

## Все о подшипниках

Пространство для подшипника, Встроенные уплотнения, Скорость, Точность, Перекос

### Пространство для подшипника

Во многих случаях один из основных размеров подшипника - диаметр отверстия - обусловлен общей конструкцией машины и диаметром вала.

Для валов малого диаметра могут использоваться все типы шарикоподшипников, самыми распространенными из них являются радиальные шарикоподшипники; также могут использоваться игольчатые подшипники (-> рис. 1). Для валов большого диаметра, наряду с радиальными шарикоподшипниками, могут применяться цилиндрические, сферические и конические роликоподшипники (-> рис. 2).

Если радиальное пространство ограничено, следует выбирать подшипники с малым поперечным сечением, особенно с малой высотой поперечного сечения, т.е. подшипники серий диаметров 8 и 9. Комплекты игольчатых подшипников с сепаратором, игольчатые роликоподшипники со штампованным наружным кольцом и игольчатые роликоподшипники без внутреннего кольца (-> каталог SKF «Игольчатые роликоподшипники») (-> рис. 3), а также некоторые серии радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников, цилиндрических, конических, сферических и тороидальных роликоподшипников могут быть решением в таких случаях.

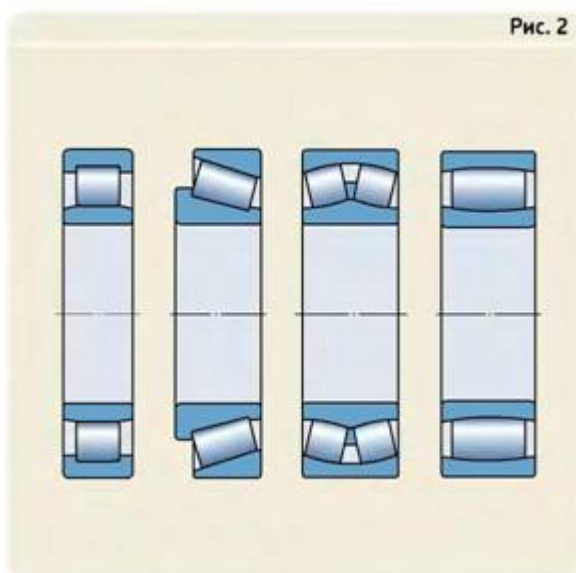
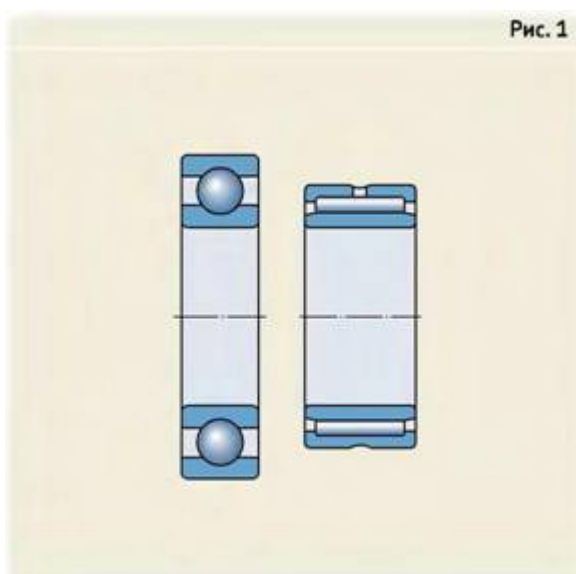
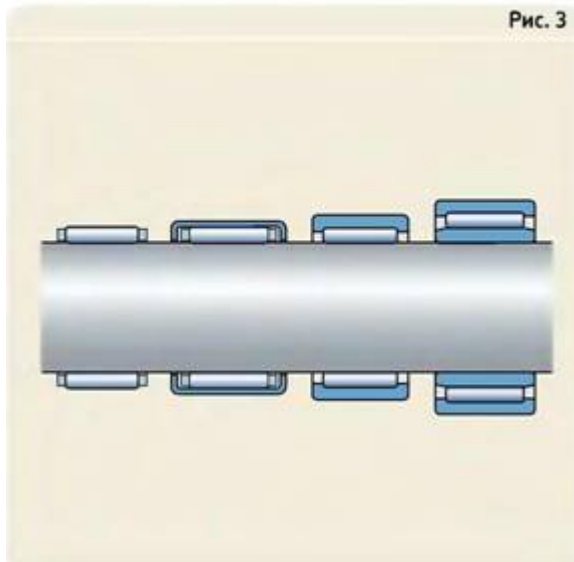


Рис. 3



Если ограничено осевое пространство, то наряду с различными типами комбинированных игольчатых роликоподшипников (-> рис. 4), могут использоваться некоторые серии цилиндрических роликоподшипников и радиальных шарикоподшипников для радиальных и комбинированных нагрузок соответственно (-> рис. 5). Для восприятия преимущественно осевых нагрузок могут использоваться комплекты упорных игольчатых роликов с сепаратором (с тугими кольцами и без них), а также упорные шарикоподшипники и цилиндрические упорные роликоподшипники (-> рис. 6).

