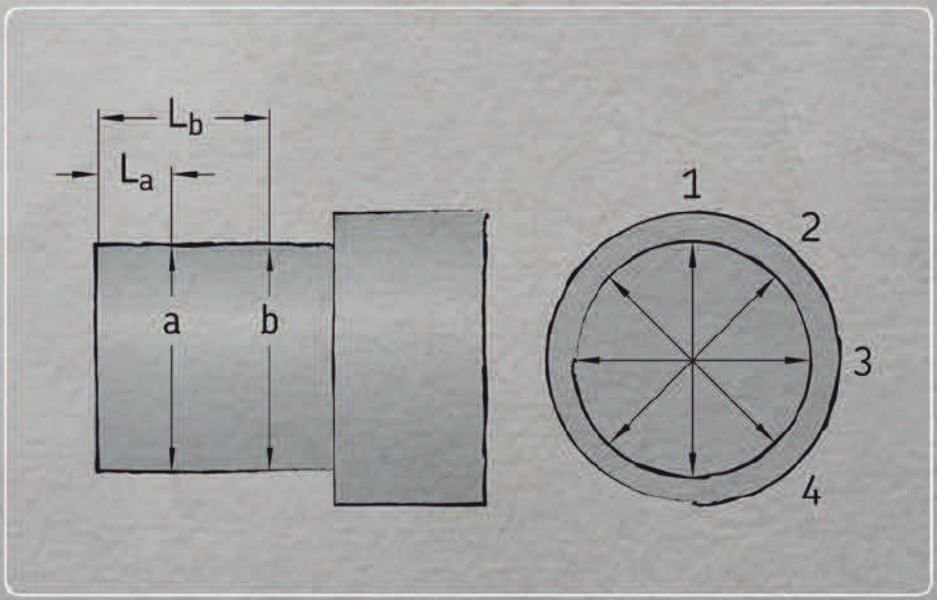

L_b
L_a
a
b
1
2
3
4

Монтаж, демонтаж и обращение с подшипниками

Общие сведения **272**
Условия монтажа 272
Подготовка к монтажу и демонтажу 272
Обращение с подшипниками. 274

Монтаж. **275**
Монтаж подшипников с цилиндрическим отверстием 275
Монтаж в холодном состоянии. 275
Монтаж в нагретом состоянии 276
Регулировка подшипников 277
Монтаж подшипников с коническим отверстием 278
Мало- и среднегабаритные подшипники 278
Средне- и крупногабаритные подшипники 278
Достижение посадки с натягом 280
Пробный запуск в работу 284
Простой оборудования 284

Демонтаж **285**
Демонтаж подшипников, установленных на цилиндрических посадочных местах на валу 285
Демонтаж в холодном состоянии 285
Демонтаж в нагретом состоянии 286
Демонтаж подшипников, установленных на конических посадочных местах на валу. . 287
Демонтаж подшипника, установленного на закрепительной втулке 288
Демонтаж подшипника, установленного на стяжной втулке. 290

Хранение подшипников. **291**
Условия хранения 291
Хранение открытых подшипников. . . . 291
Хранение уплотнённых подшипников. . 291

Контроль и очистка **291**

Общие сведения

Подшипники качения являются надёжными компонентами оборудования, которые могут иметь продолжительный срок службы при условии их правильного монтажа и технического обслуживания. Необходимыми условиями для правильного монтажа являются опыт персонала, точность, следование инструкциям, чистая рабочая среда и соответствующие инструменты.

Для сокращения времени на выполнение монтажа подшипников, выбора правильного метода, обеспечения точности и безопасности монтажа SKF предлагает полный ассортимент высококачественной продукции для монтажа и технического обслуживания. В ассортимент входят все средства: от механических и гидравлических монтажных инструментов до нагревателей и пластичной смазки для подшипников. Информация о продукции SKF для техобслуживания представлена на странице mapro.skf.ru.

Выполнить правильный монтаж подшипников зачастую гораздо сложнее, чем это кажется на первый взгляд, в особенности, если это касается крупногабаритных подшипников. Подразделение систем надёжности SKF регулярно организует семинары и практические занятия по обучению методам монтажа и демонтажа подшипников. Содействие в монтаже и техническом обслуживании можно также получить в местном представительстве или у Авторизованного дистрибьютора SKF.

Дополнительная информация

Монтаж, демонтаж и обращение с подшипниками . . . . .→ *«Справочник SKF по техническому обслуживанию подшипников»*

Руководство по монтажу отдельных подшипников . . . . . .→ skf.ru/mount

Монтаж подшипников на конические посадочные места . . . .→ skf.ru/drive-up

Информация, представленная в следующем разделе, носит общий характер и предназначена главным образом для того, чтобы показать, на что должны обращать внимание конструкторы оборудования для облегчения монтажа и демонтажа подшипников. Дополнительная информация о монтаже и демонтаже подшипниковых узлов представлена в *«Справочнике по техническому обслуживанию подшипников»*.

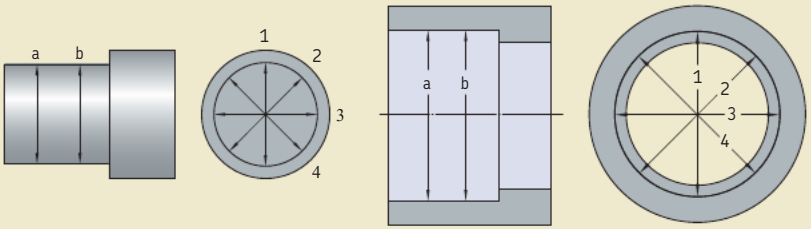
Условия монтажа

Монтаж подшипников должен производиться в сухом, чистом помещении, на удалении от станочного и другого оборудования во избежание попадания пыли и металлических частиц. Если монтаж подшипника производится в незащищённом месте, как это часто бывает в случае крупногабаритных подшипников, необходимо принять меры по защите подшипника и окружающего оборудования от попадания пыли, грязи и влаги. Это можно сделать, накрыв или обернув подшипники и другие детали полиэтиленовой плёнкой или фольгой.

