9. Монтаж и демонтаж

9.1. Монтаж

Монтаж шариковых и роликовых подшипников должен производиться квалифицированными специалистами, при этом должно уделяться большое внимание чистоте подшипников: это очень важно для обеспечения правильной эксплуатации и предотвращения преждевременного выхода из строя подшипников.

9.2. Подготовка к монтажу

Желательно, чтобы монтаж производился в комнате с сухим чистым воздухом, вдали от источников пыли, эмульсий и грязи. Поверхности вала и корпуса перед сопряжением с подшипниками необходимо тщательно обработать бензином или керосином, вытереть насухо и покрыть слоем машинного масла. Необходимо уделять особое внимание при проверке точности размеров и форм всех сопрягаемых с подшипником частей; они не должны превышать его размеров.

Во избежание попадания грязи, подшипники необходимо извлекать из заводской упаковки непосредственно перед сборкой. Защитное покрытие удаляется только в местах сборки. Посадочные поверхности необходимо обработать бензином или керосином и вытереть насухо чистой мягкой тканью. В том случае, если подшипник грязный или наблюдаются следы повреждения упаковки, необходимо тщательно промыть его перед сборкой. В данном случае посадочные поверхности необходимо обработать маслом средней вязкости.

Перед монтажом необходимо сверить внешний вид подшипника, его маркировку, легкость вращения, зазоры с требованиями технических характеристик, изложенных в нормативной документации и данном каталоге.

Радиальные зазоры в роликовых сферических подшипниках с внутренним диаметром более 60 мм могут измеряться с помощью набора щупов или иными способами. Щупы используются для измерения зазоров между наружным кольцом и разгруженным роликом.

9.3. Монтаж подшипников

Способ монтажа подшипников (механический, гидравлический или тепловой) зависит от их типа и размера. В любом случае очень важно защитить кольца, сепаратор и тела качения подшипника от ударов, которые могут их повредить.

Основное правило при монтаже подшипников – ни при каких условиях не допускать того, чтобы монтажное усилие проходило через тела качения.

При монтаже подшипников необходимо обеспечить требуемую точность расположения колец подшипника по отношению к оси вращения, которая главным образом зависит от отсутствия несоосности. Перекос колец – это один из факторов, вызывающих внутренние повреждения подшипников и концентрацию контактных напряжений. Несоосность колец не должна превышать 0,7 от максимально допустимого угла соосности колец подшипника при нормальных рабочих условиях (эти параметры можно найти в описании типов подшипников).

НИКОГДА нельзя допускать прямых ударов молотком по кольцам или роликам.

9.4. Подшипники с цилиндрическим отверстием

Обычно при монтаже неразборных подшипников первым устанавливается кольцо с тугой посадкой. В случае, если усилие напрессовки не слишком высоко, можно произвести монтаж небольших подшипников слегка постукивая молотком по втулке из более мягкого материала, чем подшипник, прикладывая усилие только на устанавливаемое кольцо.

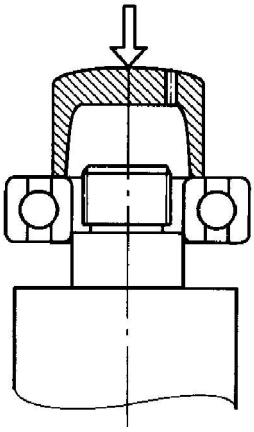


Рисунок 9.1

Во избежание перекоса колец необходимо распределять удары равномерно по всей окружности. В том случае, когда вместо втулки используется установочная оправка, силу удара необходимо прикладывать по центру (см. Рис. 9.1).

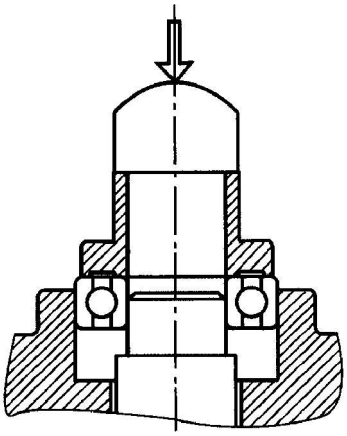


Рисунок 9.2

В том случае, если подшипник неразборный, то его можно под давлением посадить на вал и посадочное место корпуса одновременно (см. Рис. 9.2) при помощи монтажного инструмента, показанного на эскизе; монтажное кольцо устанавливается между подшипником и установочной оправкой, находящейся в торцевой части внутреннего и наружного колец. Вспомогательные поверхности монтажного кольца должны лежать на одной плоскости для обеспечения равного распределения усилия на оба кольца во время процесса сборки. При монтаже самоустанавливающихся подшипников, например, роликовых сферических подшипников, применение промежуточных монтажных колец позволяет избежать перекоса и поворота наружного кольца подшипника вместе с валом, установленным в посадочном месте корпуса (см. Рис. 9.3).

