	48.10	49.40	–	0.075	<b>KH 61907 C TA</b>		
35	55	10	3.969	26	0.6	0.3	41.40	40.80	44.60	45.00	48.10	49.40	–	0.075	<b>KH 61907 E TA</b>		
35	62	14	7.938	16	1.0	0.6	43.20	–	48.90	48.50	53.10	56.30	–	0.149	<b>S 6007 C TA</b>		
35	62	14	7.938	16	1.0	0.6	43.20	–	48.90	48.50	53.10	56.30	–	0.149	<b>S 6007 E TA</b>		
35	62	14	6.350	20	1.0	0.6	43.20	41.50	47.70	48.50	53.60	56.00	–	0.149	<b>KH 6007 C TA</b>		
35	62	14	6.350	20	1.0	0.6	43.20	41.50	47.70	48.50	53.60	56.00	–	0.149	<b>KH 6007 E TA</b>		
35	62	14	7.938	16	1.0	0.6	43.20	–	48.90	48.50	53.10	56.30	–	0.149	<b>SM 6007 C TA</b>		
35	62	14	7.938	16	1.0	0.6	43.20	41.50	48.90	48.50	53.10	56.30	–	0.149	<b>SH 6007 C TA</b>		
35	62	14	7.938	16	1.0	0.6	43.20	–	48.90	48.50	53.10	56.30	4	0.149	<b>SMI 6007 C TA</b>		
35	72	17	11.112	13	1.1	0.6	47.40	–	54.40	53.50	60.55	64.50	–	0.290	<b>S 6207 C TA</b>		
35	72	17	11.112	13	1.1	0.6	47.40	–	54.40	53.50	60.55	64.50	–	0.290	<b>S 6207 E TA</b>		


Угол	Коэффициент	Оборот	Легкий	Средний	Сильный	Подвиж	Наименование
------	-------------	--------	--------	---------	---------	--------	--------------

контакта	работоспособности		ы	преднаг			преднаг			преднаг			ный преднаг яг	
	C	C <sub>0</sub>		n	F <sub>v</sub>	F <sub>amax</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>amax</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>amax</sub>		
15	3900	2750	47000	20	62	24	60	200	37	120	428	52	100	<b>S 61806 C TA</b>
25	3700	2550	40000	30	88	56	90	270	76	180	557	109	80	<b>S 61806 E TA</b>
15	7940	4800	44000	40	125	30	120	408	50	240	875	69	200	<b>S 61906 C TA</b>
25	7500	4500	38000	60	176	72	190	577	111	390	1193	146	165	<b>S 61906 E TA</b>
15	4650	3000	55000	23	66	28	70	215	43	140	446	57	150	<b>KH 61906 C TA</b>
25	4400	2850	50000	35	97	58	110	322	87	220	657	112	130	<b>KH 61906 E TA</b>
15	16800	10500	40000	85	270	43	250	860	72	500	1870	105	430	<b>S 6006 C TA</b>
25	16000	9900	34000	130	380	98	400	1220	150	800	2540	205	350	<b>S 6006 E TA</b>
15	8300	5150	50000	40	118	35	120	369	54	250	798	73	265	<b>KH 6006 C TA</b>
25	7800	4900	46000	65	192	74	200	582	111	390	1165	143	225	<b>KH 6006 E TA</b>
15	12100	6700	47000	60	179	32	180	574	50	360	1221	69	350	<b>SM 6006 C TA</b>
15	12100	6700	57000	60	179	32	180	574	50	360	1221	69	450	<b>SH 6006 C TA</b>
15	12100	6700	68000	60	179	32	180	574	50	360	1221	69	500	<b>SMI 6006 C TA</b>
15	11600	6250	42000	60	183	31	170	546	47	340	1145	65	350	<b>BHT 6006 C TAM</b>
15	25500	15200	37000	130	418	49	390	1339	82	760	2892	117	650	<b>S 6206 C TA</b>
25	24300	14300	32000	200	592	117	600	1851	177	1200	3851	239	540	<b>S 6206 E TA</b>
15	24200	14000	33000	120	385	46	360	1272	77	720	2748	110	550	<b>BNT 6206 C TAM</b>
15	4000	3000	41000	20	62	25	60	199	39	120	424	54	100	<b>S 61807 C TA</b>
25	3800	2800	35000	30	87	58	90	271	93	190	587	118	80	<b>S 61807 E TA</b>
15	11000	6940	38000	55	174	37	165	569	61	330	1225	86	280	<b>S 61907 C TA</b>
25	10400	6500	32000	90	265	91	260	794	135	520	1647	177	225	<b>S 61907 E TA</b>
15	5100	3600	47000	25	73	32	80	246	50	150	472	64	165	<b>KH 61907 C TA</b>
25	4800	3400	43000	40	114	67	120	350	99	240	736	129	140	<b>KH 61907 E TA</b>
15	20900	13500	35000	100	315	50	300	1040	84	600	2240	120	555	<b>S 6007 C TA</b>
25	19900	12700	30000	170	500	118	500	1530	180	1000	3190	245	450	<b>S 6007 E TA</b>
15	10500	6700	44000	50	148	40	160	490	62	320	1026	82	335	<b>KH 6007 C TA</b>
25	10000	6350	40000	80	228	83	250	743	125	500	1491	162	290	<b>KH 6007 E TA</b>
15	14500	8200	41000	70	211	37	210	671	57	420	1404	77	450	<b>SM 6007 C TA</b>
15	14500	8200	50000	70	211	37	210	671	57	420	1404	77	550	<b>SH 6007 C TA</b>
15	14500	8200	58000	70	211	37	210	671	57	420	1404	77	650	<b>SMI 6007 C TA</b>
15	35200	21800	32000	180	585	60	530	1899	102	1000	3853	142	905	<b>S 6207 C TA</b>
25	33700	20800	27000	280	833	142	840	2613	217	1700	5521	296	730	<b>S 6207 E TA</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры										вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--------------



