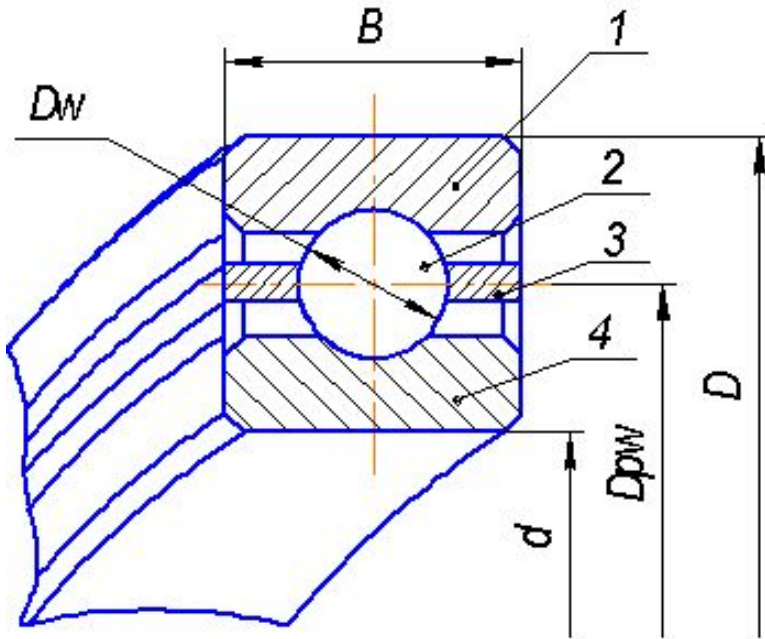


# Подшипники качения.



**Подшипники качения** – это опоры вращающихся или качающихся деталей, использующие элементы качения (шарики или ролики) и работающие на основе трения качения.

Подшипники качения состоят из следующих деталей: наружного 1 и внутреннего 4 колец с дорожками качения, тел качения 2 (шариков или роликов), сепаратора 3, разделяющего и направляющего тела качения.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ПО ВИДУ ВОСПРИНИМАЕМОЙ НАГРУЗКИ

## Подшипники качения

```
graph TD; A[Подшипники качения] --> B[Радиальные]; A --> C[Радиально-упорные]; A --> D[Упорно-радиальные]; A --> E[Упорные]; B --> B1[Предназначены для восприятия радиальной нагрузки. Некоторые типы способны частично воспринимать и осевую нагрузку]; C --> C1[Предназначены для комбинированного восприятия радиальной и осевой нагрузок]; D --> D1[Предназначены для восприятия в основном осевой нагрузки, способны частично воспринимать небольшую радиальную нагрузку]; E --> E1[Предназначены для восприятия осевой нагрузки];
```

### Радиальные

Предназначены для восприятия радиальной нагрузки. Некоторые типы способны частично воспринимать и осевую нагрузку

### Радиально-упорные

Предназначены для комбинированного восприятия радиальной и осевой нагрузок

### Упорно-радиальные

Предназначены для восприятия в основном осевой нагрузки, способны частично воспринимать небольшую радиальную нагрузку

### Упорные

Предназначены для восприятия осевой нагрузки

## **Достоинства и недостатки подшипников качения**

**Достоинства подшипников качения: малые моменты сил трения и пусковые моменты, малый нагрев, незначительный расход смазочных материалов, простое обслуживание, высокая степень стандартизации и унификации. Эти преимущества подшипников качения обеспечивают им широкое распространение в различных отраслях машиностроения.**

**Недостатки подшипников качения: низкая долговечность при больших угловых скоростях и больших нагрузках; ограниченная способность воспринимать ударные и вибрационные нагрузки; большие диаметральные габариты.**

# **Классификация подшипников качения.**

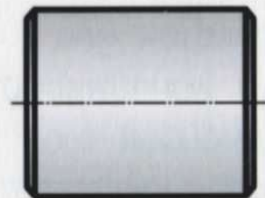
- 1. По форме тел качения.**
- 2. По воспринимаемой нагрузке.**
- 3. Другие.**