Подготовка к монтажу и демонтажу

Все необходимые детали, инструменты, оборудование и технические инструкции должны быть подготовлены до начала монтажа. Также рекомендуется предварительно изучить все чертежи и инструкции, чтобы определить правильный порядок и расположение деталей при их сборке. Подшипники следует извлекать из упаковки только непосредственно перед монтажом, чтобы избежать их загрязнения. Если существует вероятность загрязнения в результате неправильного обращения или повреждения упаковки, подшипники следует промыть специальным составом и высушить перед монтажом.

Рис. 1



Проверка сопряжённых деталей

Следует убедиться в чистоте корпусов, валов, уплотнений и других компонентов подшипниковых узлов. Необходимо уделить особое внимание резьбовым отверстиям, заходным фаскам или канавкам, где могут скапливаться металлические частицы и стружка, оставшиеся после обработки. Кроме того, необработанные поверхности литых корпусов должны быть очищены от формовочной смеси, а все заусенцы удалены.

По завершении очистки и сушки всех компонентов следует проверить допуски на размеры и форму каждого элемента. Удовлетворительная работа подшипника будет обеспечена лишь в том случае, если все сопряжённые детали выполнены с требуемыми допусками. Контроль диаметра цилиндрических валов и посадочных поверхностей корпусов обычно производится соответствующими инструментами в двух поперечных сечениях и в четырёх направлениях (→ **рис. 1**). Контроль конических посадочных мест на валу может осуществляться с помощью кольцевого калибра (серия GRA 30), конусного калибра (серии DMB или 9205), а также синусной линейки.

Рекомендуется фиксировать все результаты замеров. При измерениях важно, чтобы детали и измерительные приборы имели примерно одинаковую температуру. Это особенно важно для крупногабаритных подшипников и их сопряжённых деталей.

Удаление консерванта

Обычно консервант, которым обрабатываются подшипники на заводе, удалять не требуется. Достаточно лишь протереть наружные и внутренние поверхности. Однако, если подшипник будет смазываться пластичной смазкой или работать в условиях очень высоких или очень низких температур, или смазочный материал не совместим с консервантом, подшипник необходимо промыть и тщательно высушить. Подшипники с уплотнениями или защитными шайбами заполняются пластичной смазкой на заводе и не должны промываться перед монтажом.

Некоторые крупногабаритные подшипники с наружным диаметром D > 420 мм могут поставляться покрытыми относительно толстым слоем плотного консерванта. Такие подшипники необходимо тщательно промыть уайт-спиритом или другим безопасным моющим средством и просушить.

Обращение с подшипниками

SKF рекомендует использовать перчатки, а также грузоподъёмное оборудование (→ **рис. 2**), которое специально предназначено для перемещения подшипников. Использование правильного оборудования повышает безопасность и экономит время и усилия.

Для перемещения нагретых и промасленных подшипников SKF рекомендует использовать соответствующие термозащитные и маслостойкие перчатки.

При необходимости перемещения и удержания крупногабаритных подшипников с помощью подъёмного механизма, они должны подвешиваться при помощи ленты (→ **рис. 3**). Пружинный подвес, установленный между крюком и подъёмным механизмом, облегчает позиционирование подшипника на валу.

Для упрощения подъёма крупногабаритных подшипников по заказу на торцах колец могут быть предусмотрены резьбовые отверстия под рым-болты. Данные отверстия предназначены для удержания только массы подшипника, поскольку размер и глубина отверстий ограничены толщиной кольца. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы нагрузка на рым-болты была направлена вдоль их оси (→ **рис. 4**).

При монтаже неразъёмного крупногабаритного корпуса на подшипник, который уже смонтирован на валу, рекомендуется использовать трёхточечную подвеску для корпуса с возможностью регулировки длины одной стропы. Это облегчает процесс выравнивания отверстия корпуса по отношению к наружному кольцу подшипника.

Рис. 2

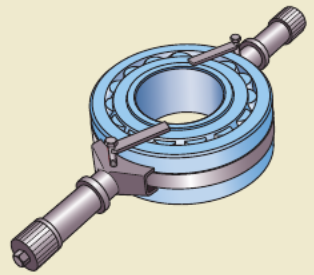


Рис. 3

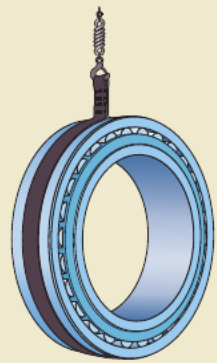
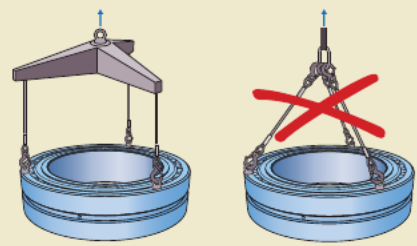


Рис. 4



Монтаж

В зависимости от типа и размера подшипника могут использоваться механический и гидравлический методы монтажа, а также монтаж в нагретом состоянии. Ниже приводится классификация подшипников по размеру:

- малогабаритные → $d \leq 80$ мм
- среднегабаритные → 80 мм < d < 200 мм
- крупногабаритные → $d \geq 200$ мм

В любом случае важно, чтобы кольца подшипника, сепараторы, тела качения или уплотнения не подвергались прямым ударам, и чтобы монтажное усилие никогда не передавалось через тела качения.

Для посадки с натягом на посадочные поверхности следует предварительно нанести тонкий слой маловязкого масла. Перед монтажом подшипника с посадкой с зазором на посадочную поверхность необходимо нанести антифреттинговую пасту SKF.

Монтаж подшипников с цилиндрическим отверстием

При монтаже неразборных подшипников первым обычно монтируют кольцо, имеющее более тугую посадку.

Монтаж в холодном состоянии

В случае не очень тугой посадки монтаж малогабаритных подшипников производится лёгкими ударами молотком по втулке, прижатой к торцу монтируемого кольца подшипника. Во избежание перекоса удары должны равномерно распределяться по окружности кольца. Использование инструмента для монтажа подшипников (→ **рис. 5**) или оправки (→ **рис. 6**) вместо втулки позволяет направлять монтажное усилие по центру.

Для монтажа большинства подшипников, как правило, используются прессы.

Если необходимо напрессовать подшипник одновременно на вал и в корпус, монтажное усилие должно быть в равной степени распределено между обоими кольцами, а опорные поверхности монтажного инструмента должны лежать в одной плоскости. По возможности монтаж следует выполнять с использованием инструмента SKF для монтажа подшипников (→ **рис. 5**).