Рис. 4

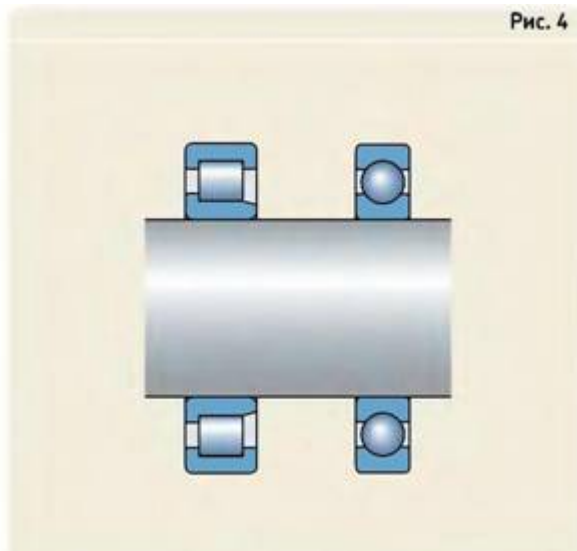


Рис. 5

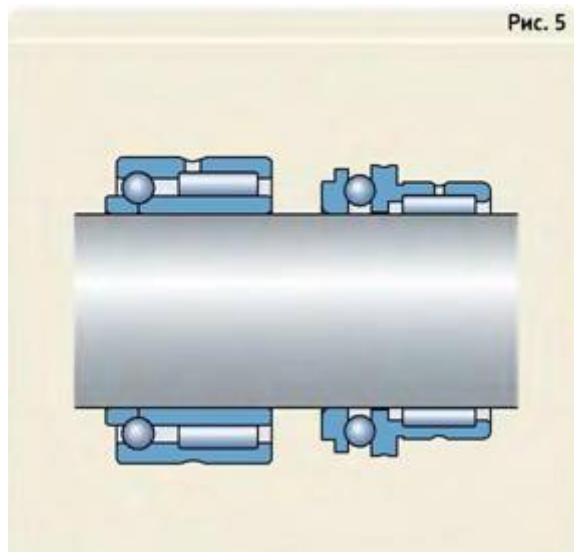
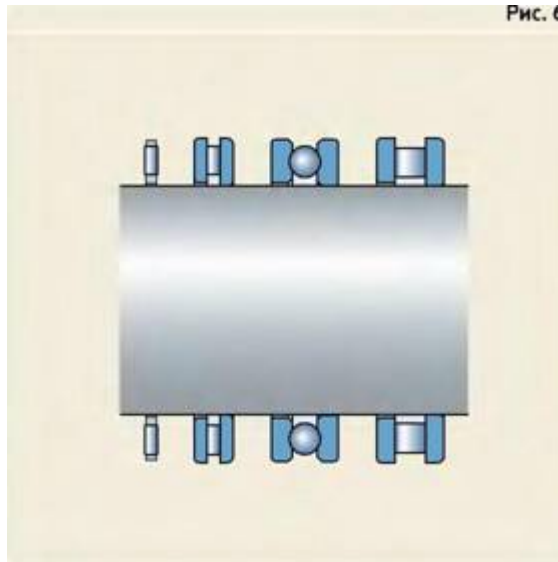


Рис. 6



### Нагрузки

#### Величина нагрузки

Величина нагрузки -- это один из факторов, который обычно обуславливает выбор размера используемого подшипника. В целом, роликоподшипники способны воспринимать более значительные нагрузки по сравнению с шарикоподшипниками того же размера (-> рис. 7), а подшипники с максимальным количеством тел качения (бессепараторные подшипники) способны нести более тяжелые нагрузки по сравнению с соответствующими подшипниками, снабженными сепараторами. Шарикоподшипники используются в основном для малых и средних нагрузок. Для тяжелых нагрузок и валов большого диаметра больше подходят роликоподшипники.

#### Направление нагрузки

##### Радиальная нагрузка

За исключением цилиндрических роликоподшипников типа NU и N, а также игольчатых и тороидальных роликоподшипников, способных воспринимать только радиальную нагрузку (-> рис. 8), все остальные радиальные подшипники, помимо радиальных нагрузок, способны воспринимать определенную осевую нагрузку {-> «Комбинированная нагрузка»}.

##### Осевая нагрузка

Упорные шарикоподшипники и подшипники с четырехточечным контактом (-> рис. 9) подходят для легких и средних нагрузок, действующих исключительно в осевом направлении. Одинарные упорные шарикоподшипники способны воспринимать нагрузки, действующие только в одном направлении; для восприятия нагрузок, действующих в обоих направлениях, необходимы двойные упорные шарикоподшипники.

Рис. 7

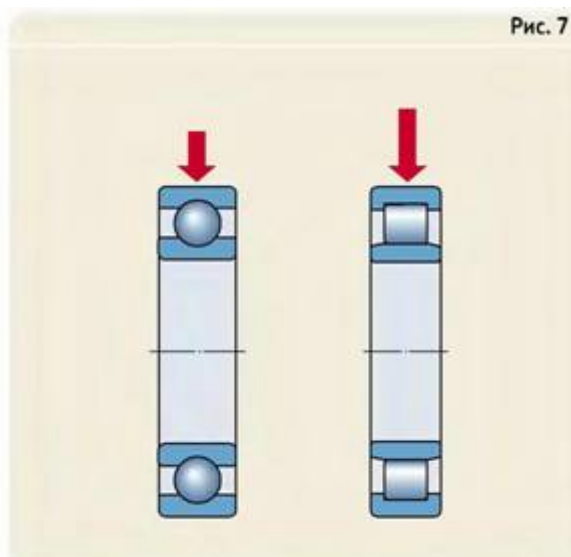


Рис. 8

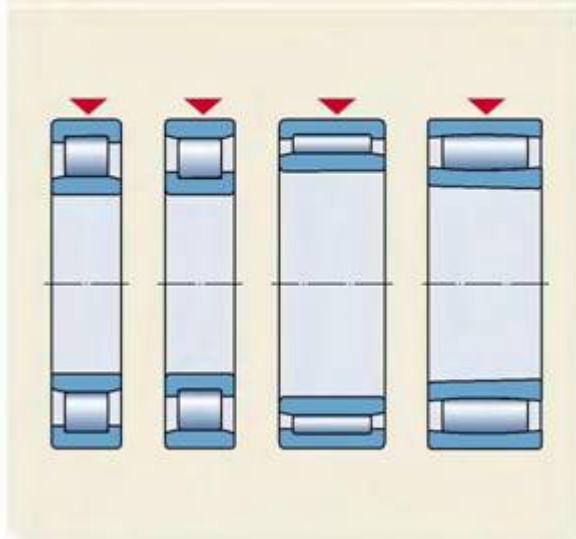
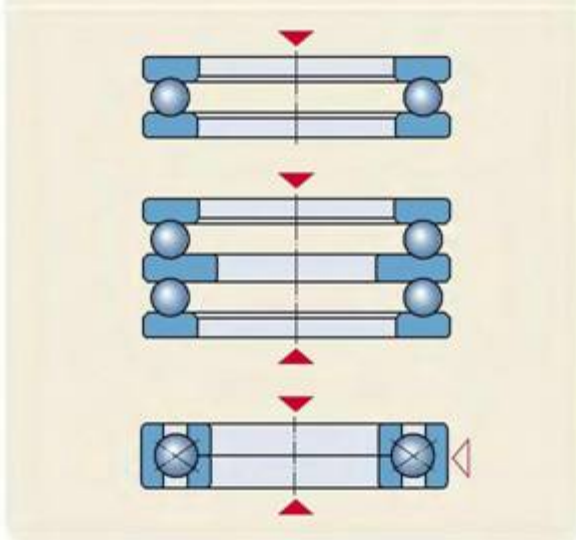


Рис. 9



Упорно-радиальные шарикоподшипники могут воспринимать средние осевые нагрузки при вращении с большой частотой вращения; одинарные подшипники также способны воспринимать радиальные нагрузки, действующие одновременно с осевыми, в то время как двойные подшипники обычно используются только для осевых нагрузок (-> рис. 10).