# ТЕЛА КАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Шарик



Ролик цилиндрический короткий



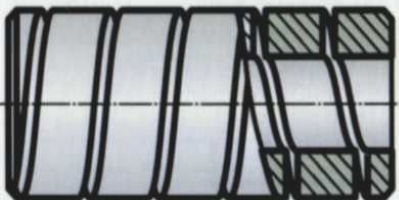
Ролик цилиндрический длинный



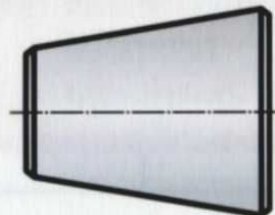
Игла



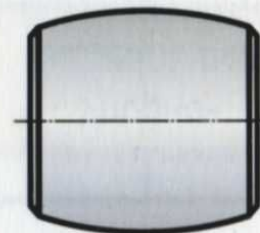
Ролик витой



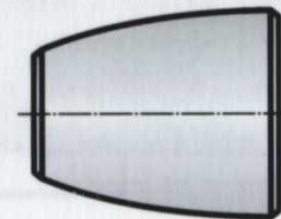
Ролик конический



Ролик бочкообразный симметричный



Ролик сфероконический



Шарикоподшипники предпочтительно применять при высоких скоростях и малых нагрузках. Роликоподшипники применяют при средних и малых скоростях и повышенных нагрузках. Подшипники с витыми роликами применяют при динамических нагрузках. Подшипники с бочкообразными и сфероконическими роликами применяют в условиях несоосности внутреннего и наружного колец.

# Пример обозначения подшипников:

шариковый  
радиальный

класс  
точности 0

206

серия легкая

06x5=30 – внутренний  
диаметр внутреннего  
кольца (посадочный  
на вал)

внутреннее кольцо  
без буртов  
класс точности

роликовый

6

- 32

210

Д1

материал  
сепаратора

серия легкая

10x5=50 – внутренний диаметр  
внутреннего кольца  
(посадочный на вал)

**Внутренний диаметр подшипника  $d$ , начиная с  $d=20$  мм (или диаметр вала), в условном обозначении подшипника указывается двумя первыми цифрами справа. Эти цифры, умноженные на пять, дают диаметр вала под подшипником. Исключением являются подшипники с посадочным диаметром до 20 мм, обозначения двух последних цифр в номере этих подшипников, представлены в таблице**

| <b><math>d</math>, мм</b> | <b>10</b> | <b>12</b> | <b>15</b> | <b>17</b> |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Обозначен.</b>         | <b>00</b> | <b>01</b> | <b>02</b> | <b>03</b> |