контакта	работоспособности		ы	преднаряг			преднаряг			преднаряг			ный преднаряг	
	C	C <sub>0</sub>		n	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>	C <sub>ax</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>a,max</sub>		
15	4100	3250	37000	21	65	27	60	198	41	120	421	57	105	<b>S 61808 C TA</b>
25	3850	3050	32000	30	87	62	100	300	97	190	585	124	85	<b>S 61808 E TA</b>
15	15200	10100	33000	75	239	46	230	804	77	460	1735	109	385	<b>S 61908 C TA</b>
25	14300	9500	28500	120	354	111	360	1106	168	720	2298	225	315	<b>S 61908 E TA</b>
15	6950	4950	42000	35	102	37	100	303	55	210	664	75	220	<b>KH 61908 C TA</b>
25	6550	4650	38000	55	163	77	160	477	113	330	998	148	190	<b>KH 61908 E TA</b>
15	22400	15300	31500	110	350	53	330	1150	91	660	2480	130	570	<b>S 6008 C TA</b>
25	21200	14500	27000	180	530	125	530	1630	190	1100	3520	265	465	<b>S 6008 E TA</b>
15	11000	7500	39000	55	163	44	160	486	65	330	1054	88	350	<b>KH 6008 C TA</b>
25	10500	7100	36000	90	264	92	260	756	135	520	1560	175	300	<b>KH 6008 E TA</b>
15	15600	9300	37000	80	242	40	230	732	61	460	1563	83	450	<b>SM 6008 C TA</b>
15	15600	9300	45000	80	242	40	230	732	61	460	1563	83	550	<b>SH 6008 C TA</b>
15	15600	9300	52000	80	242	40	230	732	61	460	1563	83	650	<b>SMI 6008 C TA</b>
15	37200	22900	28500	185	588	58	560	1949	98	1100	4119	137	950	<b>S 6208 C TA</b>
25	35400	22000	24000	300	886	142	900	2763	215	1800	5740	288	765	<b>S 6208 E TA</b>
15	4200	3500	33000	21	64	28	65	214	44	130	456	61	110	<b>S 61809 C TA</b>
25	3950	3300	28000	35	102	68	100	299	102	200	615	132	85	<b>S 61809 E TA</b>
15	15400	10700	30000	80	255	49	230	800	79	460	1725	112	390	<b>S 61909 C TA</b>
25	14500	10100	25500	120	354	115	360	1104	173	720	2291	232	315	<b>S 61909 E TA</b>
15	7350	5550	38000	35	102	40	110	339	61	220	689	81	235	<b>KH 61909 C TA</b>
25	6950	5250	34000	60	170	86	170	497	124	350	1042	162	200	<b>KH 61909 E TA</b>
15	27400	19200	28000	130	415	60	400	1410	105	800	3050	150	690	<b>S 6009 C TA</b>
25	26000	18100	24000	210	620	140	650	2010	220	1300	4180	300	560	<b>S 6009 E TA</b>
15	10900	7600	36000	55	163	44	160	486	65	330	1040	88	345	<b>KH 6009 C TA</b>
25	10300	7200	32000	90	265	92	260	756	135	520	1560	175	295	<b>KH 6009 E TA</b>
15	18800	11400	33000	90	273	44	275	883	69	550	1777	93	550	<b>SM 6009 C TA</b>
15	18800	11400	40000	90	273	44	275	883	69	550	1777	93	700	<b>SH 6009 C TA</b>
15	18800	11400	47000	90	273	44	275	883	69	550	1777	93	800	<b>SMI 6009 C TA</b>
15	45900	29900	26000	230	740	71	700	2481	119	1400	5366	171	1165	<b>S 6209 C TA</b>
25	43800	28500	22500	370	1097	169	1100	3403	257	2200	7085	346	960	<b>S 6209 E TA</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры				вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	-----	--------------