Для средних и тяжелых осевых нагрузок, действующих в одном направлении, подходят игольчатые и конические упорные роликоподшипники, а также сферические упорные роликоподшипники (-> рис. 11), которые также способны воспринимать одновременно действующие радиальные нагрузки. Для тяжелых переменных осевых нагрузок можно использовать два цилиндрических упорных роликоподшипника или два согласованных сферических упорных роликоподшипника.

### Комбинированная нагрузка

Комбинированная нагрузка складывается из радиальной и осевой нагрузок, действующих одновременно. Способность подшипника нести осевую нагрузку определяется величиной угла контакта  $\alpha$  - чем больше угол контакта, тем больше подходит подшипник для восприятия осевых нагрузок. Это выражается величиной расчетного коэффициента  $Y$ , которая уменьшается с увеличением угла контакта  $\alpha$ . Величины этого коэффициента для подшипников определенного типа или для отдельных типоразмеров подшипников можно найти во вступительных статьях соответствующих разделов или непосредственно в таблицах. Осевая грузоподъемность радиального шарикоподшипника зависит от его внутренней конструкции и величины внутреннего зазора (-> раздел «Радиальные шарикоподшипники», начиная со стр. 287).

Для комбинированных нагрузок чаще всего используются одно- и двухрядные радиально-упорные шарикоподшипники и однорядные конические роликоподшипники, хотя радиальные шарикоподшипники и сферические роликоподшипники также пригодны в этом случае (-> рис. 12). Кроме того, если величина составляющей комбинированной нагрузки невелика, могут использоваться самоустанавливающиеся шарикоподшипники и цилиндрические роликоподшипники типа NJ и NUP или типа NJ и NU с фасонными кольцами типа HJ (-> рис. 13).

Однорядные радиально-упорные шарикоподшипники, конические роликоподшипники,

Рис. 10

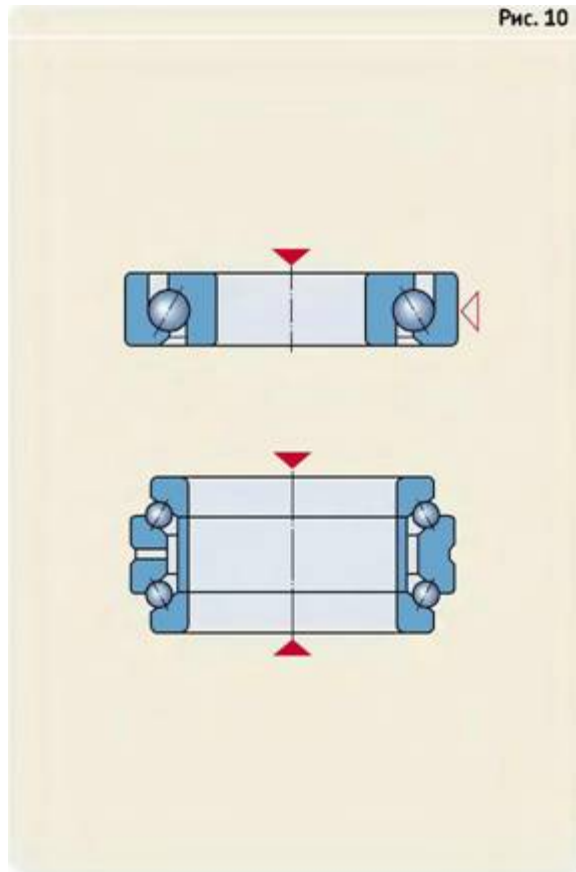
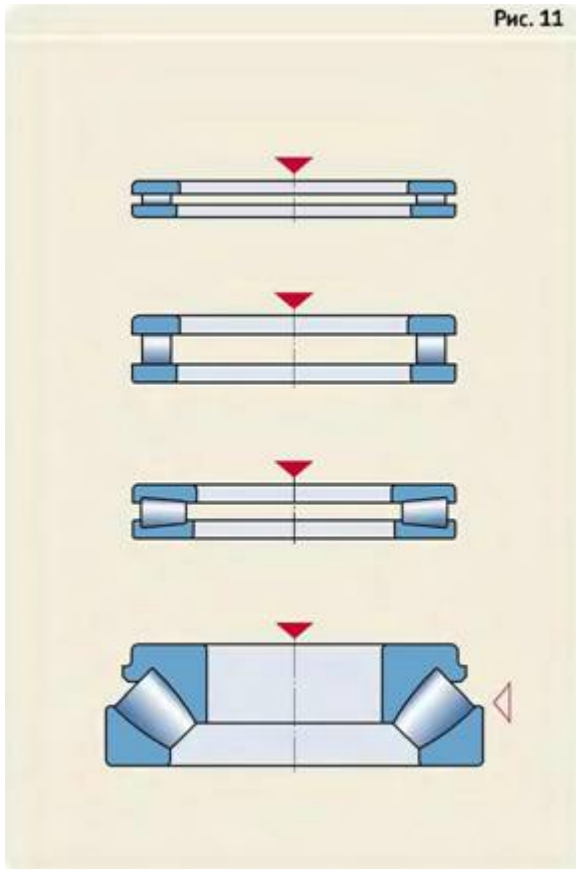


Рис. 11



цилиндрические роликоподшипники типа NJ и NU + HJ, а также сферические упорные роликоподшипники способны воспринимать осевые нагрузки, действующие только в одном направлении. Для осевых нагрузок переменного направления эти подшипники должны устанавливаться в сочетании со вторым подшипником. Поэтому однорядные радиально-упорные шарикоподшипники могут поставляться как «универсальные подшипники» для парного монтажа или в виде специальных комплектов, состоящих из двух согласованных однорядных подшипников (-> разделы «Однорядные радиально-упорные шарикоподшипники», стр. 409, и «Спаренные однорядные конические

Если осевая составляющая комбинированной нагрузки велика, то для ее восприятия может быть использован отдельный подшипник. Наряду с упорными подшипниками, эту функцию могут выполнять некоторые радиальные подшипники, например, радиальные шарикоподшипники или шарикоподшипники с четырехточечным контактом (-> рис. 14). В таком случае, чтобы подшипник воспринимал только осевую нагрузку, его наружное кольцо должно быть установлено в корпусе с радиальным зазором.

