Обращение с подшипниками

Подшипники качения, детали подшипников качения и смазки подшипников качения Arcanol являются высокотехнологичными продуктами и поэтому требуют бережного обращения.

Хранение подшипников качения

Характеристики современных подшипников качения достигают предела технических возможностей. Не только материалы, но и допуски размеров и точности вращения, классы чистоты поверхностей и смазка оптимизированы для достижения максимальной функциональности, так что даже незначительные отклонения, вызванные, к примеру, коррозией, могут негативно повлиять на характеристики подшипника. Для сохранения высоких потребительских качеств подшипников качения должны быть взаимно обусловлены консервационная смазка, упаковка, условия хранения и правила обращения.

Консервационная смазка и упаковка являются неотъемлемой частью подшипника, и они оптимизированы таким образом, что обеспечивают максимально возможную «консервацию» всех свойств подшипника одновременно. Наряду с защитой поверхностей от коррозии такими свойствами являются: аварийное смазывание, трение, совместимость смазочных материалов, шумовые характеристики, устойчивость к старению и совместимость с компонентами подшипника (материалами сепаратора и уплотнений).

Условия хранения подшипников качения

Основным требованием является наличие закрытого складского помещения для хранения, в котором отсутствуют такие агрессивные среды, как выхлопные газы автомобилей, пары и аэрозоли кислот и щелочей, а также солей. Следует избегать прямого солнечного света, поскольку наряду с негативным воздействием УФ-излучения он может вызвать слишком большие перепады температуры внутри упаковки. Температура хранения должна быть постоянной, влажность – насколько возможно низкой. Перепады температуры и повышенная влажность воздуха ведут к образованию конденсата.

Следует соблюдать следующие условия хранения:

- хранить при температурах, исключающих замерзание, т. е. при температурах $>$ +5 °C (с целью исключения образования инея, допускается хранение до 12 часов в день при температуре не ниже +2 °C);
- максимальная температура хранения +40 °C (для предупреждения усиленного стекания консервационной смазки);
- относительная влажность воздуха $<$ 65% (при изменениях температуры в течение не более 12 часов в день – до 70%).

Температуру и влажность воздуха следует контролировать непрерывно. Для контроля может быть использовано устройство регистрации данных. Интервал между измерениями не должен превышать 2 часов.

Измерения должны проводиться не менее чем в 2 точках: вблизи наружной стены в наивысшей и наинизшей точках, соответствующих возможному уровню хранения продукции.

Сроки хранения подшипников качения

Хранить подшипники качения разрешается не более 3 лет. Этот срок действует как в отношении открытых подшипников, так и в отношении подшипников со смазкой с защитными шайбами или резинометаллическими уплотнительными шайбами (уплотнениями). В особенности не следует хранить длительное время подшипники со смазкой, так как физико-химические свойства консистентных смазок могут изменяться во время хранения. Даже если сохранилась минимальная смазывающая способность, запас надежности консистентной смазки в подшипнике может уменьшиться.

Как правило, подшипники качения пригодны для использования и после окончания допустимого срока хранения, если условия хранения и транспортирования соблюдались. Несоблюдение условий хранения ведет с сокращению допустимого срока хранения. Если срок хранения был превышен, перед применением подшипника рекомендуется провести проверку на отсутствие коррозии, состояние консервационной и консистентной смазки.

Хранение подшипниковых смазок семейства Arcanol

Правила хранения подшипников логичным образом распространяются и на смазку для подшипников качения семейства Arcanol. Обязательным условием при этом является хранение смазки в закрытых, полных оригинальных емкостях.

Сроки хранения специализированных подшипниковых смазок семейства Arcanol

Смазки для подшипников качения являются смесью базового масла, загустителя и присадок. Такие смеси из жидких и твердых веществ не обладают неограниченной стабильностью. Их физико-химические свойства при хранении могут изменяться, поэтому рекомендуется расходовать смазки в течение непродолжительного времени.

При соблюдении условий хранения, смазки Arcanol могут храниться не теряя потребительских свойств в течение 3 лет. Как и в случае с подшипниками качения, допустимые сроки хранения не следует рассматривать как жестко установленные границы.