параметры				ребра											
d	D	B	D <sub>w</sub>	Z	r <sub>эmin</sub>	r' <sub>эmin</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	m	
50	65	7	3.969	26	0.3	0.3	54.70	–	57.35	57.50	60.30	61.30	–	0.049	<b>S 61810 C TA</b>
50	65	7	3.969	26	0.3	0.3	54.70	–	57.35	57.50	60.30	61.30	–	0.049	<b>S 61810 E TA</b>
50	72	12	6.350	21	0.6	0.3	56.80	–	61.05	61.00	65.20	67.20	–	0.129	<b>S 61910 C TA</b>
50	72	12	6.350	21	0.6	0.3	56.80	–	61.05	61.00	65.20	67.20	–	0.129	<b>S 61910 E TA</b>
50	72	12	4.762	30	0.6	0.3	56.80	55.30	59.75	61.00	65.20	66.70	–	0.129	<b>KH 61910 C TA</b>
50	72	12	4.762	30	0.6	0.3	56.80	55.30	59.75	61.00	65.20	66.70	–	0.129	<b>KH 61910 E TA</b>
50	80	16	8.731	19	1.0	0.6	59.70	–	65.30	65.00	70.00	73.60	–	0.256	<b>S 6010 C TA</b>
50	80	16	8.731	19	1.0	0.6	59.70	–	65.30	65.00	70.00	73.60	–	0.256	<b>S 6010 E TA</b>
50	80	16	6.350	25	1.0	0.6	59.70	58.00	64.00	65.00	70.70	73.10	–	0.256	<b>KH 6010 C TA</b>
50	80	16	6.350	25	1.0	0.6	59.70	58.00	64.00	65.00	70.70	73.10	–	0.256	<b>KH 6010 E TA</b>
50	80	16	8.731	19	1.0	0.6	59.70	–	65.30	65.00	70.00	73.60	–	0.256	<b>SM 6010 C TA</b>
50	80	16	8.731	19	1.0	0.6	59.70	57.30	65.30	65.00	70.00	73.60	–	0.256	<b>SH 6010 C TA</b>
50	80	16	8.731	19	1.0	0.6	59.70	–	65.30	65.00	70.00	73.60	4	0.256	<b>SMI 6010 C TA</b>
50	90	20	12.700	15	1.1	0.6	62.45	–	70.90	70.00	76.90	82.70	–	0.486	<b>S 6210 C TA</b>
50	90	20	12.700	15	1.1	0.6	62.45	–	70.90	70.00	76.90	82.70	–	0.486	<b>S 6210 E TA</b>
55	72	9	4.762	26	0.3	0.3	60.10	–	63.40	63.50	66.90	68.10	–	0.077	<b>S 61811 C TA</b>
55	72	9	4.762	26	0.3	0.3	60.10	–	63.40	63.50	66.90	68.10	–	0.077	<b>S 61811 E TA</b>
55	80	13	7.144	21	1.0	0.3	63.10	–	67.60	67.50	71.90	74.50	–	0.181	<b>S 61911 C TA</b>
55	80	13	7.144	21	1.0	0.3	63.10	–	67.60	67.50	71.90	74.50	–	0.181	<b>S 61911 E TA</b>
55	80	13	5.556	30	1.0	0.3	63.10	61.75	66.80	67.50	72.90	74.50	–	0.181	<b>KH 61911 C TA</b>
55	80	13	5.556	30	1.0	0.3	63.10	61.75	66.80	67.50	72.90	74.50	–	0.181	<b>KH 61911 E TA</b>
55	90	18	9.525	20	1.1	1.0	66.80	–	72.80	72.50	78.20	81.90	–	0.374	<b>S 6011 C TA</b>
55	90	18	9.525	20	1.1	1.0	66.80	–	72.80	72.50	78.20	81.90	–	0.374	<b>S 6011 E TA</b>
55	90	18	7.938	23	1.1	1.0	66.80	65.60	71.80	72.50	79.20	82.40	–	0.374	<b>KH 6011 C TA</b>
55	90	18	7.938	23	1.1	1.0	66.80	65.60	71.80	72.50	79.20	82.40	–	0.374	<b>KH 6011 E TA</b>
55	90	18	9.525	20	1.1	1.0	66.80	–	72.80	72.50	78.20	81.90	–	0.374	<b>SM 6011 C TA</b>
55	90	18	9.525	20	1.1	1.0	66.80	63.60	72.80	72.50	78.20	81.90	–	0.374	<b>SH 6011 C TA</b>
55	90	18	9.525	20	1.1	1.0	66.80	–	72.80	72.50	78.20	81.90	4	0.374	<b>SMI 6011 C TA</b>
55	100	21	14.288	15	1.5	1.0	69.00	–	78.60	77.50	85.80	91.60	–	0.621	<b>S 6211 C TA</b>
55	100	21	14.288	15	1.5	1.0	69.00	–	78.60	77.50	85.80	91.60	–	0.621	<b>S 6211 E TA</b>