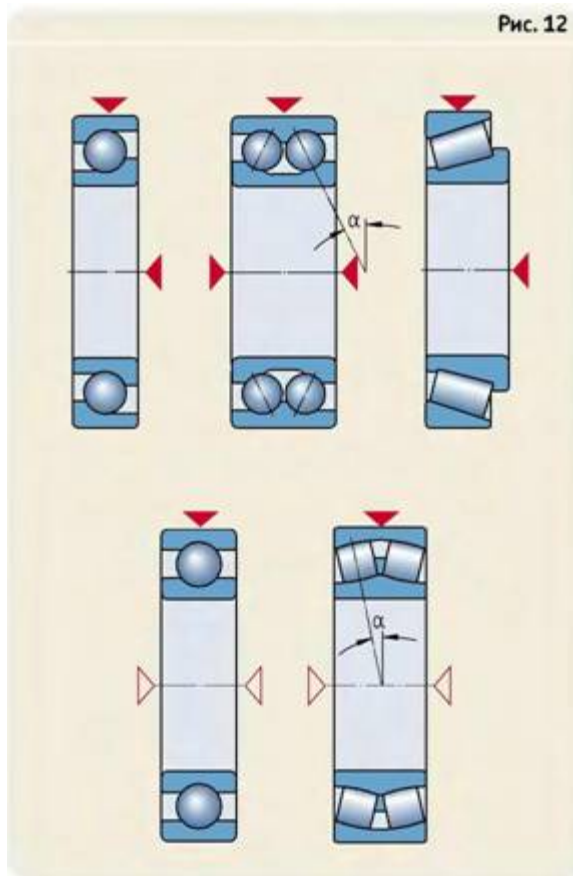


Рис. 13

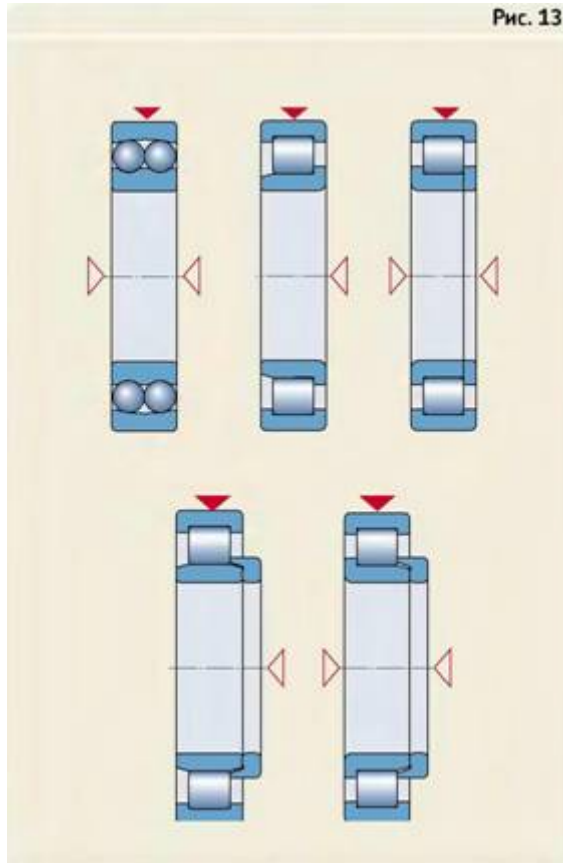
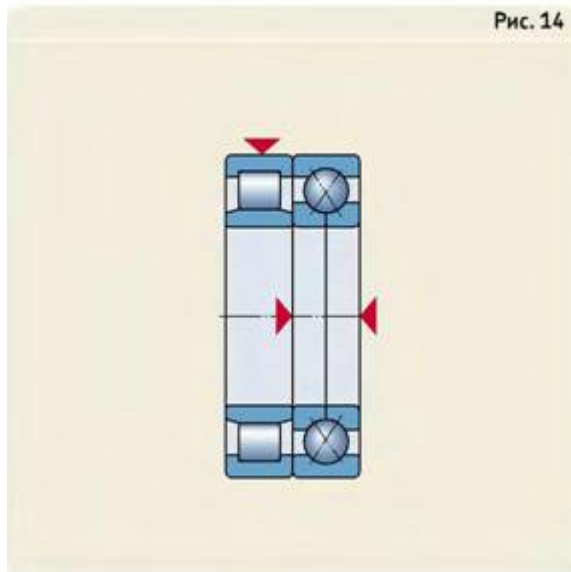


Рис. 14



#### Моментная нагрузка

Если нагрузка действует на подшипник эксцентрично, возникает опрокидывающий момент. Несмотря на то, что двухрядные подшипники и, в частности, радиальные или радиально-упорные шарикоподшипники могут воспринимать опрокидывающие моменты, в таких случаях лучше использовать спаренные однорядные радиально-упорные шарикоподшипники или конические роликоподшипники с расположением по 0-образной или X-образной схеме (-> рис. 15).

#### Перекося

Угловые перекося вала относительно корпуса возникают, например, при изгибах вала, образующихся под воздействием рабочих нагрузок, когда посадочные места подшипника в корпусе имеют разную высоту или когда валы опираются на подшипники, установленные в разных корпусах, находящихся на слишком большом расстоянии друг от друга.