Рис. 5

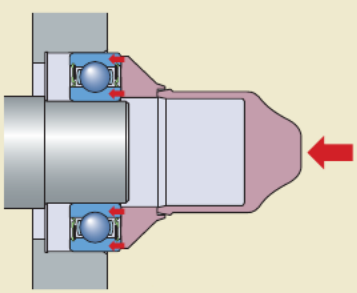
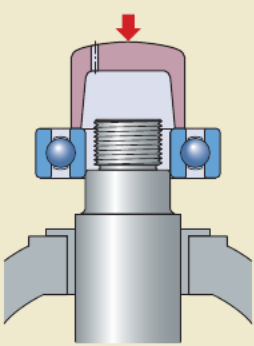


Рис. 6



При монтаже самоустанавливающихся подшипников использование промежуточного монтажного кольца позволяет избежать перекоса наружного кольца в момент ввода подшипника и вала в отверстие корпуса (→ **рис. 7**). Шарики крупногабаритных самоустанавливающихся подшипников серий 12 и 13 выступают за границу боковых плоскостей подшипника. При монтаже таких подшипников необходимо учесть данную особенность конструкции.

В случае разборных подшипников внутреннее кольцо может устанавливаться независимо от наружного кольца, что упрощает монтаж, особенно когда оба кольца имеют посадку с натягом. При установке вала с уже смонтированным на нём внутренним кольцом в корпус с наружным кольцом необходимо внимательно следить за отсутствием перекоса колец, возникновение которого может вызвать задиры на дорожках и телах качения. При монтаже цилиндрических или игольчатых роликоподшипников с внутренними кольцами без бортов или внутренними кольцами, имеющими борт с одной стороны, следует использовать направляющую втулку (→ **рис. 8**). Наружный диаметр втулки должен быть равен диаметру дорожки качения внутреннего кольца и обработан с допуском класса d10Ⓔ для цилиндрических роликоподшипников и с допуском 0/–0,025 мм для игольчатых роликоподшипников.

Монтаж в нагретом состоянии

В большинстве случаев монтаж крупногабаритных подшипников без нагрева корпуса или самого подшипника невозможен, так как усилие, требуемое для монтажа подшипника, значительно возрастает по мере увеличения его габаритов.

Требуемая разница температур между кольцом подшипника и валом или корпусом зависит от степени натяга и диаметра посадочного места подшипника. Запрещается нагревать открытые подшипники до температуры выше 120 °C *(250 °F)*. SKF не рекомендует нагревать подшипники, оснащённые уплотнениями или защитными шайбами, до температуры выше 80 °C *(175 °F)*. Однако при необходимости более высоких температур следует убедиться, что температура не превышает максимально допустимую температуру для материала

Рис. 7

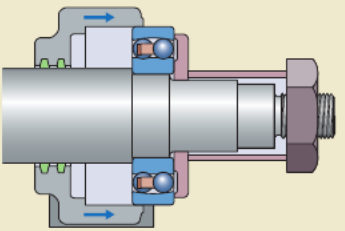


Рис. 8

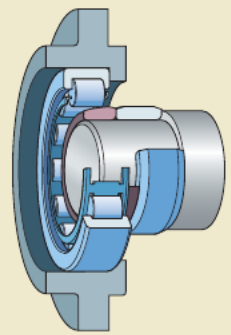
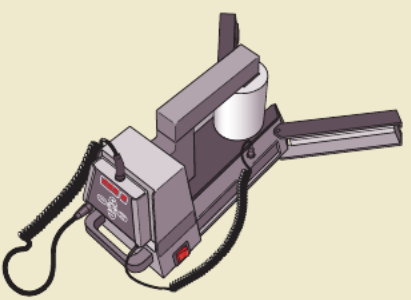


Рис. 9



уплотнения или смазки, в зависимости от того, какая из них ниже.

При нагреве подшипников следует избегать местного перегрева. Для равномерного нагрева подшипников SKF рекомендует использовать индукционные нагреватели SKF (→ **рис. 9**). В случае использования нагревательных плит в процессе нагрева, подшипник должен быть перевернут несколько раз. Нельзя допускать непосредственный контакт уплотнений подшипников с нагревательной плитой. Между плитой и подшипником следует разместить дистанционное кольцо.

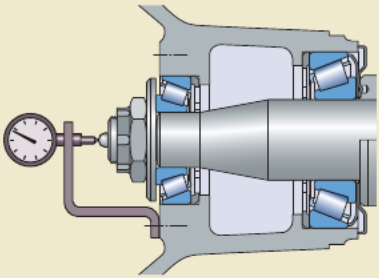
Регулировка подшипников

Внутренний зазор однорядных радиально-упорных шарикоподшипников и однорядных конических роликоподшипников устанавливается только за счёт регулировки положения одного подшипника относительно другого. Обычно подшипники этих типов устанавливают парами по O-образной или X-образной схеме, при этом кольцо одного из подшипников смещают в осевом направлении до тех пор, пока не будет достигнута заданная величина зазора или предварительного натяга. Информация о величинах преднатяга представлена в разделе *«Предварительный натяг подшипника»* (→ **стр. 214**).

Приведённые ниже рекомендации относятся только к регулировке внутреннего зазора подшипниковых узлов, состоящих из радиально-упорных шарикоподшипников и конических роликоподшипников.

Соответствующая величина зазора, получаемая при монтаже, зависит от размера и расположения подшипника, а также таких рабочих условий, как нагрузка и температура. Поскольку существует определённая зависимость между радиальным и осевым зазором радиально-упорных шарикоподшипников и конических роликоподшипников, достаточно задать одну величину, как правило, величину осевого внутреннего зазора. Затем эта заданная величина устанавливается из положения нулевого зазора ослаблением или затяжкой гайки на валу или резьбового кольца в отверстии корпуса, либо установкой калиброванных шайб или регулировочных прокладок между торцами колец и опорой одного из подшипников. Выбор способа измерения и

Рис. 10



регулировки зазора зависит от количества монтируемых подшипников на одном валу.

Один из таких способов предполагает проверку осевого зазора в подшипниковом узле с использованием индикатора часового типа, устанавливаемого на ступицу (→ **рис. 10**). При регулировке и измерении зазора конических роликоподшипников следует прокрутить вал или корпус на несколько оборотов в обоих направлениях, чтобы обеспечить контакт между торцами роликов и направляющим бортом по всей окружности внутреннего кольца. При отсутствии указанного контакта роликов результаты измерения будут неточными.