Угол	Коэффициент	Оборот	Легкий	Средний	Сильный	Подвиж	Наименование
------	-------------	--------	--------	---------	---------	--------	--------------

контакта	работоспособности		ы	предняг			предняг			предняг			ный предняг	
	$\alpha_0$	C		$C_0$	n	$F_V$	$F_{a_{max}}$	$C_{ax}$	$F_V$	$F_{a_{max}}$	$C_{ax}$	$F_V$		
15	6000	4850	29500	30	92	31	90	294	49	190	625	68	155	<b>S 61810 C TA</b>
25	5650	4600	25000	45	131	75	140	417	114	300	921	153	120	<b>S 61810 E TA</b>
15	15600	11300	28000	80	254	50	230	796	81	460	1715	115	400	<b>S 61910 C TA</b>
25	14700	10600	24000	120	354	119	370	1133	180	740	2351	241	325	<b>S 61910 E TA</b>
15	7600	6000	35000	40	116	44	110	333	64	230	724	86	240	<b>KH 61910 C TA</b>
25	7150	5650	32000	60	169	90	180	532	132	360	1064	171	205	<b>KH 61910 E TA</b>
15	28200	20200	26000	140	450	64	420	1490	110	840	3200	160	715	<b>S 6010 C TA</b>
25	26600	19300	22000	220	650	145	670	2060	230	1330	4270	310	570	<b>S 6010 E TA</b>
15	11700	8700	33000	60	177	49	180	553	74	350	1132	98	370	<b>KH 6010 C TA</b>
25	11100	8200	30000	90	256	100	280	814	150	560	1682	194	320	<b>KH 6010 E TA</b>
15	19300	12100	31000	100	303	47	290	921	72	580	1947	99	600	<b>SM 6010 C TA</b>
15	19300	12100	37000	100	303	47	290	921	72	580	1947	99	700	<b>SH 6010 C TA</b>
15	19300	12100	43000	100	303	47	290	921	72	580	1947	99	800	<b>SMI 6010 C TA</b>
15	48000	32600	24500	240	767	75	720	2556	125	1440	5506	178	1150	<b>S 6210 C TA</b>
25	45700	30900	20500	380	1115	177	1140	3529	271	2280	7349	363	910	<b>S 6210 E TA</b>
15	9000	7500	27000	45	139	40	140	467	64	250	880	85	230	<b>S 61811 C TA</b>
25	8500	7050	23000	70	204	97	210	631	145	400	1235	186	190	<b>S 61811 E TA</b>
15	18700	13700	25000	90	282	52	280	957	87	560	2056	122	475	<b>S 61911 C TA</b>
25	17600	12900	21500	150	441	130	440	1338	193	880	2770	257	380	<b>S 61911 E TA</b>
15	10100	8200	31000	50	146	50	150	456	75	300	937	99	320	<b>KH 61911 C TA</b>
25	9600	7700	28500	80	226	104	240	706	154	480	1432	199	275	<b>KH 61911 E TA</b>
15	32600	24600	23500	160	501	69	490	1698	115	990	3671	163	840	<b>S 6011 C TA</b>
25	30800	23100	20000	260	769	167	770	2354	253	1540	4881	337	670	<b>S 6011 E TA</b>
15	16800	12400	29500	80	234	55	250	762	84	500	1577	111	530	<b>KH 6011 C TA</b>
25	15900	11700	26500	130	371	115	400	1162	172	800	2396	223	455	<b>KH 6011 E TA</b>
15	23500	15300	27000	120	365	52	350	1108	81	700	2373	110	700	<b>SM 6011 C TA</b>
15	23500	15300	33000	120	365	52	350	1108	81	700	2373	110	850	<b>SH 6011 C TA</b>
15	23500	15300	39000	120	365	52	350	1108	81	700	2373	110	1000	<b>SMI 6011 C TA</b>
15	59000	40600	22000	300	961	83	900	3165	139	1800	6836	199	1510	<b>S 6211 C TA</b>
25	56300	38600	18500	470	1390	198	1400	4312	300	2800	8967	404	1210	<b>S 6211 E TA</b>