**Тип подшипника указывается в условном обозначении четвертой цифрой справа.**

**0 – шарикоподшипник радиальный однорядный (ШПРО), 0 в номере не пробивается;**

**1 – шарикоподшипник радиальный сферический двухрядный (ШПРС);**

**2 – роликоподшипник радиальный однорядный (РПР);**

**3 – роликоподшипник радиальный сферический двухрядный (РПРС);**

**4 – роликоподшипник радиальный однорядный с длинными роликами;**

**5 – роликоподшипник радиальный однорядный с витыми роликами;**

**6 – шарикоподшипник радиально-упорный однорядный (ШРУО);**

**7 – роликоподшипник конический однорядный (РПКО);**

**8 – упорный шарикоподшипник однорядный (УШПО);**

**9 – упорный роликоподшипник однорядный (УРПО).**

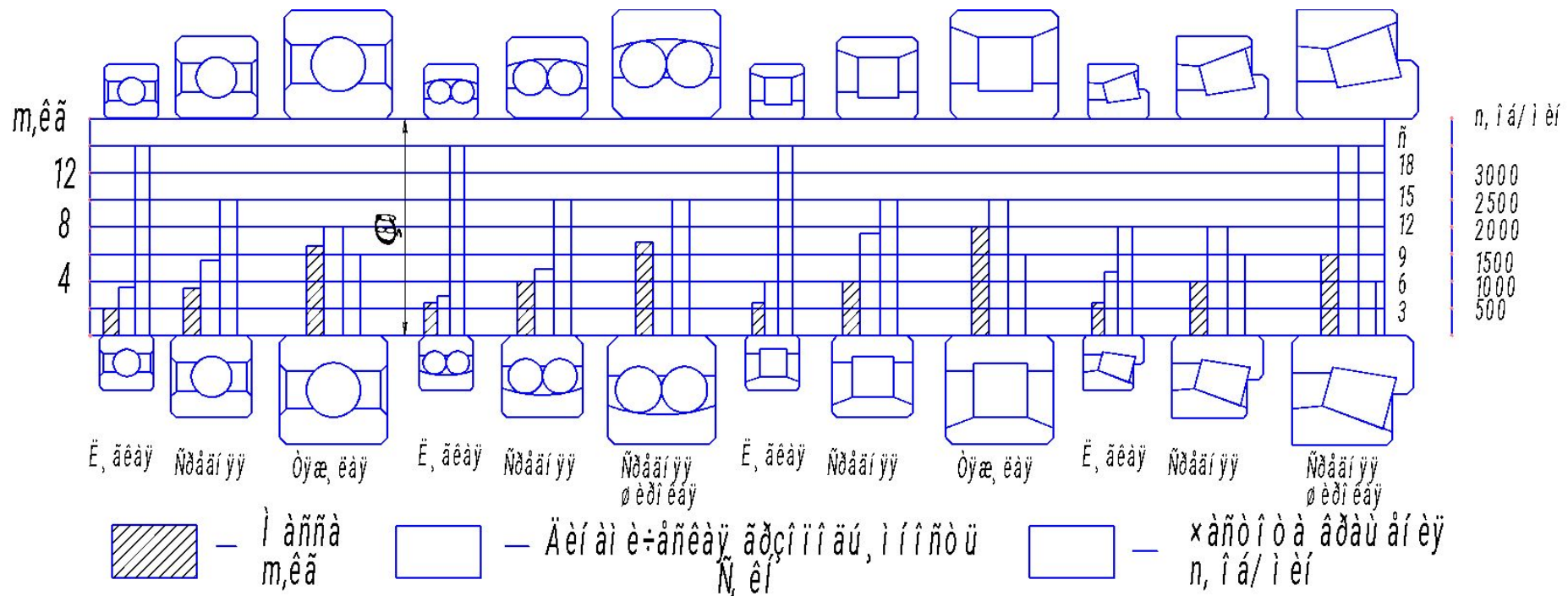


Третья и седьмая (если она есть) цифры справа указывают серию подшипника.

Подшипники качения выпускают нескольких разновидностей (серий), имеющих одинаковый посадочный диаметр на вал, отличающихся остальными размерами, нагрузочной способностью, массой и предельной частотой вращения.

Обозначения: 1 – особолегкая серия, 2 – легкая серия, 3 – средняя серия, 4 – тяжелая серия и т. д.

С увеличением номера серии возрастает динамическая грузоподъемность подшипника, увеличивается его масса, а частота вращения падает



# **Условные обозначения подшипников.**

**По ГОСТ 520-71 предусматривается пять классов точности подшипников:**

- 0 – нормальный класс точности;**
- 6 – повышенный класс точности;**
- 5 – высокий класс точности;**
- 4 – прецизионный класс точности;**
- 2 – сверхпрецизионный класс точности.**