При правильном хранении большинство консистентных смазок могут быть использованы и после 3 лет, если не принимать во внимание незначительное изменение свойств. В случае сомнения, для более старых смазок рекомендуется проводить выборочное физико-химическое исследование изменения свойств. Поэтому для вскрытых емкостей со смазкой указать срок хранения невозможно. Для хранения начатой емкости поверхность смазки должна быть выровнена, емкость должна быть герметично закрыта и храниться в таком положении, чтобы свободное от смазки пространство находилось сверху. В любом случае следует избегать хранения при повышенной температуре.

Извлечение подшипников качения из упаковки

Пот с рук приводит к коррозии. Руки должны быть чистыми и сухими, при необходимости следует надеть защитные перчатки. Извлекать подшипник из оригинальной упаковки следует непосредственно перед монтажом. Если подшипники извлекаются из общей упаковки, имеющей сухую консервацию, следует закрыть упаковку сразу после извлечения подшипников, чтобы сохранить в упаковке защитную газообразную среду. Вынутый подшипник должен быть немедленно смазан маслом или консистентной смазкой.

Совместимость, смешиваемость

Защитные средства на масляной основе, используемые для консервации подшипников, совместимы и допускают смешивание со смазочными маслами и консистентными смазками на минеральной основе. Совместимость следует проверять, если используются синтетические смазочные материалы или смазки с загустителем, отличным от литиевого или комплексного литиевого. При несовместимости следует смыть консервационное масло перед смазыванием подшипника консистентной смазкой, что особенно важно в случае смазок на основе PTFE/алкоксифтористого масла и полимочевины в качестве загустителя. В случае замены смазки или загрязнения подшипника его следует промыть. Если возникнут сомнения, необходимо проконсультироваться с производителем смазки.

Промывка подшипников качения

Для удаления консистентной смазки и промывки подшипников пригодны:

- чистящие средства на водной основе, нейтральные, кислотные или щелочные. Перед промывкой необходимо проверить совместимость щелочных средств с алюминиевыми деталями;
- органические моющие средства, например, не содержащие кислот и воды керосин, промывочный бензин (не автомобильный), спирт, обезвоживающая жидкость, хлоруглеводородосодержащие моющие средства.

Для промывки следует использовать кисти, щетки или безворсовую ветошь. Если в подшипнике содержатся смолистые отложения от смазок, рекомендуется предварительно очистить его механическим способом, затем использовать водный раствор сильнощелочного моющего средства.

Следует соблюдать установленные законом предписания по применению, защите окружающей среды и технике безопасности. Следует соблюдать указания производителя моющих средств.

Керосин, промывочный бензин, спирт и обезвоживающие жидкости пожароопасны, а щелочные средства способны вызывать ожоги. Использование хлоруглеводородов сопряжено с опасностью возгорания, взрыва, химического распада, а также с опасностью для здоровья. Данные опасные факторы и соответствующие меры защиты подробно описаны в памятке ZH1/425 Главного объединения профессиональных союзов.

После промывки подшипники качения следует немедленно просушить и смазать или покрыть консервационной смазкой (опасность коррозии).

Монтаж подшипников

Исчерпывающую информацию по монтажу и демонтажу содержат брошюры WL 80 100 «Монтаж подшипников качения» и WL 80 250 «Сервис и оборудование FAG для монтажа и обслуживания подшипников качения».

В случае выполнения более сложных работ должно иметься в распоряжении руководство по монтажу с точным описанием всех этапов работ. Руководство включает в себя также разделы о средствах транспортирования, монтажных приспособлениях, измерительных инструментах, типе и количестве смазочного вещества и точное описание процесса монтажа.

Указания по монтажу

Указания, обязательные для исполнения:

- место монтажа должно быть чистым и свободным от пыли;
- подшипники следует защитить от пыли, грязи и влажности; загрязнения негативно отражаются на качестве работы и сроке службы подшипников;
- перед началом монтажа следует ознакомиться с конструкцией при помощи сборочного чертежа;
- перед монтажом необходимо проверить соответствие приготовленного подшипника данным чертежа;
- отверстие корпуса и посадочную поверхность вала следует проверить на точность размеров, формы и расположения, а также их чистоту;
- проверить, чтобы вал и отверстие корпуса имели монтажную фаску от 10° до 15°;
- стереть консервационную смазку с посадочных и сопрягаемых поверхностей, смыть ее из конических отверстий подшипников;
- слегка смазать посадочные поверхности колец подшипника маслом или твердой смазкой;
- не переохлаждать подшипник; конденсат может привести к образованию коррозии в подшипнике и на посадочных поверхностях;
- после монтажа подшипники следует смазать;
- проверить подшипниковую опору на работоспособность.