Жесткие подшипники, т.е. радиальные шарикоподшипники и цилиндрические роликоподшипники, способны компенсировать без ущерба лишь очень незначительные перекося. С другой стороны, самоустанавливающиеся подшипники, то есть самоустанавливающиеся шарикоподшипники, сферические и тороидальные роликоподшипники, а также сферические упорные роликоподшипники (-> рис. 16), способны компенсировать перекося, возникающие под воздействием рабочих нагрузок, а также начальные погрешности механической

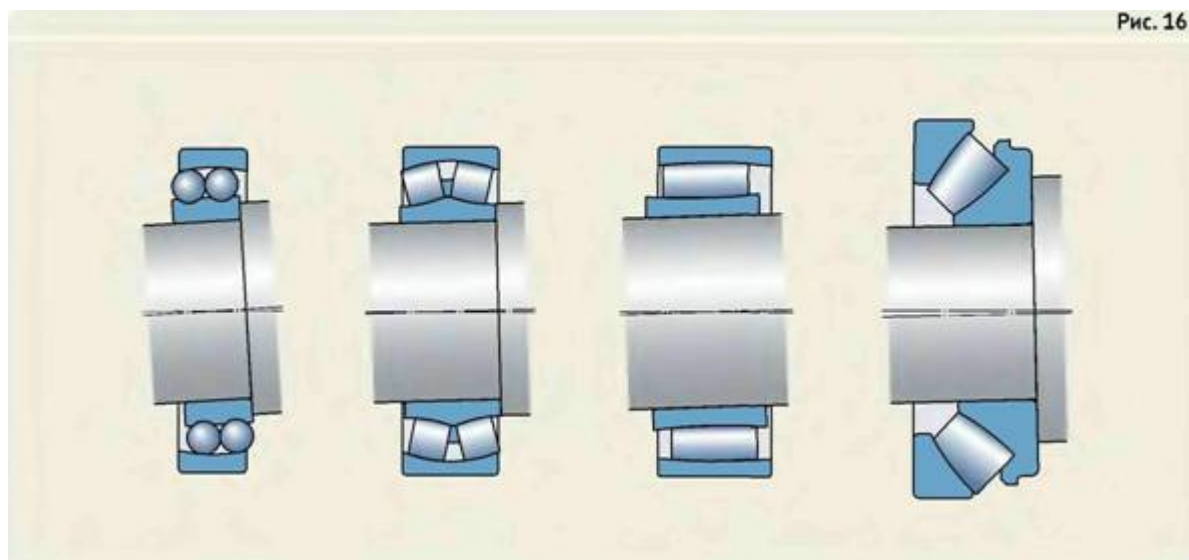
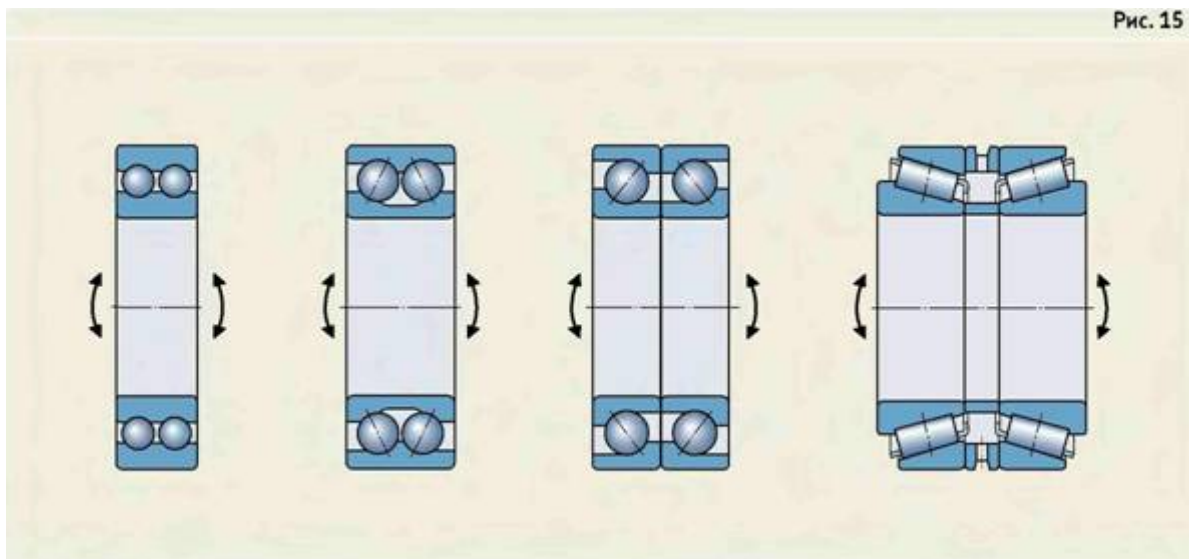
обработки деталей или монтажа. Допустимые величины перекоса приведены во вступительных статьях соответствующих разделов. В тех случаях, когда прогнозируемые перекосы превышают допустимые величины, просим обращаться в техническую службу SKF.

Упорные шарикоподшипники со сферическими подкладными кольцами, подшипниковые узлы типа U и самоустанавливающиеся игольчатые роликоподшипники (-> рис. 17) могут компенсировать перекос, возникающий вследствие изначальной погрешности при механической обработке или монтаже.