Монтаж подшипников с коническим отверстием

Внутренние кольца подшипников с коническим отверстием всегда устанавливаются на вал с натягом. Степень натяга определяется величиной смещения подшипника при посадке на коническое посадочное место на валу, а также на закрепительной или стяжной втулке. По мере смещения подшипника вдоль конического посадочного места его радиальный внутренний зазор уменьшается. Величину уменьшения внутреннего зазора или расстояние осевого смещения можно измерить, чтобы определить степень натяга и требуемую посадку. Рекомендуемые величины уменьшения внутреннего радиального зазора и необходимого осевого смещения для его достижения указаны в соответствующем разделе.

Мало- и среднегабаритные подшипники

Мало- и среднегабаритные подшипники ($d \leq 120$ мм) могут монтироваться на конические посадочные места при помощи специальных монтажных инструментов или, что более предпочтительно, стопорной гайки. Для закрепительных втулок используйте гайки, которые могут затягиваться при помощи накидного или ударного гаечного ключа. Стяжные втулки могут быть перемещены в коническом отверстии внутреннего кольца подшипника монтажным инструментом или с помощью винтов крепления концевой шайбы. Для резьбы более 50 мм можно использовать гидравлические гайки SKF.

Средне- и крупногабаритные подшипники

Поскольку монтаж крупногабаритных подшипников ($d > 120$ мм) требует значительных усилий, решение данной задачи облегчается при использовании гидравлических гаек SKF. SKF также рекомендует на этапе конструирования подшипникового узла предусмотреть возможность применения метода гидрораспора. Сочетание этих двух методов позволяет сделать монтаж и демонтаж подшипников намного быстрее, проще и безопаснее. Дополнительная информация о гидравлическом оборудовании для использования гидравлических гаек и метода гидрораспора представлена на странице mapro.skf.ru.

Рис. 11

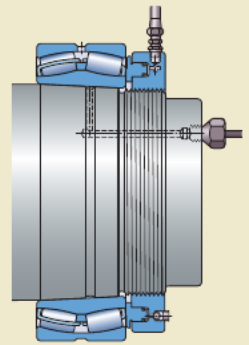


Рис. 12

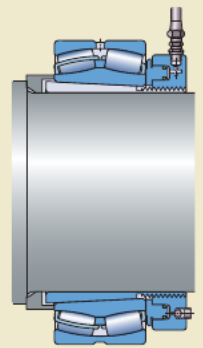


Рис. 13

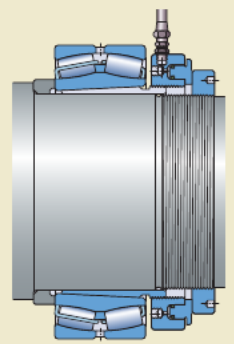
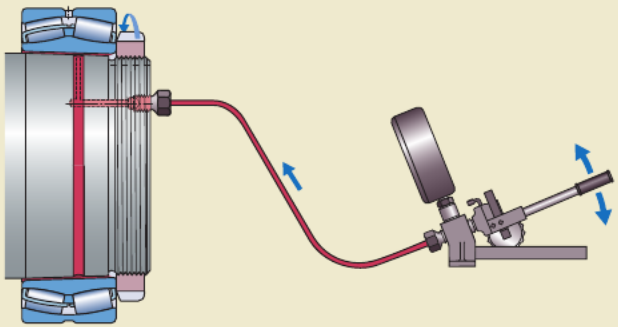


Рис. 14



Монтаж при помощи гидравлических гаек SKF

Подшипники с коническими отверстиями могут устанавливаться с помощью гидравлической гайки SKF:

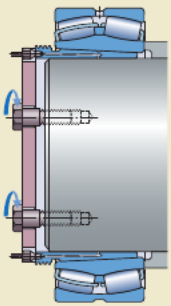
- на коническом посадочном месте на валу (→ **рис. 11**)
- на закрепительной втуле (→ **рис. 12**)
- на стяжной втулке (→ **рис. 13**)

Гидравлическая гайка навинчивается на резьбовую часть шейки вала (→ **рис. 11**) или на резьбу втулки (→ **рис. 12** и **13**). Кольцевой поршень гидравлической гайки упирается во внутреннее кольцо подшипника (→ **рис. 11** и **12**) или (при монтаже на стяжную втулку) в упор на валу, которым может служить гайка на резьбе вала (→ **рис. 13**) или шайба, закреплённая на торце вала. Под действием подаваемого в гидравлическую гайку масла её поршень смещается вдоль оси с усилием, достаточным для точного и безопасного монтажа.

Метод гидрораспора

При использовании метода гидрораспора масло под высоким давлением подается по каналам и распределительным канавкам в контакт между подшипником и его посадочной поверхностью на валу, образуя масляную плёнку. Эта масляная плёнка разделяет сопряжённые поверхности и значительно уменьшает трение. Данный метод обычно используется при монтаже подшипников непосредственно на конические посадочные

Рис. 15



места на валу (→ **рис. 14**). Каналы и канавки на валу необходимо предусмотреть в процессе конструирования подшипникового узла. Данный метод также может использоваться для монтажа подшипников на соответствующим образом подготовленной закрепительной или стяжной втулке.

Установка сферического роликоподшипника на стяжной втулке с масляными каналами показана на **рис. 15**. Масло закачивается между сопряжёнными поверхностями, что облегчает запрессовку стяжной втулки в конусное отверстие подшипника при помощи затяжки винтов.

Достижение посадки с натягом

В процессе монтажа степень натяга определяется, как правило, одним из следующих методов:

- измерение величины уменьшения внутреннего зазора
- измерение угла затяжки стопорной гайки
- измерение величины осевого смещения
- измерение величины расширения внутреннего кольца

Для определения уменьшения внутреннего зазора при монтаже самоустанавливающихся шарикоподшипников можно использовать вспомогательный метод — проворачивание наружного кольца (→ **стр. 548**).

Измерение величины уменьшения внутреннего зазора

Для измерения радиального внутреннего зазора в средне- и крупногабаритных сферических роликоподшипников и тороидальных роликоподшипниках CARB чаще всего используются измерительные щупы. Рекомендуемые величины уменьшения радиального внутреннего зазора для получения правильной посадки с натягом приведены в соответствующем разделе.