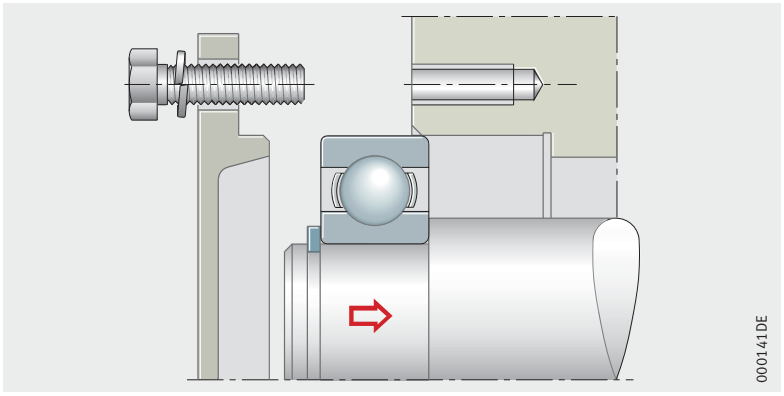
Монтаж подшипников качения с цилиндрическими посадочными поверхностями

Удары молотком непосредственно по кольцам подшипников категорически запрещены.

Неразъемные подшипники

При монтаже неразъемных подшипников усилие монтажа следует прикладывать к кольцу, устанавливаемому с натягом, которое должно быть смонтировано в первую очередь, *рис. 1*.

Если с натягом устанавливается внутреннее кольцо неразъемного подшипника, то сначала подшипник запрессовывают на вал, *рис. 1*. Затем подшипник вместе с валом монтируется в корпус (посадка с зазором).

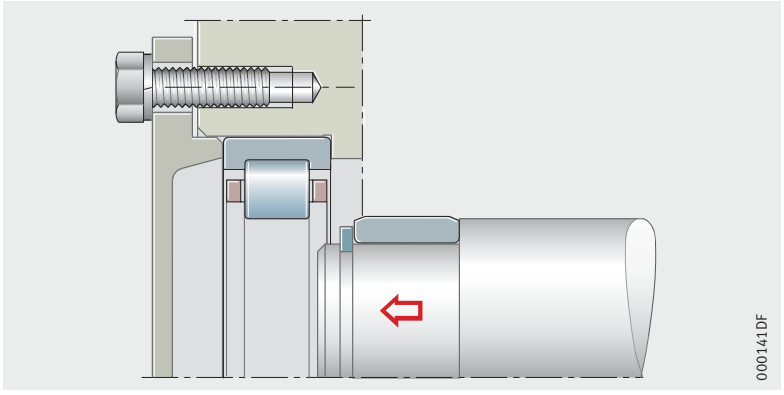


Посадка внутреннего кольца с натягом; это кольцо монтируется в первую очередь

Рисунок 1
Неразъемный подшипник

Разъемные подшипники

Монтаж разъемных подшипников проще; кольца могут быть смонтированы раздельно, *рис. 2*. Проворачивание при сборке помогает избежать появления посадочных царапин.



Посадка внутреннего кольца с натягом; раздельный монтаж колец

Рисунок 2
Разъемный подшипник

Холодная запрессовка подшипника

Подшипники с диаметром отверстия до d = 80 мм по обычным посадкам с натягом могут монтироваться на вал методом холодной запресовки, *рис. 3*. Для запресовки применяются механические или гидравлические прессы.