# **Материалы подшипников качения.**

**Шарики, ролики и кольца подшипников качения изготавливают из сталей ШХ 15, ШХ 15СГ, ШХ 20 СГ, 18ХГТ , 20Х2Н4А, а при необходимости из теплостойкой стали ЭИ 347-Ш. Применяют также низкоуглеродистые легированные стали с последующей цементацией и закалкой. Сепараторы подшипников качения выполняют из мягкой углеродистой стали штампованными из двух половинок или в виде массивных колец из латуни, бронзы, чугуна, алюминиевых сплавов, пластмасс и других материалов.**

**Возможны дополнительные условные обозначения подшипников и их отличительные признаки – буквы справа от цифрового номера, если сепараторы изготовлены из безоловянистой бронзы (В), чугуна (Г), дюралья (Д), пластмассы (Е), латуни (Л). Если подшипник изготовлен из теплостойкой стали, то Р1, Р2, Р3 и т. д. Буква Ю, если подшипник изготовлен из коррозионно-стойких материалов.**

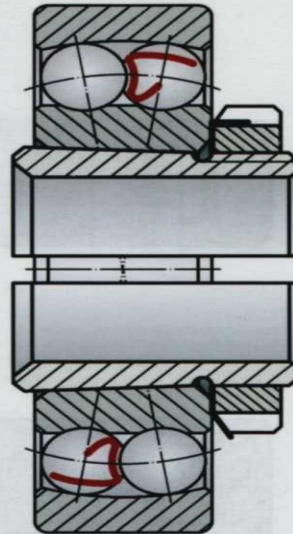
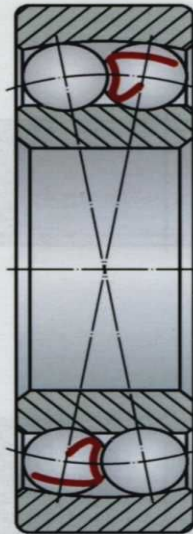
# КОНСТРУКЦИИ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ

## Радиальные

Однорядный  
тип 0000



Двухрядные сферические  
тип 1000      тип 11000



## Радиально-упорные

Тип 6000



Тип 176000

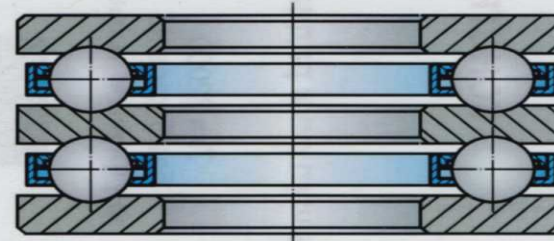


## Упорные типа 8000

одинарный



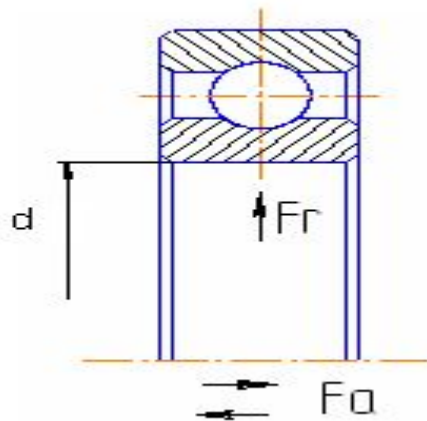
двойной



## Упорно-радиальный типа 168000

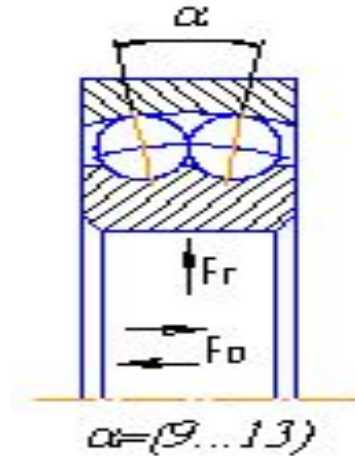


# Шарикоподшипники радиальные однорядные (ШПРО)



**ШПРО служат для восприятия в первую очередь радиальной нагрузки, однако они могут передавать и незначительные осевые нагрузки, действующие в обоих направлениях. По сравнению с другими типами подшипников качения радиальные однорядные шарикоподшипники работают с минимальными потерями на трение и, следовательно, допускают наибольшую частоту вращения. Соосность посадочных мест под радиальные однорядные подшипники должна быть выдержана в таких пределах, чтобы перекос наружных колец относительно внутренних не превышал 10-15'. Такие подшипники рекомендуется устанавливать на жестких двух опорных валах, т. е. на валах с расстоянием между опорами  $L \leq 10d$  ( $d$  – диаметр вала под подшипником)**