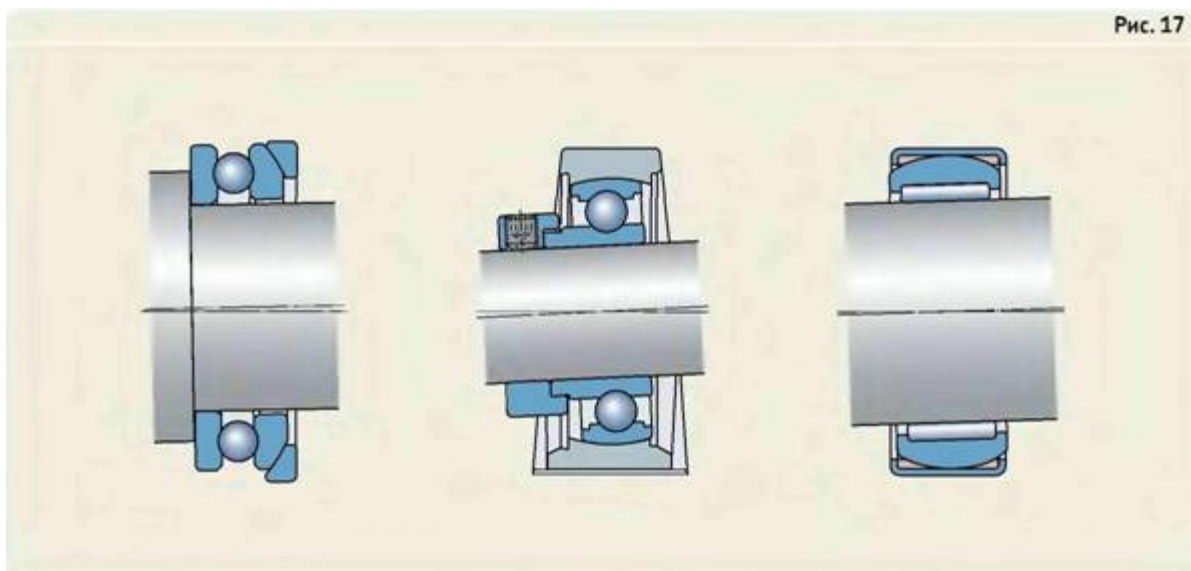
### Точность

В подшипниковых узлах, требующих большой точности вращения (например, в шпиндельных узлах станков), а также работающих на очень высоких частотах вращения, используются подшипники повышенной точности.

Во вступительных статьях каждого раздела, посвященного определенному типу подшипников, содержится информация о классах точности, в соответствии с которыми изготавливаются подшипники этого типа. SKF также производит полную номенклатуру прецизионных подшипников, включая однорядные радиально-упорные шарикоподшипники, одно- и двухрядные цилиндрические роликоподшипники, а также одинарные и двойные радиально-упорные шарикоподшипники (-> каталог SKF «Прецизионные подшипники»).







### Скорость

Эксплуатационная скорость подшипников ограничивается допустимой рабочей температурой, поэтому для высоких частот вращения наиболее пригодны подшипники с малым трением и, соответственно, низким тепловыделением.

В условиях преимущественно радиальных нагрузок самыми скоростными являются радиальные и самоустанавливающиеся шарикоподшипники (--> рис. 18), а в условиях комбинированных нагрузок-радиально-упорные шарикоподшипники (-> рис. 19). Это относится в особенности к прецизионным радиально-упорным или радиальным шарикоподшипникам с керамическими телами качения.

В силу особенностей конструкции упорные подшипники не способны работать на таких же высоких скоростях, как радиальные подшипники.

### Малозумное вращение

В некоторых случаях шум, производимый подшипниками, например, в небольших электродвигателях бытовых электроприборов или офисного оборудования, является важным фактором, определяющим выбор подшипника. Для таких случаев SKF производит специальные радиальные шарикоподшипники

### Жесткость

Жесткость подшипника качения характеризуется величиной упругих деформаций подшипника под нагрузкой. Обычно эти деформации очень малы, и ими можно пренебречь. Однако в некоторых случаях, например, для узлов шпинделей станков или ведущих валов-шестерён, жесткость подшипника является важным фактором.

В силу особенностей контакта между телами и дорожками качения роликоподшипники, например, цилиндрические или конические роликоподшипники (-> рис. 20), имеют большую жесткость, чем шарикоподшипники. Жесткость подшипника может быть увеличена за счет преднапряга (--> раздел «Предварительный натяг подшипников», стр. 206).

Рис. 18

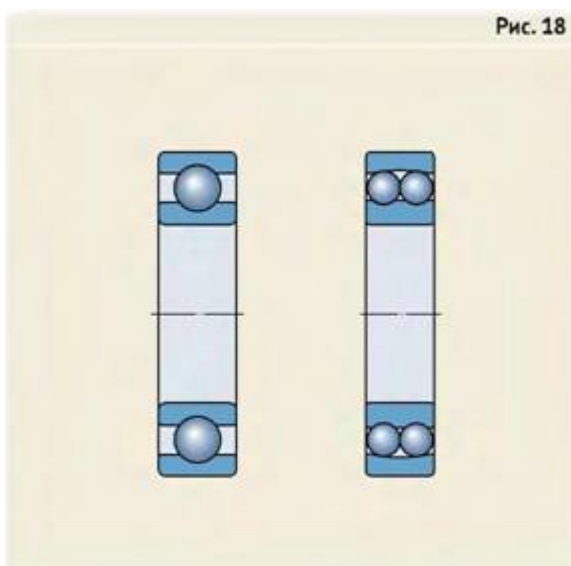


Рис. 19

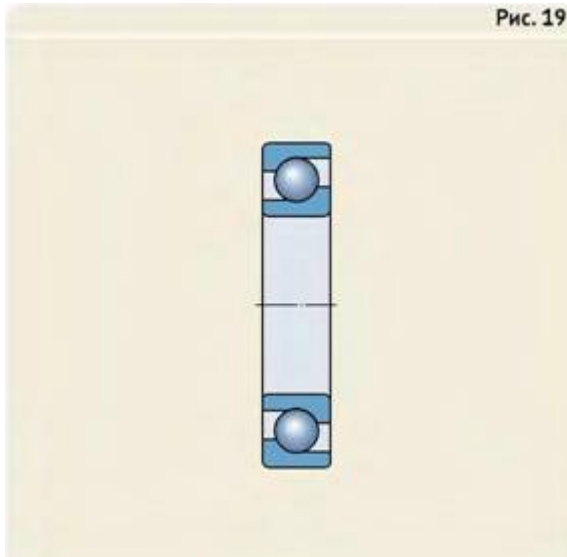
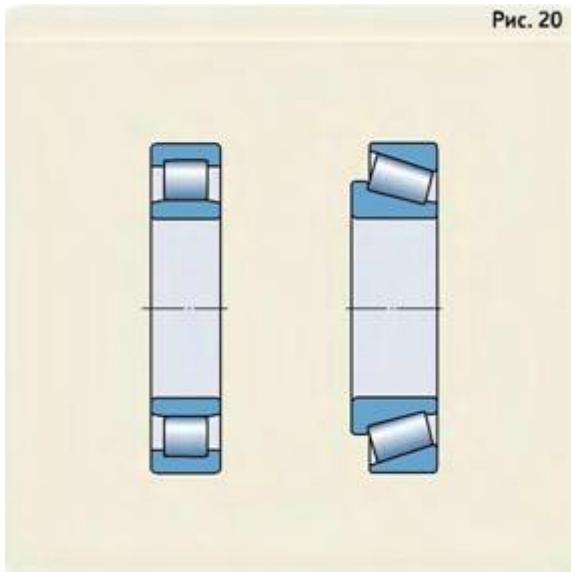
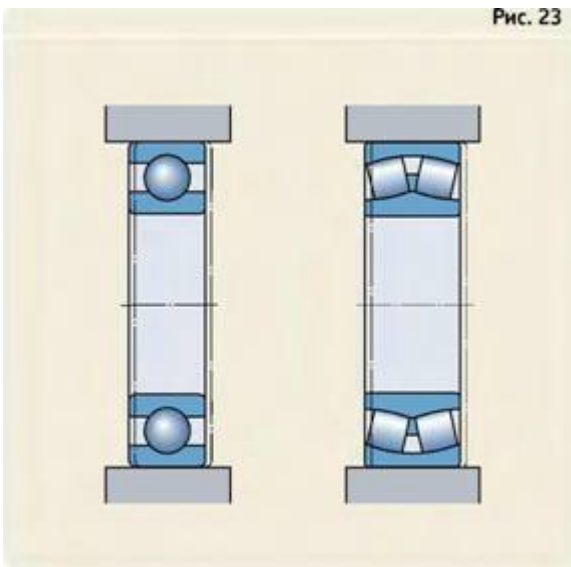