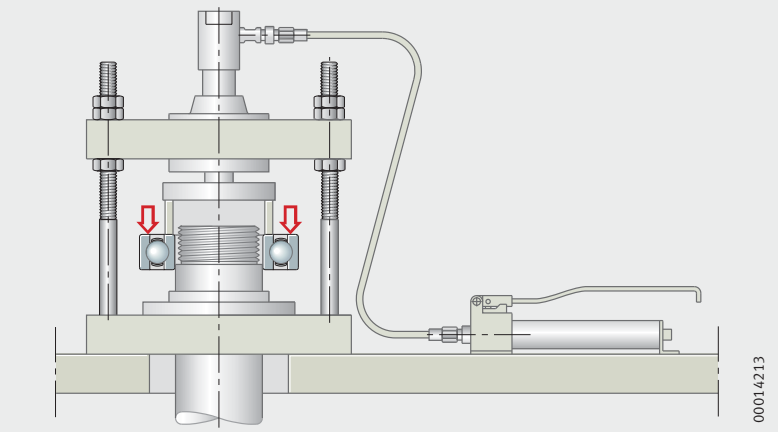
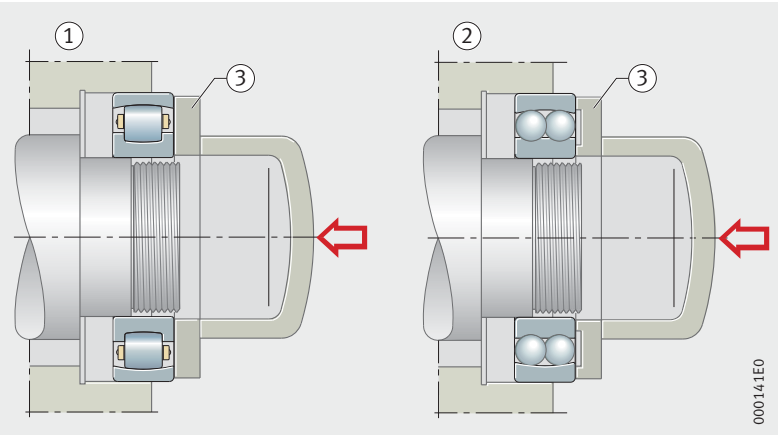


Рисунок 3
Монтаж гидравлическим прессом

Если пресс отсутствует, то монтаж можно выполнить с помощью молотка и втулки-выколотки.

В случае самоустанавливающихся подшипников, перекос наружного кольца предупреждают с помощью диска, который прилегает к торцам обоих колец, *рис. 4*. Если таким образом монтируются подшипники с выступающим сепаратором или телами качения (например, некоторые сферические шарикоподшипники), то в диске делают проточку, *рис. 4* ②.



① монтаж однорядного сферического роликоподшипника с помощью монтажного диска без проточки

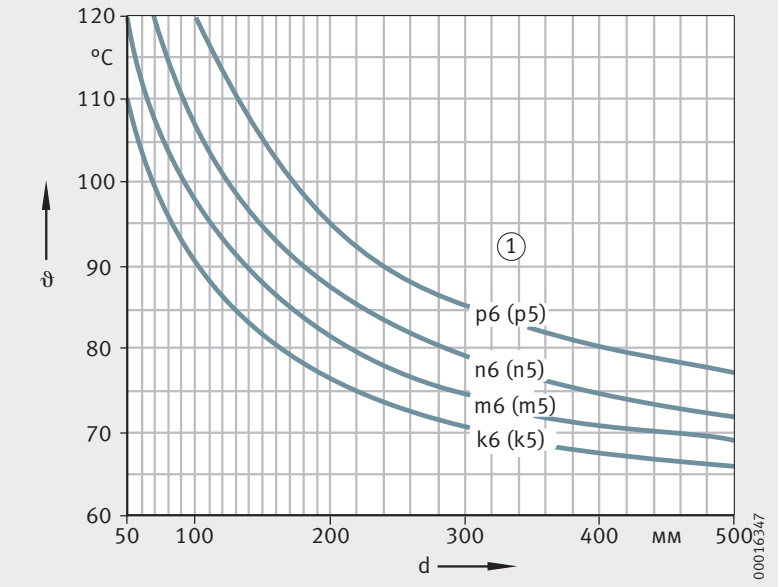
② монтаж некоторых сферических шарикоподшипников с помощью монтажного диска с проточкой

③ монтажный диск

Рисунок 4
Монтаж при помощи монтажного диска

Нагрев подшипников

Подшипники с цилиндрическим отверстием нагревают перед монтажом на вал с натягом, если механическая запрессовка затруднена. Необходимую для монтажа подшипника температуру демонстрирует *рис. 5*. Данные относятся к посадке при максимальном натяге, температуре окружающей среды +20 °C и запасе температуры нагрева для надежности монтажа 30 K.



① допуск вала
ϑ = температура нагрева
d = диаметр подшипника

Рисунок 5
Температура нагрева

Индукционные нагревательные приборы

Индукционные нагревательные приборы работают быстро, надежно и не вызывают загрязнений. Эти приборы применяются, прежде всего, в условиях серийного монтажа.

Нагревательная плитка

Отдельные подшипники можно нагревать на нагревательной плитке. При этом нагрев всегда следует регулировать термостатом.