# Шарикоподшипники радиальные сферические двухрядные (ШПРС)



Эти подшипники предназначены для восприятия радиальных нагрузок, но могут воспринимать одновременно и небольшую двустороннюю осевую нагрузку (до 20% от неиспользованной радиальной нагрузки).

Дорожка качения на наружном кольце обработана по сфере; такая форма обеспечивает нормальную работу подшипников даже при значительном (порядка 2-3°) перекосе внутреннего кольца относительно наружного.

## Такие подшипники

устанавливают на: 1) многоопорных валах трансмиссионного типа; 2) двухопорных валах, подверженных значительным прогибам под действием внешних нагрузок; 3) в узлах с технологически необеспеченной строгой соосностью посадочных мест (при растачивании отверстий в корпусах не за один проход); 4) при установке подшипников в отдельно стоящих корпусах (валы открытых цилиндрических передач приводов).



# КОНСТРУКЦИИ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ

## Подшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами

Тип 2000  
без бортов на  
наружном кольце



Тип 32000  
без бортов на  
внутреннем кольце



Тип 12000  
с одним бортом на  
наружном кольце



Тип 42000  
с одним бортом на  
внутреннем кольце

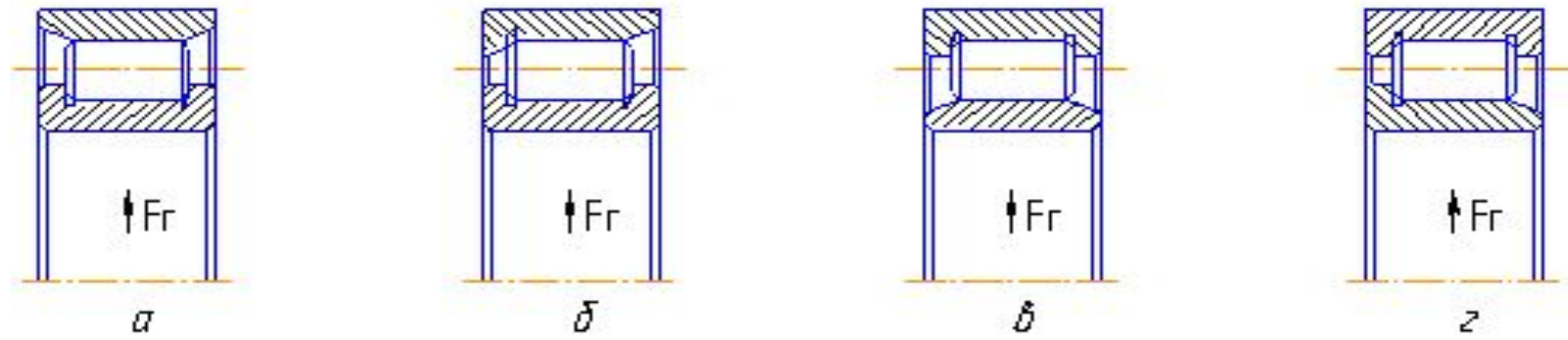


Тип 92000  
с одним бортом на  
внутреннем кольце и  
с упорной шайбой





# Роликоподшипники радиальные однорядные (РПР)



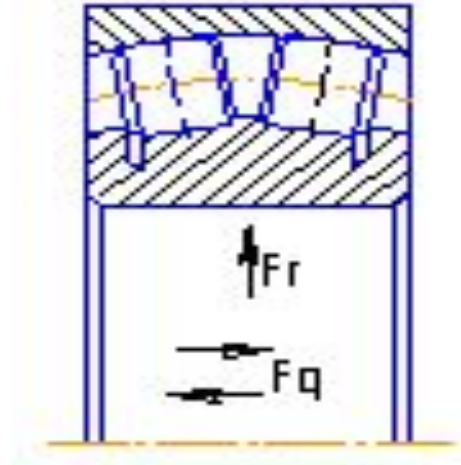
Такие подшипники могут воспринимать значительную радиальную нагрузку, однако некоторые из них (типа 12000, 42000) дополнительно воспринимают кратковременную небольшую осевую нагрузку, фиксируя вал в основном направлении.

Они обладают значительно большей радиальной грузоподъемностью по сравнению равногабаритными шарикоподшипниками, но по скоростным характеристикам им уступают.