Перед монтажом следует измерить величину зазора между наружным кольцом и верхним роликом (→ **рис. 16**). После монтажа измеряется внутренний зазор между ненагруженным нижним роликом и внутренним или наружным кольцом, в зависимости от конструкции подшипникового узла (→ **рис. 17**).

Перед измерением необходимо провернуть внутреннее или наружное кольцо на несколько оборотов. Оба кольца и комплект роликов с сепаратором должны быть правильно отцентрированы относительно друг друга.

В случае крупногабаритных подшипников, особенно с тонкостенным наружным кольцом, измерения могут иметь погрешность за счёт упругой деформации колец, вызываемой весом подшипника или усилием, требуемым для ввода щупа. Для установления «истинного» зазора в домонтажном и смонтированном состояниях следует использовать следующую процедуру (→ **рис. 18**):

Рис. 16

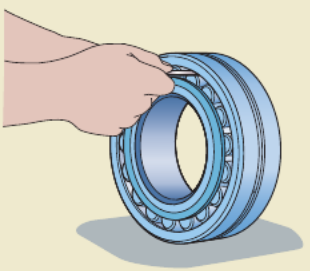


Рис. 17

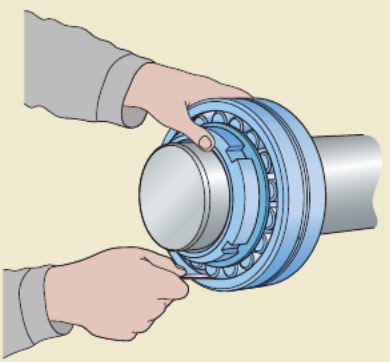


Рис. 18

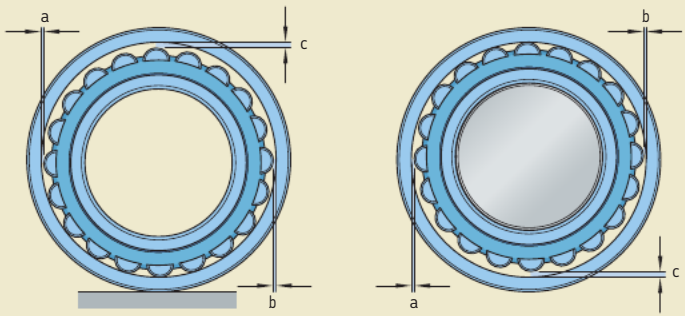
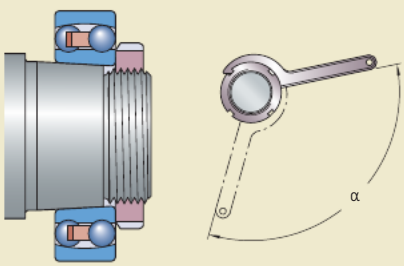


Рис. 19



1 Измерить зазор «c» в положении на 12 часов для стоящего подшипника или в положении на 6 часов для несмонтированного подшипника, насаженного на вал.
2 Измерить зазоры «a» в положении на 9 часов и «b» в положении на 3 часа без перемещения подшипника.
3 Произвести расчёт величины «истинного» радиального внутреннего зазора с относительно высокой точностью по формуле 0,5 (a + b + c).

Измерение величины угла затяжки стопорной гайки

Данный метод может использоваться для монтажа мало- и среднегабаритных подшипников с коническим отверстием (d ≤ 120 мм). Рекомендуемые значения угла затяжки α указаны в соответствующем разделе.

Прежде чем начать окончательную затяжку, подшипник следует насадить на коническое посадочное место до достижения плотной посадки. Затяжка гайки на указанный угол α (→ **рис. 19**) обеспечивает перемещение подшипника на необходимое расстояние на конусном участке вала. При этом внутреннее кольцо подшипника получает необходимую посадку с натягом. По возможности, следует проверить величину остаточного зазора.

Рис. 20

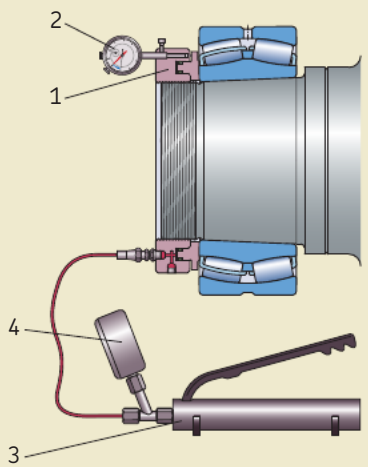
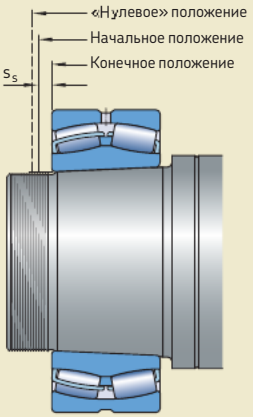


Рис. 21



Измерение величины осевого смещения

Монтаж подшипников с коническим отверстием может быть произведён путём измерения величины осевого смещения внутреннего кольца на его посадочном месте. Рекомендуемые значения осевого смещения приведены в соответствующем разделе.

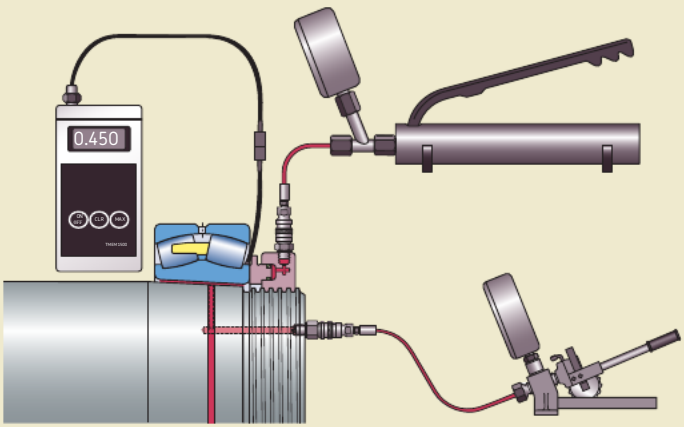
Метод точного монтажа SKF Drive-up рекомендован для средне- и крупногабаритных подшипников. Этот метод обеспечивает надёжное и простое определение степени натяга. Правильная посадка достигается путём контроля величины осевого смещения подшипника, измеряемого от его начального положения. Этот метод включает использование гидравлической гайки SKF (**1**) с индикатором часового типа (**2**) и гидравлического насоса (**3**) с манометром (**4**), который соответствует условиям монтажа (→ **рис. 20**).