Нагревательный шкаф

Для надежного и чистого нагрева служат регулируемые термостатом нагревательные и конвекционные шкафы. Их применяют для нагрева преимущественно подшипников небольшого и среднего размера. Нагрев продолжается сравнительно долго.

Масляная ванна

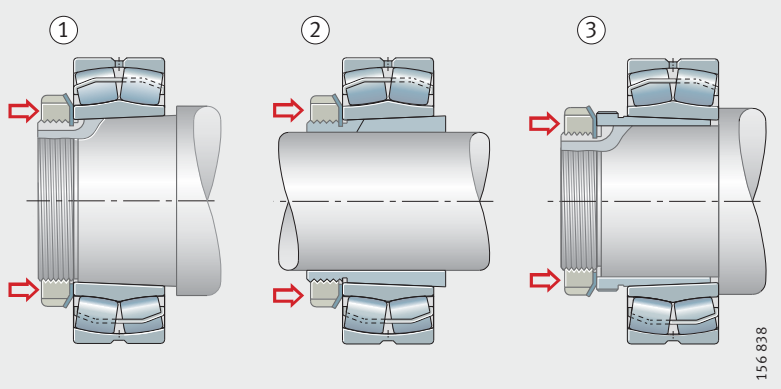
Подшипники качения всех типов и размеров, за исключением наполненных консистентной смазкой подшипников с уплотнениями и прецизионных подшипников, могут быть нагреты в масляной ванне. Целесообразно наличие термостатического регулирования (температура от +80 °C до +100 °C). Для равномерного нагрева подшипники следует класть на решетку или подвешивать в масляной ванне.

При использовании данного способа нагрева следует в обязательном порядке учитывать возможность наступления несчастного случая, загрязнения окружающей среды парами масла, воспламенения горячего масла, а также опасность загрязнения подшипника.

Монтаж подшипников качения с коническим отверстием

Подшипники качения с коническим отверстием устанавливаются непосредственно на коническую шейку вала или на цилиндрическую шейку с помощью закрепительных или стяжных втулок, *рис. 6* ①, ②, ③.

Небольшие подшипники (диаметр отверстия приблизительно до d = 80 мм) можно перемещать по конической поверхности вала или закрепительной втулки при помощи шлицевой гайки. Посадка с натягом достигается осевой напрессовкой внутреннего кольца. Для затягивания гайки применяется, например, крючковый ключ. Небольшие стяжные втулки также запрессовываются в зазор между подшипником и валом с помощью шлицевой гайки.



① монтаж при помощи шлицевой гайки
② монтаж на закрепительную втулку при помощи шлицевой гайки
③ монтаж на стяжную втулку при помощи шлицевой гайки

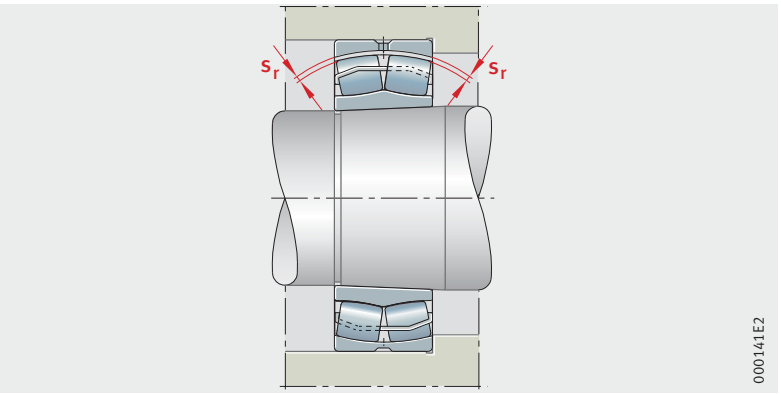
Рисунок 6
Монтаж подшипников качения с коническим отверстием

Уменьшение радиального зазора

В качестве меры натяга посадки следует контролировать уменьшение радиального зазора, возникающее вследствие растяжения внутреннего кольца. Радиальный зазор (s_r) двухрядных сферических роликоподшипников следует измерять одновременно в обоих рядах роликов, *рис. 7*. В качестве альтернативного метода контроля можно измерять осевое перемещение подшипника.

Значения уменьшения радиального зазора и осевого перемещения для двухрядных сферических роликоподшипников приведены в главе «Роликоподшипники радиальные сферические двухрядные», стр. 572.

В качестве вспомогательного средства при измерении радиального зазора можно применять щупы FEELER-GAUGE-100 и FEELER-GAUGE-300.