Подшипники с цилиндрическими роликами очень

чувствительны к перекосам внутренних колец относительно наружных, т. к. у них возникает концентрация напряжений у краев ролика. Подшипники типов 2000 и 32000 допускают в процессе монтажа и эксплуатации двустороннее осевое перемещение внутреннего кольца относительно наружного, т. е. могут использоваться как шарнирно-подвижная опора и опоры валов шевронных или косозубых раздвоенных колес.

# Роликоподшипники радиальные сферические двухрядные (РПРС)



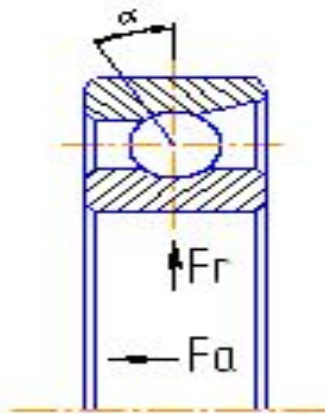
РПРС предназначены для работы под радиальными нагрузками, но могут одновременно воспринимать и небольшую осевую нагрузку. Они могут работать и при чисто осевой нагрузке, однако, в этом случае воспринимать ее будет лишь один ряд роликов.

Такие подшипники обладают значительно более высокой грузоподъемностью, чем равногабаритные шариковые радиальные сферические подшипники.

Допустимая частота вращения у них значительно ниже, чем у ШПРС.

Применяются в тех же областях машиностроения, что радиальные сферические двухрядные шарикоподшипники.

# Шарикоподшипники радиально-упорные однорядные (ШРУО)

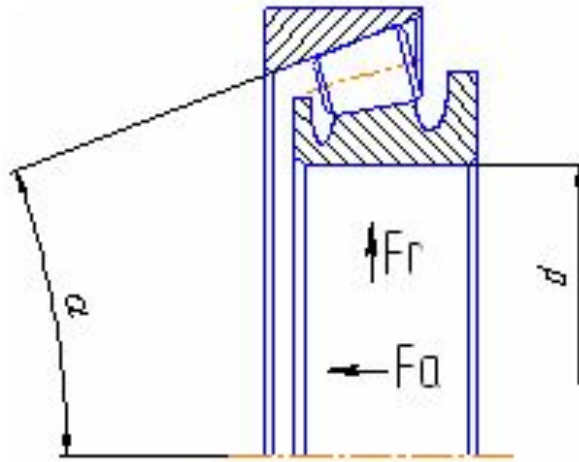


Такие подшипники предназначены для восприятия радиальных и односторонних осевых нагрузок. Их способность воспринимать осевую нагрузку определяется величиной угла контакта (угол между плоскостью центров шариков и прямой, проходящей через центр шарика и точку касания шарика с дорожкой качения). С увеличением угла контакта осевая грузоподъемность возрастает вследствие уменьшения радиальной.

По скоростным характеристикам радиально-упорные подшипники не уступают радиальным однорядным.