Метод точного монтажа SKF Drive-up состоит из двух этапов (→ **рис. 21**):

- Первый этап
  При подаче предустановленного давления на гидравлическую гайку подшипник перемещается из «нулевой» позиции в устойчивое начальное положение.
- Второй этап
  При повышении давления, подаваемого на гидравлическую гайку, внутреннее кольцо подшипника глубже насаживается на свое посадочное место. Смещение s_s измеряется индикатором часового типа.

Рекомендованные величины требуемого давления масла для достижения начального положения и осевого смещения для перемещения в конечное положение для отдельных подшипников приведены на странице skf.ru/mount или skf.ru/drive-up.

Рис. 22



Измерение величины расширения внутреннего кольца

Измерение величины расширения внутреннего кольца является быстрым и точным методом определения правильного положения крупногабаритных сферических роликоподшипников и тороидальных роликоподшипников CARB (d ≥ 340 мм, в зависимости от серии). Для применения данного метода используются обычные гидравлические инструменты и система SensorMount, состоящая из подшипника с датчиком, встроенным во внутреннее кольцо, и соответствующего ручного индикатора (→ **рис. 22**). При этом такие параметры, как размер подшипника, материал и конструкция вала (сплошной или полый), а также обработка поверхности учитывать не требуется.

За дополнительной информацией о методе SensorMount следует обратиться в техническую службу SKF.

Пробный запуск в работу

После завершения сборки необходимо провести пробный запуск оборудования для проверки правильности работы всех компонентов. Во время пробного запуска оборудование должно работать при частичной нагрузке, а в случае широкого диапазона частот вращения — на низкой или средней скорости. Не допускается запускать подшипник качения без нагрузки и, тем более, увеличивать частоту вращения, так как существует значительный риск проскальзывания тел качения и повреждения дорожек качения, либо возникновения недопустимых напряжений сепаратора. Минимальная нагрузка должна быть приложена к подшипнику (см. *«Минимальная нагрузка»* в соответствующем разделе).

Источник шума или вибрации может быть установлен при помощи электронного стетоскопа SKF. В нормальных условиях работа подшипников сопровождается ровным, приглушённым шумом. Посвистывание или взвизгивание говорит о недостаточном смазывании. Прерывистый рокот или стук в большинстве случаев свидетельствует о присутствии в подшипнике загрязняющих частиц или повреждении подшипника в процессе монтажа.

Нагрев подшипника сразу после запуска является нормальным явлением. В случае смазывания пластичной смазкой, температура не снизится до тех пор, пока пластичная смазка равномерно не распределится в подшипниковом узле, после чего будет достигнут температурный баланс. Экстремально высокие температуры или образование резких максимумов указывают на излишнее количество смазки в подшипниковом узле, чрезмерный преднатяг или нарушение величины радиального или осевого зазора. Другими причинами перегрева могут быть дефекты или неправильная установка сопряжённых деталей, либо повышенное трение уплотнений.

Во время пробного запуска или сразу после него необходимо проверить работу уплотнений, системы смазывания и уровни всех используемых жидкостей. В случае сильных шумов и вибраций рекомендуется взять пробу смазочного материала на предмет наличия загрязнений.

Простой оборудования

Во время простоя оборудования для перераспределения смазочного материала внутри подшипников и смены положения тел качения по отношению к дорожкам качения необходимо как можно чаще аккуратно проворачивать валы неподвижных механизмов.

Рис. 23

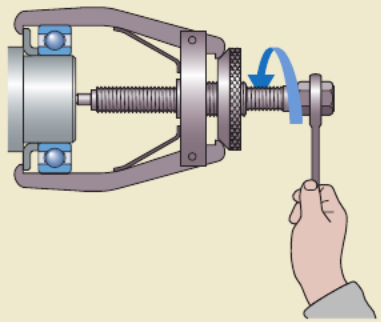


Рис. 24

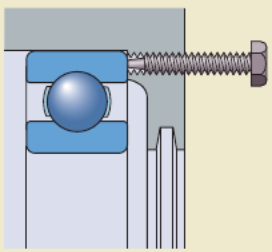
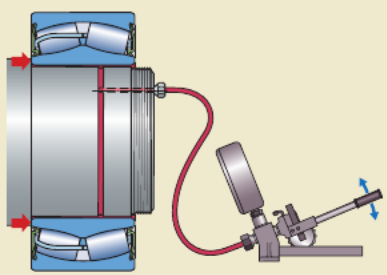


Рис. 25



Демонтаж

Если после демонтажа подшипников предполагается их повторное использование, усилие, прилагаемое для их демонтажа, никогда не должно передаваться через тела качения.

При демонтаже разборных подшипников кольцо с комплектом роликов и сепаратором может быть демонтировано отдельно от другого кольца. В случае неразборных подшипников первым демонтируют кольцо, имеющее более свободную посадку. Демонтаж подшипника, имеющего посадку с натягом, можно производить при помощи инструмента, описание которого приводится ниже. Выбор инструмента зависит от типа подшипника, его размера и величины посадочного натяга. Ниже приводится классификация подшипников по размеру:

- малогабаритные → $d \leq 80$ мм
- среднегабаритные → 80 мм $< d <$ 200 мм
- крупногабаритные → $d \geq 200$ мм

Демонтаж подшипников, установленных на цилиндрических посадочных местах на валу

Демонтаж в холодном состоянии

Демонтаж малогабаритных подшипников с вала может производиться посредством лёгких ударов молотком по торцу снимаемого кольца через оправку соответствующего размера или, что является предпочтительным, при помощи механического съёмника. Захваты съёмника устанавливают на внутреннем кольце или на сопряжённой детали (→ **рис. 23**). Демонтаж выполняется легче, если в заплечиках вала и/или корпуса предусмотрены пазы для захватов съёмника. В качестве варианта, в заплечике корпуса могут быть выполнены резьбовые отверстия для размещения выжимных болтов (→ **рис. 24**).