Двухрядный сферический роликоподшипник
s_r = радиальный зазор

Рисунок 7
Измерение радиального зазора

Монтаж при помощи нажимных винтов или гидравлического инструмента

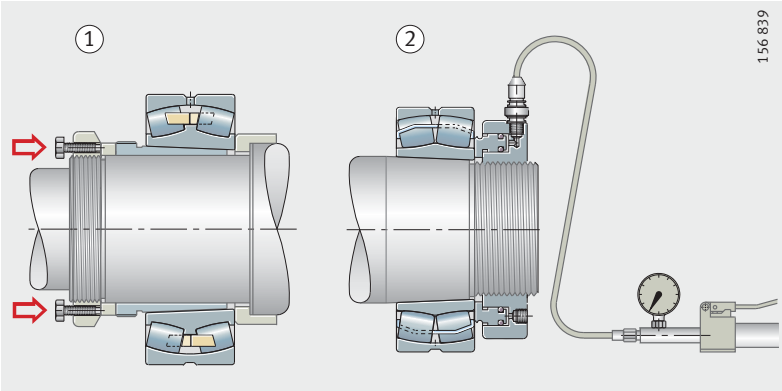
Уже при монтаже подшипников средних размеров гайки приходится затягивать со значительным усилием. Шлицевые гайки с нажимными винтами облегчают в таких случаях монтаж, *рис. 8* ①. Однако этот способ монтажа не подходит для сферических роликоподшипников в исполнении E-1.

При монтаже более крупных подшипников для запрессовки подшипника или втулки следует использовать гидравлические приспособления, *рис. 8* ②. Гидравлические гайки выпускаются для всех распространенных резьб на втулках и валах.

Гидравлический способ монтажа

Применение гидравлического способа монтажа и, в особенности, демонтажа подшипников с диаметром, начиная от d = 160 мм, значительно упрощает операцию.

Для монтажа рекомендуется использовать масло с вязкостью 75 мм^2/с при +20 °C (номинальная вязкость 32 мм^2/с при +40 °C).



① монтаж на стяжную втулку при помощи шлицевой гайки и нажимных винтов

② монтаж на конический вал с помощью гидравлической гайки

Рисунок 8
Монтаж подшипников качения с коническим отверстием

Указания по демонтажу

Исчерпывающую информацию по монтажу и демонтажу содержат брошюры WL 80 100 «Монтаж подшипников качения» и WL 80 250 «Сервис и оборудование FAG для монтажа и обслуживания подшипников качения».

Возможность демонтажа следует предусмотреть уже при проектировании подшипниковой опоры.
Если предусматривается посадка колец подшипника с натягом, на валу или в отверстии корпуса следует предусмотреть, к примеру, канавки для снятия колец подшипника.

Если предполагается дальнейшее использование подшипника, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- не применять открытое пламя;
- избегать ударов непосредственно по кольцам подшипника;
- не допускать передачи усилий при демонтаже через тела качения;
- промывать подшипник в демонтированном состоянии.

Демонтаж подшипников качения с цилиндрических посадочных поверхностей

Если предполагается дальнейшее использование подшипников и сопряженных деталей, то съемник закрепляют на кольце, установленном с натягом. Если демонтируются неразъемные подшипники, то сначала следует демонтировать установленное с зазором кольцо, затем кольцо, установленное с натягом.

Демонтаж маленьких подшипников

Для демонтажа небольших подшипников пригодны механические съемники, *рис. 9* или гидравлические прессы. Демонтаж облегчают технологические канавки на валу или в корпусе, позволяющие устанавливать съемник непосредственно на кольцо, смонтированное с натягом.

Если канавки отсутствуют, в распоряжении имеются специальные устройства.