Главные	Шарик	Расстояние	Параметры				вес	Наименование
---------	-------	------------	-----------	--	--	--	-----	--------------









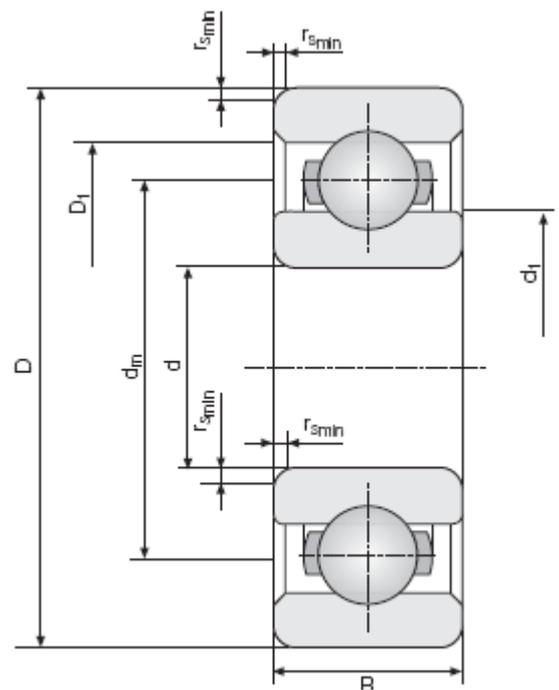
## Радиальные подшипники

1. Материал	-	подшипники из хроми. стали не обознач-ся
	<b>M</b>	Подшипники из теплоустойчивой стали*
	<b>HU</b>	Шарики и кольца из разных материалов (гибридные)
2. Величина подшипника	<b>6202</b>	Маркировка размерной серии и диаметра сверления
	<b>X</b>	Подшипник с сверх шириной
	<b>Z</b>	Крышки укреплены пружинным стопорным кольцом на одной стороне
	<b>ZZ</b>	Уплотненные крышки с двух сторон укреплены пружинным стопорным кольцом (у парных подшипников крышки наружные)
	<b>J</b>	Сепаратор из стали
	<b>T9H</b>	Сепаратор в виде короны из полиамида, усилен стекловолокном ....
	<b>TBH</b>	Сепаратор в виде короны из жестк текстиля ....
	<b>TA</b>	Массивный сепаратор из жестк текстиля ....
	<b>TB</b>	Массивный сепаратор из жестк текстиля ....
	<b>MA</b>	Массивный сепаратор из латуни ....
	<b>P4</b>	Соответствует P4 по стандарту DIN 620
	<b>P2</b>	Соответствует P2 по стандарту DIN 620
	<b>A7</b>	ABEC 7 по стандарту ABMA (Америк стандарт)
	<b>A9</b>	ABEC 9 по стандарту ABMA
	<b>HG</b>	Точность по GMN по заводским нормам GMN
	<b>UP</b>	Сверх точность по GMN по заводским нормам GMN
	<b>C2</b>	Радиальный зазор меньше чем норма
	-	Норма зазора (не указ-ся)
	<b>C3</b>	Радиальный зазор больше чем норма
	<b>C4</b>	Радиальный зазор больше чем C3 .....
	<b>DF</b>	Расположение X
	<b>DB</b>	Расположение O
	<b>DT</b>	Последовательное расположение
	<b>DUA</b>	Универсально спаренные с осевым зазором
	<b>DUO</b>	Универсально спаренные без осевого зазора
	<b>DUV</b>	Универсально спаренный с предварительным натягом
	<b>S1</b>	Для рабочей температуры до +200 C
	<b>S2</b>	Для рабочей температуры до +250 C
	<b>S3</b>	Для рабочей температуры до +300 C
	9. Смазка	Значок смазки ,пример: <b>Asonic GLY 32</b>