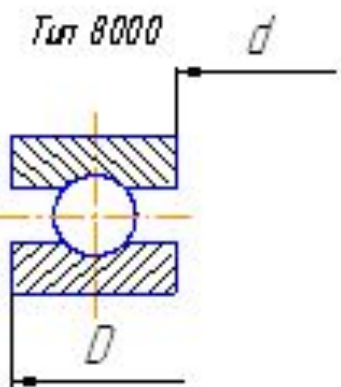
Увеличение угла контакта несколько снижает допускаемые пределы частот вращения.

# Роликоподшипники конические однорядные (РПКО)

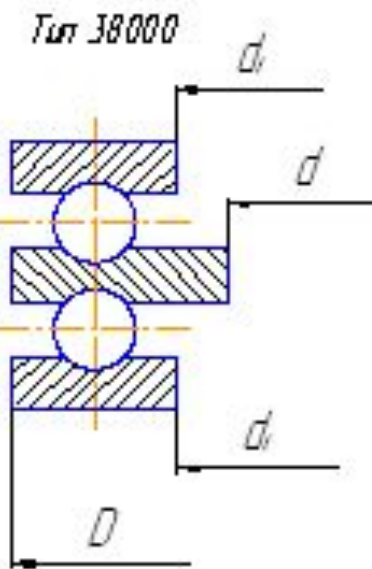


**РПКО – подшипники предназначены для восприятия одновременно действующих радиальных и односторонних осевых нагрузок. Их допустимая частота вращения значительно ниже радиальных шарикоподшипников, а способность к восприятию осевой нагрузки определяется углом конусности наружного кольца. С увеличением угла конусности осевая грузоподъемность возрастает за счет уменьшения радиальной:**

# Упорные шарикоподшипники одинарные (УШПО) и двойные (УШРД)



Подшипники предназначены для восприятия осевых нагрузок. Они допускают значительно меньшую частоту вращения по сравнению с другими типами шарикоподшипников, т. к. дорожки качения их могут воспринимать лишь ограниченные центробежные нагрузки, возникающие при движении шариков. Одинарные подшипники типа 8000 предназначены для восприятия осевых нагрузок, действующих в одном направлении. Они имеют два кольца: одно – тугое, которое устанавливают на валу, другое – свободное – в корпусе.

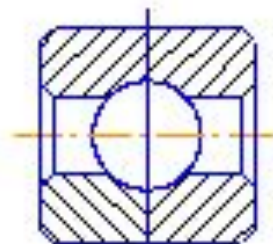


Двойные подшипники типа 38000 предназначены для восприятия осевых нагрузок, действующих в обоих направлениях. Они имеют три кольца: среднее – тугое, которое устанавливается на валу, и крайние – свободные – в корпусе.

# Шарикоподшипники радиально-упорные быстроходные (ШРУБ)

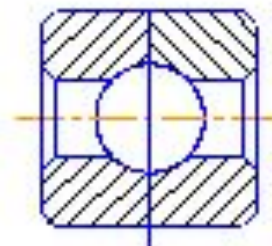
Тип 176000, 126000

$\alpha=26$



Тип 116000

$\alpha=26$



Шарикоподшипники радиально-упорные быстроходные однорядные типа 176000 и 116000-четырёхточечные, типа 126000 – трёхточечные. У подшипников с разъемным внутренним (тип 176000 и 126000) или наружным (тип 116000) кольцом профили дорожек качения образованы двумя дугами со смещенными центрами.

Шарик касается колец в четырех точках. Подшипники могут воспринимать радиальную, а также двустороннюю осевую нагрузку, которая не должна превышать 70% неиспользованной допустимой радиальной нагрузки  $Fr'$ .

Их применяют в опорах с жесткой двусторонней осевой фиксацией, а также для восприятия чисто осевой нагрузки, когда подшипники других типов не проходят по скоростным или нагрузочным характеристикам, и нежелательно регулирование зазора в подшипнике в процессе эксплуатации (например, опоры роторов авиационных ГТД).