Рис. 20



Осевое смещение

Рис. 23



Валы или другие вращающиеся детали машин обычно опираются на фиксирующие и нефиксирующие подшипники.

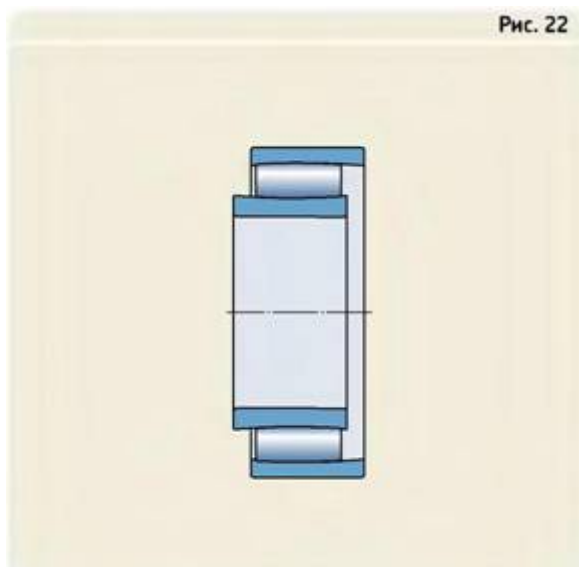
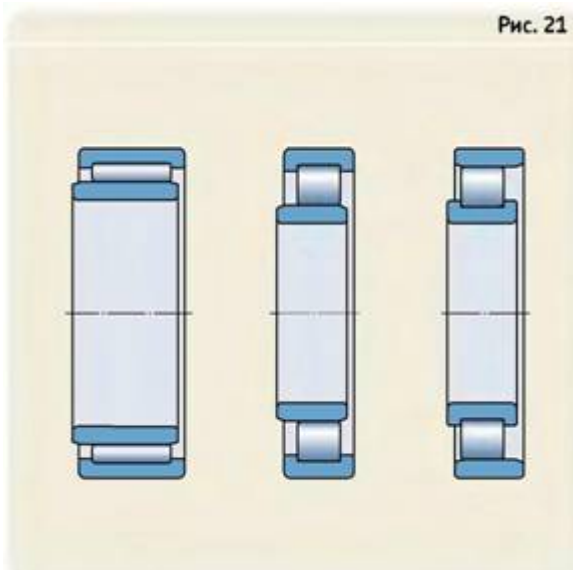
Фиксирующие подшипники обеспечивают осевую фиксацию детали машины в обоих направлениях. Наиболее подходящими для этого являются подшипники, способные нести комбинированные нагрузки или обеспечивать осевое направление вращения в сочетании со вторым подшипником (--> матрица, стр. 46 и 47).

Нефиксирующие подшипники допускают перемещение вала в осевом направлении, за счет чего подшипник не перегружается, например, в результате теплового расширения вала. В качестве нефиксирующих подшипников подходят игольчатые роликоподшипники и цилиндрические роликоподшипники типа NU и N (-> рис. 21), цилиндрические роликоподшипники типа NJ и некоторые бессепараторные роликоподшипники.

В тех случаях, когда величина осевого смещения должна быть сравнительно большой и существует вероятность перекоса вала, идеальным выбором нефиксирующего подшипника будет тороидальный роликоподшипник CARB (-> рис. 22).

Все эти подшипники допускают осевые перемещения вала относительно корпуса внутри подшипника. Допустимые величины осевого смещения внутри подшипника приводятся в соответствующих таблицах подшипников.

Если неразборные подшипники, например, радиальные шарикоподшипники или сферические роликоподшипники (-> рис. 23) используются в качестве нефиксирующих, посадка одного из колец должна быть свободной