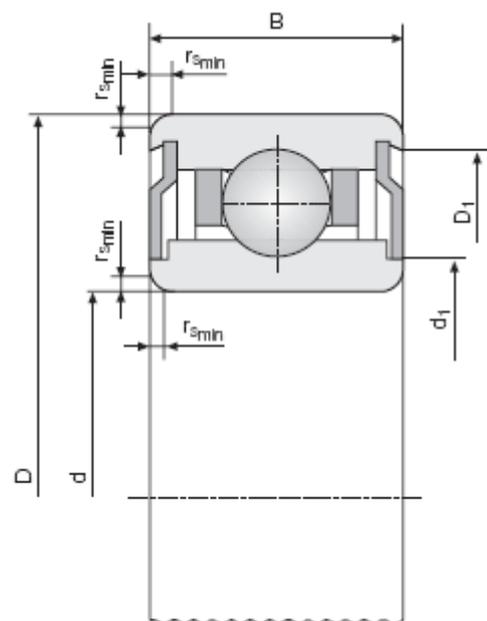
## Радиальные подшипники

В таблицах по подшипникам используются следующие символы:

$d$	[мм]	Диаметр отверстия
$D$	[мм]	Внешний диаметр
$B$	[мм]	Ширина одиночного подшипника
$r_{s\ min}$	[мм]	Расстояние ребра
$r'_{s\ min}$	[мм]	Расстояние ребра на открытой стороне (шпиндельный подшипник)
$D_w$	[мм]	Диаметр шарика
$Z$	шт.	Количество шариков
$m$	[кг]	Вес
$d_m$	[мм]	Диаметр делительной окружности
$d_1$	[мм]	Внешний диаметр внутреннего кольца
$D_1$	[мм]	Внутренний диаметр внешнего кольца
$n$	[об./мин]	Показания оборотов
$C$	[N]	динамическое
$C_0$	[N]	Динамический коэффициент работоспособности



Типы 60...;62....



Типы ...X – 2Z

Главные параметры			Шарик		Расстояние ребра	Параметры		Наименование
d	D	B	$D_w$	Z	$r_{smin}$	$d_1$	$D_1$	
5	16	5	3.175	6	0.3	7.65	12.50	<b>625</b>
6	19	6	3.175	8	0.3	10.70	15.80	<b>626</b>
7	19	6	3.175	8	0.3	10.70	15.80	<b>607</b>
7	22	7	3.969	7	0.3	11.80	17.60	<b>627</b>
8	22	7	3.969	7	0.3	11.80	17.60	<b>608</b>
8	22	10.312	3.969	7	0.3	10.50	19.00	<b>608 X - 2Z</b>
9	24	7	3.969	8	0.3	13.45	19.90	<b>609</b>
9	26	8	4.762	7	0.3	14.65	21.40	<b>629</b>
10	26	8	4.762	7	0.3	14.65	21.40	<b>6000</b>
10	30	9	5.556	7	0.6	16.00	24.45	<b>6200</b>
10	26	11.506	4.762	7	0.3	13.00	23.10	<b>6000 X - 2Z</b>
12	28	8	4.762	8	0.3	16.65	23.40	<b>6001</b>
12	32	10	5.953	7	0.6	18.30	26.00	<b>6201</b>
12	28	11.506	4.762	8	0.3	15.00	25.10	<b>6001 X - 2Z</b>
15	32	9	4.762	9	0.3	20.15	26.90	<b>6002</b>
15	35	11	5.953	8	0.6	21.10	29.00	<b>6202</b>
15	32	11.506	4.762	9	0.3	18.50	28.45	<b>6002 X - 2Z</b>
17	35	10	4.762	10	0.3	22.65	29.40	<b>6003</b>
17	40	12	6.747	8	0.6	24.10	32.95	<b>6203</b>
17	35	12.700	4.762	10	0.3	21.00	30.95	<b>6003 X - 2Z</b>
20	42	12	6.350	9	0.6	26.60	35.45	<b>6004</b>
20	47	14	7.938	8	1.0	28.50	38.55	<b>6204</b>
20	42	15.875	6.350	9	0.6	24.30	37.00	<b>6004 X - 2Z</b>
25	47	12	6.350	10	0.6	32.20	40.05	<b>6005</b>
25	52	15	7.938	9	1.0	34.04	44.05	<b>6205</b>
30	55	13	7.144	11	1.0	38.10	46.95	<b>6006</b>
30	62	16	9.525	9	1.0	40.40	52.05	<b>6206</b>
35	72	17	11.112	9	1.1	47.40	60.55	<b>6207</b>
40	80	18	11.906	9	1.1	52.80	67.60	<b>6208</b>