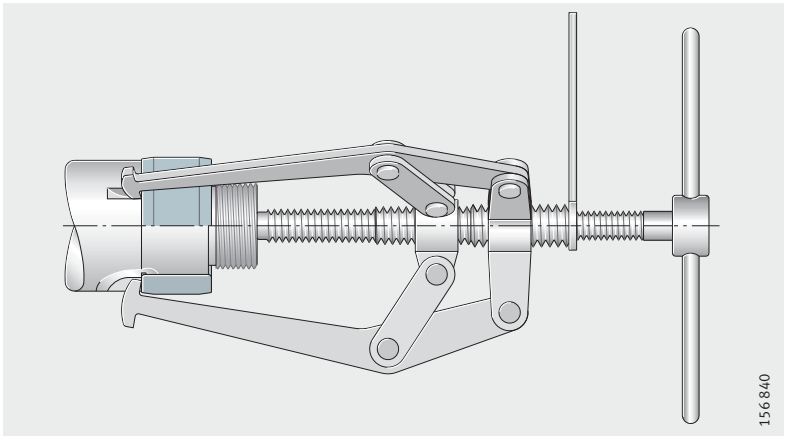


Рисунок 9
Съемник с тремя регулируемыми захватами

Демонтаж внутренних колец с помощью индукционного нагревательного устройства

Индукционные нагревательные устройства применяются для демонтажа внутренних колец цилиндрических роликоподшипников, смонтированных с натягом, *рис. 10*.

Нагрев происходит достаточно быстро, так что кольца легко демонтируются, при этом вал нагреться не успевает.

Рисунок 10
Индукционное нагревательное устройство

Нагревательные кольца

Нагревательные кольца из легкого сплава с радиальными прорезями могут применяться для демонтажа внутренних колец радиальных роликоподшипников без бортов или с одним бортом, *рис. 11*. Эти кольца нагревают на электрической нагревательной плитке до температуры от +200 °C до +300 °C, затем надевают на демонтируемое кольцо подшипника и сжимают за рукоятки. После того, как натяг посадки ослаб, снимают с вала вместе оба кольца.

Во избежание перегрева кольца подшипника, его следует извлечь из нагревательного кольца сразу после демонтажа.

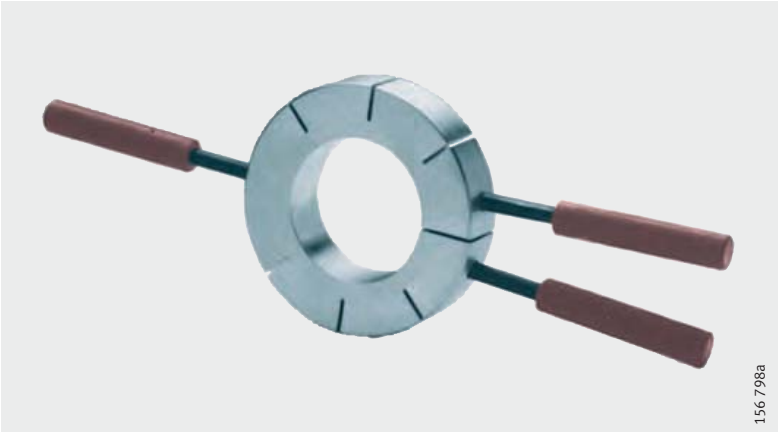


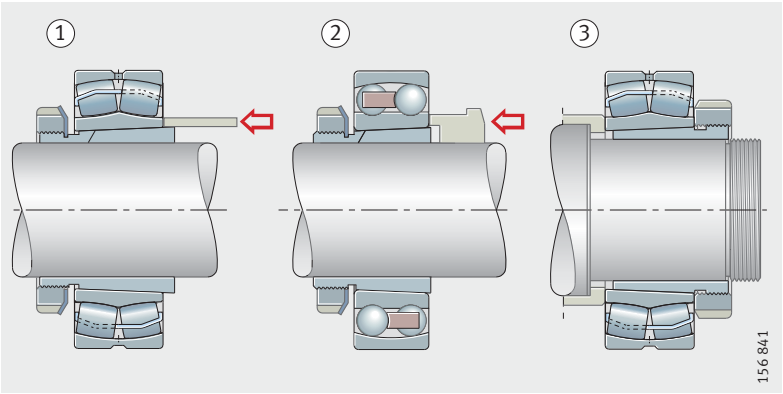
Рисунок 11
Нагревательное кольцо

Демонтаж подшипников с коническим отверстием

Механический способ демонтажа

Если подшипник установлен непосредственно на конической шейке вала или на закрепительной втулке, то сначала удаляют стопорные элементы шлицевой гайки. Затем отвинчивают гайку на величину перемещения кольца. Далее внутреннее кольцо сбивают со втулки или с вала, например, используя металлический дорн или выколотку, *рис. 12* ①, ②. Использование выколотки позволяет избежать опасности соскальзывания.

Подшипники, закрепленные на стяжных втулках, демонтируют с помощью отжимных гаек, *рис. 12* ③.