Для демонтажа средне- и крупногабаритных подшипников, как правило, требуется усилие, которое невозможно обеспечить с помощью механического инструмента. Поэтому SKF рекомендует использовать гидравлические инструменты или метод гидрораспора, а также их сочетание. Это предполагает включение в конструкцию вала необхо-

димых маслоподводящих каналов и распределительных канавок (→ **рис. 25**).

Демонтаж в нагретом состоянии

Демонтаж при помощи нагревания наиболее удобен для внутренних колец игольчатых роликоподшипников или цилиндрических роликоподшипников типов NU, NJ и NUP. Для данных целей существуют два разных инструмента: нагревательные кольца и регулируемые индукционные нагреватели.

Нагревательные кольца используются, как правило, для монтажа и демонтажа внутренних колец мало- и среднегабаритных подшипников такого же размера. Нагревательные кольца изготавливаются из лёгких сплавов. Они имеют радиальные пазы и оснащены теплоизолированными рукоятками (→ **рис. 26**).

В случае частого демонтажа внутренних колец с различными диаметрами SKF рекомендует использовать регулируемые индукционные нагреватели. Данные нагреватели (→ **рис. 27**) обеспечивают быстрый нагрев внутреннего кольца подшипника без нагрева вала.

Для демонтажа внутренних колец крупногабаритных цилиндрических роликоподшипников были разработаны специальные нерегулируемые индукционные нагреватели (→ **рис. 28**).

Индукционные нагреватели и нагревательные кольца производятся SKF. Более подробная информация представлена на странице mapro.skf.ru.

Рис. 26

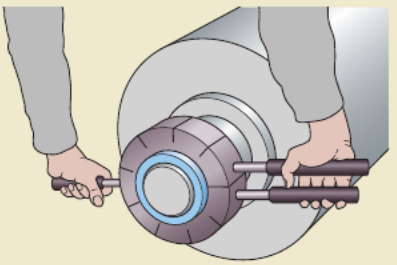


Рис. 27

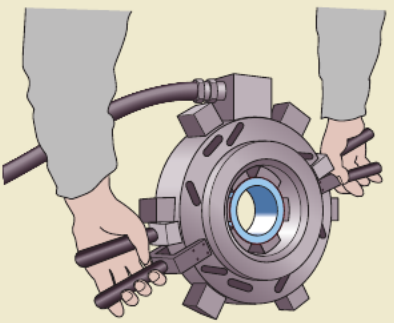
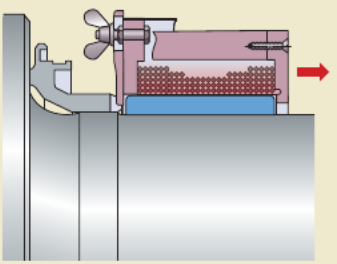


Рис. 28



Демонтаж подшипников, установленных на конических посадочных местах на валу

Демонтаж малогабаритных подшипников может выполняться с помощью механического или гидравлического съёмника с установкой захватов на внутреннем кольце. Следует использовать самоцентрирующиеся съёмники с подпружиненными захватами, которые позволяют облегчить процесс демонтажа и предотвратить повреждение посадочного места подшипника. Если нет возможности осуществить стягивание с захватом за внутреннее кольцо, следует стягивать подшипники за наружное кольцо или использовать съёмник в комбинации со съёмной пластиной (→ **рис. 29**).

Применение метода гидрораспора обеспечивает простой и намного более безопасный демонтаж средне- и крупногабаритных подшипников. При использовании метода гидрораспора между сопряжёнными поверхностями закачивается масло, подаваемое под высоким давлением по каналу и распределительной канавке. Это существенно уменьшает трение между двумя поверхностями и создает осевое усилие, отделяющее подшипник от посадочного места (→ **рис. 30**).

Рис. 29

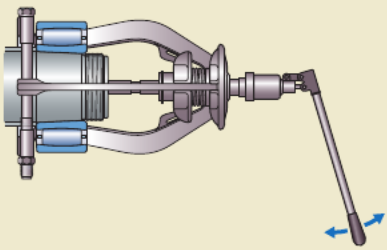
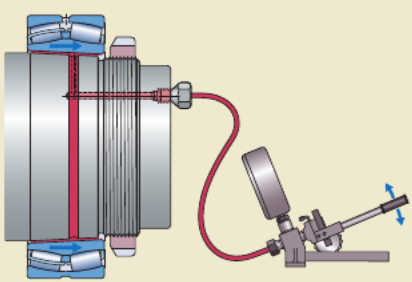


Рис. 30

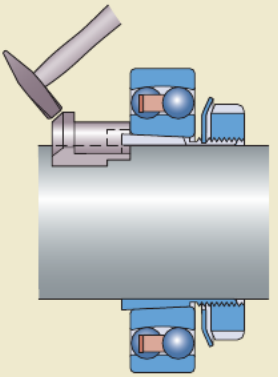


ВНИМАНИЕ

Во избежание получения серьёзной травмы установите подходящий ограничитель, например, стопорную гайку на резьбовой конец вала, чтобы ограничить ход демонтируемого подшипника.

Демонтаж подшипника, установленного на закрепительной втулке

Рис. 31



Демонтаж мало- и среднегабаритных подшипников с закрепительной втулки и гладкого вала может производиться ударами молотка подходящего размера по небольшому стальному блоку, который равномерно перемещается по окружности торца внутреннего кольца подшипника и упирается в него (→ **рис. 31**). Перед этим гайка втулки должна быть ослаблена на несколько оборотов.

Малогабаритные подшипники, установленные на закрепительной втулке и ступенчатом валу, могут быть демонтированы посредством нескольких резких ударов молотка по оправке, упирающейся в гайку закрепительной втулки (→ **рис. 32**). Перед этим гайка втулки должна быть ослаблена на несколько оборотов.

Демонтаж подшипников, установленных на закрепительной втулке и ступенчатом валу, при помощи гидравлической гайки отличается простотой. Однако, для использования данного метода требуется использование съёмной опоры на валу, в которую будет упираться поршень гидравлической гайки (→ **рис. 33**). Если во втулках предусмотрены маслоподающие каналы и распределительные канавки, процедура демонтажа будет значительно упрощена за счёт использования метода гидрораспора.