Коэффициент работоспособности		Обороты	Делительная окружности	вес	Наименование
C	C <sub>0</sub>	n	d <sub>m</sub>	m	
1800	665	46000	10.5	0.005	<b>625</b>
2300	935	43000	12.5	0.008	<b>626</b>
2300	935	43000	13.0	0.008	<b>607</b>
3000	1290	40500	14.5	0.012	<b>627</b>
3000	1290	40500	15.0	0.012	<b>608</b>
3000	1290	65000	15.0	0.014	<b>608 X - 2Z</b>
3350	1400	37000	16.5	0.023	<b>609</b>
4500	1850	35000	17.5	0.020	<b>629</b>
4500	1850	34500	18.0	0.019	<b>6000</b>
6100	2600	31000	20.0	0.032	<b>6200</b>
4500	1850	55000	18.0	0.024	<b>6000 X - 2Z</b>
4900	2150	31000	20.0	0.022	<b>6001</b>
6900	3000	28000	22.0	0.037	<b>6201</b>
4900	2150	50000	20.0	0.027	<b>6001 X - 2Z</b>
5400	2500	26500	23.5	0.030	<b>6002</b>
7700	3500	25000	25.0	0.045	<b>6202</b>
5400	2500	42000	23.5	0.034	<b>6002 X - 2Z</b>
5800	2800	24000	26.0	0.039	<b>6003</b>
9600	4500	22000	28.5	0.065	<b>6203</b>
5800	2800	38000	26.0	0.046	<b>6003 X - 2Z</b>
9900	4900	20000	31.0	0.069	<b>6004</b>
14100	7000	18000	33.5	0.106	<b>6204</b>
9900	4900	32000	31.0	0.070	<b>6004 X - 2Z</b>
10700	5600	17000	36.0	0.080	<b>6005</b>
15400	8000	16000	38.5	0.128	<b>6205</b>
13500	7400	14500	42.5	0.128	<b>6006</b>
20400	10900	13500	46.0	0.199	<b>6206</b>
28000	15500	11500	53.5	0.315	<b>6207</b>
29700	16600	10000	60.0	0.402	<b>6208</b>

## Спец решения

### Спец подшипники

#### От идеи к решению

Наряду со стандартной программой, GMN также предлагает разнообразные возможности по решению новых технологических проблем. GMN разрабатывает как спец подшипники так и уже готовые опорные системы.

На базе точной технологической разработки готовятся подшипники для таких отраслей как:

- вакуумные системы
- медицинское оснащение (в рентгене)
- для магнитных подшипниковых систем
- лазерная техника
- измерительная и навигационная техника
- станкостроение



### Примеры применения

#### Вакуумные системы

##### Медицинское оснащение (рентген)

- цельно-шариковые подшипниковые системы
- сухая смазка
- температуры до 550 C
- вакуум до 10<sup>-9</sup> mbar

##### Турбомолекулярные насосы

- уплотненные специальные конструкции
- большой срок эксплуатации
- оптимальные смазки



#### Магнитные подшипники

- цельно-шариковые подшипники
- подобранная трибология
- высокое ускорение на конечных оборотах
- керамические шарики



#### Измерительная техника

- готовые к монтажу подшипниковые системы с преднатягом
- высокая точность вращения
- малое трение
- твердость
- прецизионные запасные детали



#### Станкостроение

- спец формы
- высокие обороты
- спец-материал
- спец сепараторы



# GMN

## ПРЕЦИЗИОННЫЕ ПОДШИПНИКИ



4000