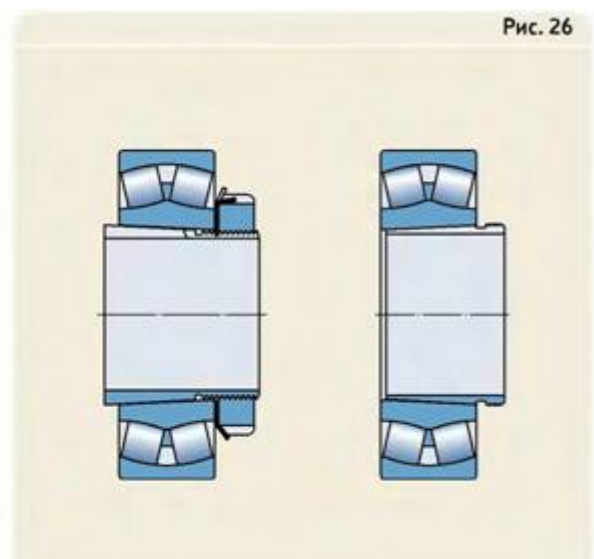
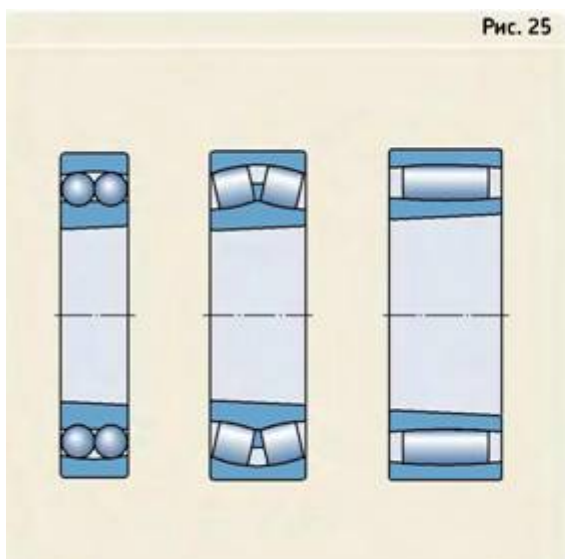
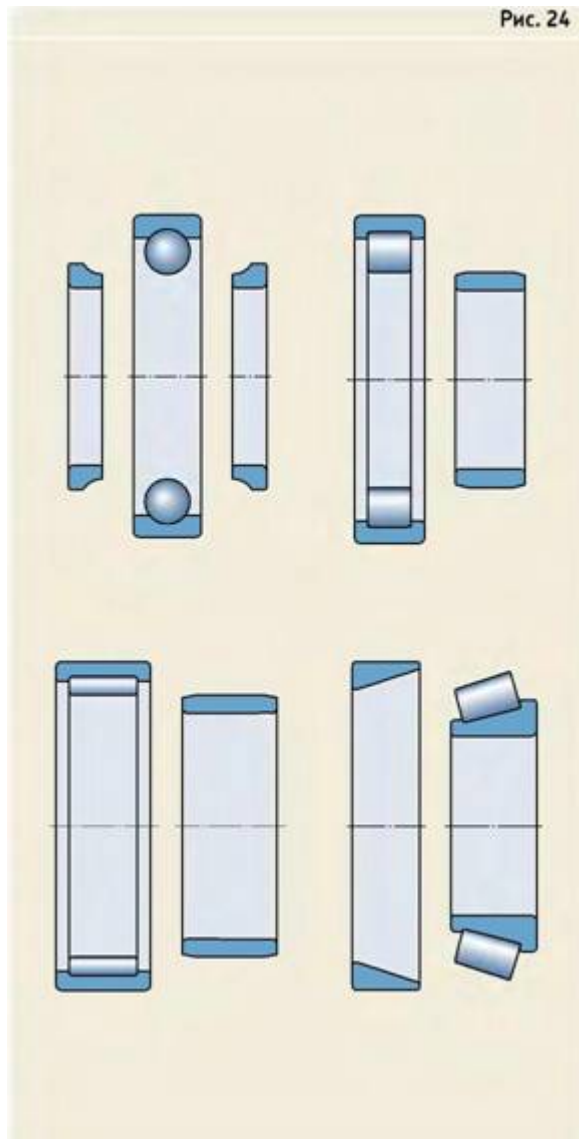
#### Монтаж и демонтаж

#### Цилиндрическое отверстие

Подшипники с цилиндрическим отверстием проще в монтаже и демонтаже, особенно если для обоих колец требуется посадка с натягом. Разборные подшипники предпочтительны в тех случаях, когда требуется частый монтаж и демонтаж, т.к. кольцо с комплектом тел качения и сепаратором этих подшипников может устанавливаться отдельно от другого кольца. Это относится к шарикоподшипникам с четырехточечным контактом, цилиндрическим, игольчатым и коническим роликоподшипникам (-> рис. 24), а также упорным роликоподшипникам.

### Коническое отверстие

Подшипники с коническим отверстием (-> рис. 25) могут устанавливаться на конических шейках валов, либо на цилиндрических посадочных местах на валах при помощи закрепительной или стяжной втулки (-> рис. 26) или ступенчатой втулки.



## Встроенные уплотнения

Выбор уплотнения имеет большое значение для устойчивой работы подшипника. SKF поставляет подшипники со встроенными уплотнениями следующих типов

- с защитными шайбами (-> рис. 27)

- с уплотнениями малого трения (-> рис. 28)

- с контактными уплотнениями (-> рис. 29),

которые обеспечивают экономичные и компактные решения для многих областей применения подшипников. Имеется большое количество исполнений уплотнений для

- радиальных шарикоподшипников

- радиально-упорных шарикоподшипников

- самоустанавливающихся шарикоподшипников

- цилиндрических роликоподшипников

- игольчатых роликоподшипников

- сферических роликоподшипников

- тороидальных роликоподшипников CARB

- опорных роликов,

- подшипников и подшипниковых узлов типа Y.

Все подшипники со встроенными уплотнениями с обеих сторон заполнены пластичной смазкой надлежащего качества и в требуемом количестве.

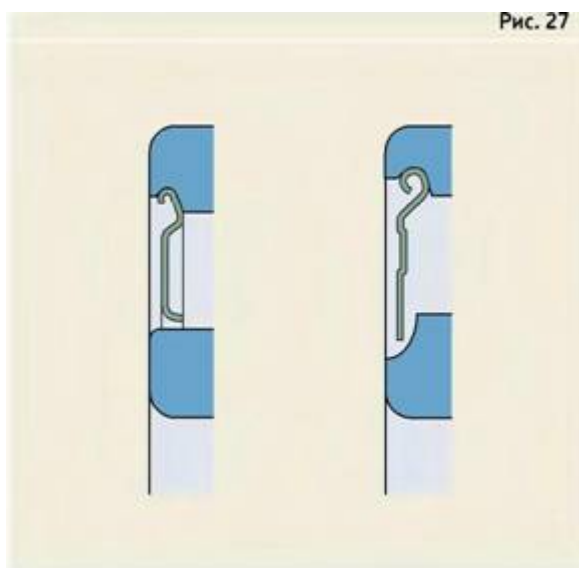


Рис. 28

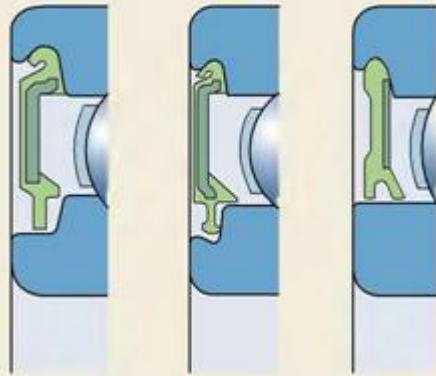


Рис. 29