Рис. 32

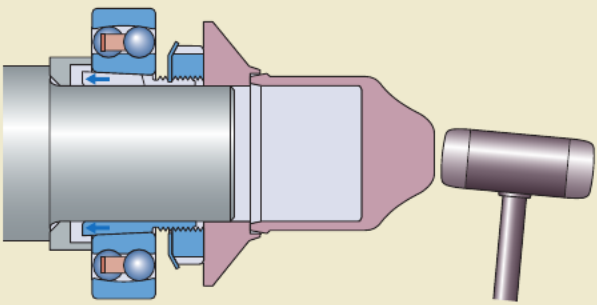
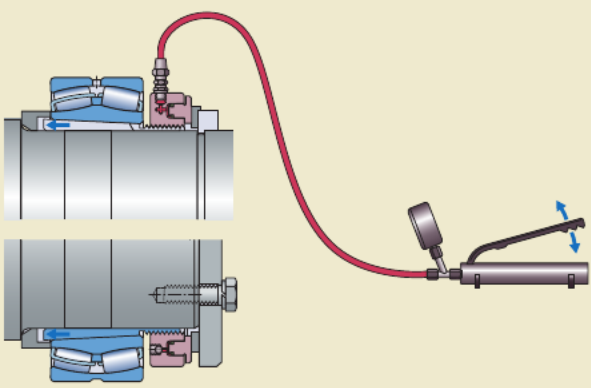


Рис. 33



Демонтаж подшипника, установленного на стяжной втулке

Перед демонтажем подшипников, установленных на стяжной втулке, следует снять фиксирующее устройство (например, стопорную гайку, торцевую крышку и т. д.).

Демонтаж мало- и среднегабаритных подшипников может производиться при помощи стопорной гайки и накидного или ударного ключа (→ **рис. 34**).

Демонтаж средне- и крупногабаритных подшипников, установленных на стяжной втулке, легко выполняется при помощи гидравлической гайки. SKF рекомендует установить упор позади гидравлической гайки на конце вала (→ **рис. 35**). Упор позволит ограничить перемещение и предотвратить падение гидравлической гайки со втулкой с вала при отделении втулки от посадочного места.

Стандартные стяжные втулки с диаметром ≥ 200 мм изготавливаются с маслоподающими каналами и маслораспределительными канавками на внутренней и наружной поверхностях. При использовании метода гидрораспора необходимы два гидравлических насоса или инжектора масла и соответствующие удлиняющие переходники (→ **рис. 36**).

Рис. 34

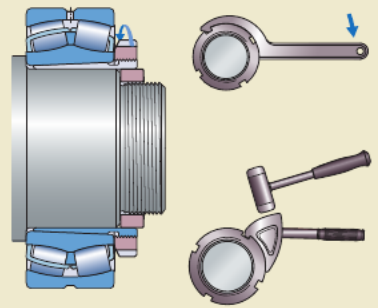


Рис. 35

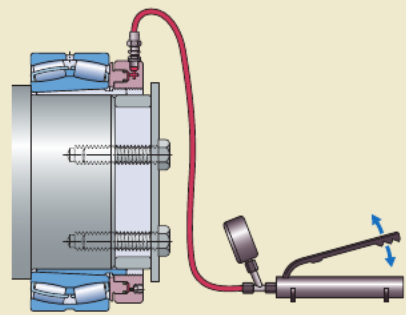
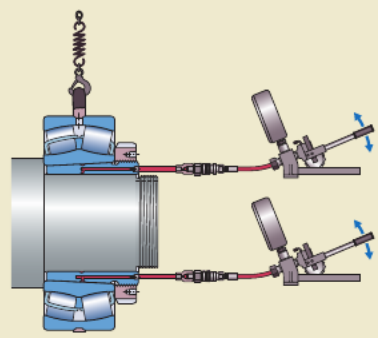


Рис. 36



Хранение подшипников

Условия хранения подшипников, уплотнений и смазочных материалов могут отрицательно сказываться на их рабочих характеристиках. Складское управление также имеет важное значение для рабочих характеристик, особенно в случае уплотнений и смазочных материалов. SKF рекомендует управлять складскими запасами по принципу «расходование запасов в порядке получения».

Условия хранения

Для увеличения срока службы подшипников SKF рекомендует следующие правила и условия их нахождения на складе:

- Хранить подшипники в горизонтальном положении, в сухом и прохладном месте, не подверженном вибрациям и с устойчивым температурным режимом.
- Контролировать и ограничивать относительную влажность в месте хранения, как указано ниже:
  - 75 % при 20 °C (*68 °F*)
  - 60 % при 22 °C (*72 °F*)
  - 50 % при 25 °C (*77 °F*)
- Хранить подшипники в оригинальной нераскрытой упаковке до момента непосредственного монтажа во избежание попадания загрязняющих веществ и образования коррозии.
- Подшипники, хранящиеся не в оригинальной упаковке, должны быть надёжно защищены от коррозии и загрязняющих веществ.

Хранение открытых подшипников

Перед поставкой подшипники SKF покрываются антикоррозионным составом и надёжно упаковываются. В надлежащих условиях хранения консервант обеспечивает антикоррозионную защиту открытых подшипников примерно в течение пяти лет.

Хранение уплотнённых подшипников

Максимальный срок хранения уплотнённых подшипников SKF зависит от смазочного материала в подшипниках. Свойства смазочных материалов со временем ухудшаются из-за старения, образования конденсата и маслоотделения. Поэтому уплотнённые подшипники хранятся не более трёх лет.

Контроль и очистка

Как и все важные детали механизмов, подшипники качения необходимо периодически осматривать и очищать. Периодичность таких осмотров целиком зависит от условий эксплуатации.

Если в процессе эксплуатации проводится мониторинг состояния подшипников путём контроля и анализа шумов в подшипнике электронным стетоскопом, измерения локальной температуры и проверки смазочного материала, то обычно бывает достаточно ежегодной очистки и осмотра всех деталей. В условиях тяжёлых нагрузок требуется увеличить частоту проверок состояния.

После очистки деталей подшипника соответствующим растворителем, таким как уайт-спирит, их следует незамедлительно смазать используемым при работе смазочным материалом для защиты от коррозии. Это особенно важно для подшипников, которые установлены в оборудовании, находящемся в длительном простое.