① металлический дорн
② выколотка
③ отжимная гайка

Рисунок 12
Демонтаж подшипника

Для демонтажа больших подшипников, установленных на стяжных втулках, требуются большие усилия. В этом случае можно использовать шлицевые гайки с дополнительными нажимными винтами, *рис. 13* ①. Между нажимными винтами и внутренним кольцом подкладывают шайбу.

Гидравлический способ демонтажа

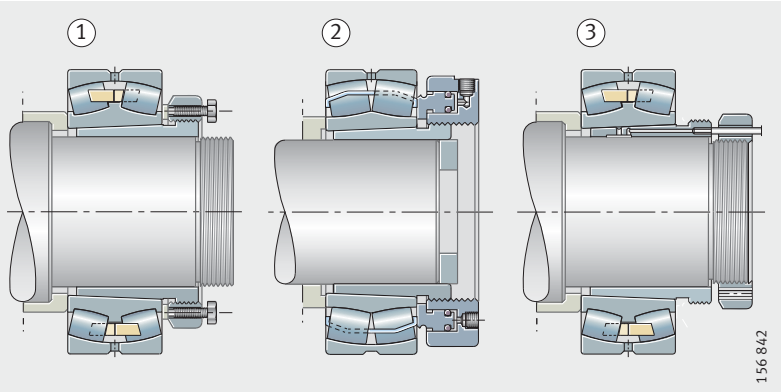
Проще и экономичнее выполнять демонтаж стяжных втулок с помощью гидравлических гаек, *рис. 13* ②. При этом внутрь выступающей части стяжной втулки для жесткости вкладывается толстостенное кольцо.

Для облегчения демонтажа крупногабаритных подшипников применяется способ гидрораспора, *рис. 13* ③ и *рис. 14*. При этом масло нагнетается между сопряженными поверхностями. Благодаря этому одна деталь может быть сдвинута относительно другой с небольшим усилием и без опасности повреждения поверхностей.

В конических валах должны быть предусмотрены маслоподводящие каналы и соответствующие кольцевые канавки. Для создания требуемого давления достаточно масляного инжектора. На *рис. 14* показана схема масляных каналов при демонтаже сферического роликоподшипника с конической поверхности вала способом гидрораспора.

Стяжная втулка высвобождается внезапно и резко, поэтому для страховки следует оставлять гайку на валу.

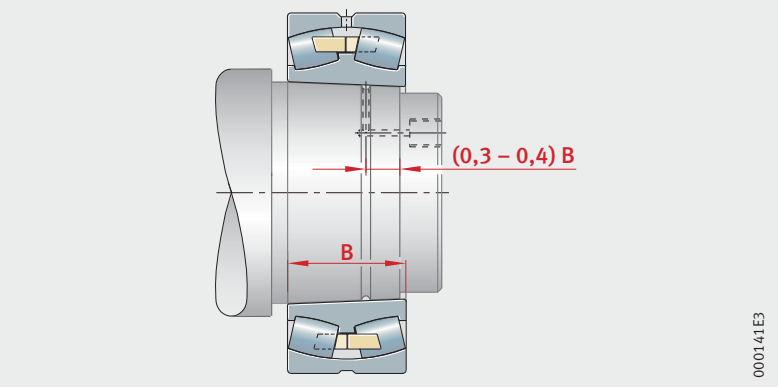
Большие закрепительные и стяжные втулки уже имеют необходимые канавки и отверстия. Требуемое давление создается с помощью насоса.



Демонтаж стяжной втулки:
① с помощью гайки и нажимных винтов
② с помощью гидравлической гайки

Демонтаж сферического роликоподшипника со стяжной втулки:
③ способом гидрораспора

Рисунок 13
Демонтаж стяжной втулки и сферического роликоподшипника



B = ширина подшипника

Рисунок 14
Каналы для подвода масла при демонтаже сферического роликоподшипника

Монтаж и демонтаж подшипников

Применяемые масла

Для демонтажа применяются масла с вязкостью около 150 мм^2/с при +20 °C (номинальная вязкость 46 мм^2/с при +40 °C).

Слипание из-за посадочной коррозии может быть устранено введением в масло преобразующих ржавчину присадок.

Утилизация демонтированных подшипников

Если после демонтажа подшипников их дальнейшее использование не предполагается, подшипники следует разобрать. Смазка, уплотнения и пластмассовые детали утилизируются согласно действующим нормативным документам. Кольца подшипников и тела качения подлежат переработке.