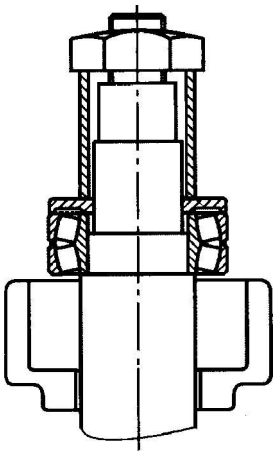


Рисунок 9.3

Промежуточное монтажное кольцо должно иметь проточку для того, чтобы предотвратить его соприкасание с телами качения или сепаратором подшипника. Подшипники с внутренним диаметром до 100 мм могут быть смонтированы в холодном состоянии при помощи механических или гидравлических прессов.

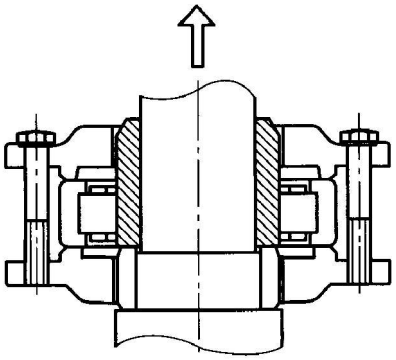
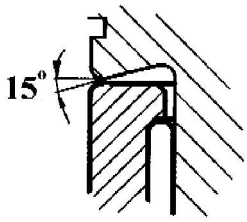


Рисунок 9.4

Монтаж внутреннего кольца разборного подшипника возможен отдельно от наружного кольца. При монтаже вала с уже установленным внутренним кольцом в корпус с установленным наружным кольцом и комплектом тел качения, необходимо уделить особое внимание отсутствию перекосов, в противном случае шарики или ролики могут получить повреждения. Поэтому при монтаже подшипников с игольчатыми или цилиндрическими роликами рекомендуется использовать монтажную втулку (см. Рис. 9.4).



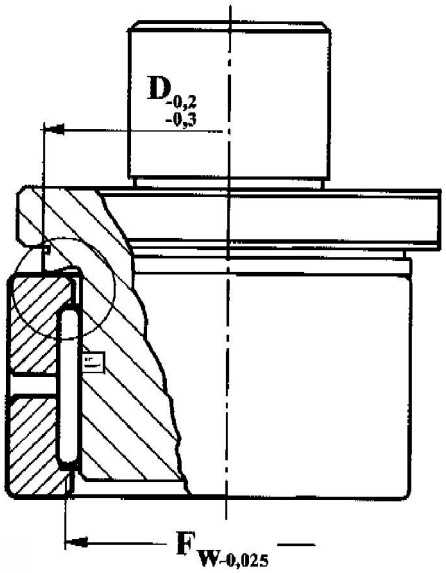


Рисунок 9.5

Наружный диаметр втулки D должен быть не уступать по величине диаметру F дорожки качения внутреннего кольца. Значения F даны в таблицах по сериям подшипников. Роликовые игольчатые подшипники с тисненым наружным кольцом можно устанавливать при помощи специальной установочной оправки (см. Рис. 9.5).

Крупногабаритные подшипники или подшипники с тугой посадкой перед монтажом необходимо нагреть. ЗАПРЕЩАЕТСЯ нагревать подшипники до температуры более чем 120°С, поскольку это может вызвать изменения в структуре металла подшипника, изменение его размеров, а также сгорание или деформацию полиамидных сепараторов и прорезиненных уплотнений. ЗАПРЕЩАЕТСЯ нагревать в масле подшипники с защитными шайбами или уплотнениями, так как они заполнены пластичной смазкой.

При нагреве подшипников необходимо проявлять внимательность и не допускать их перегрева. Безопасный стандартный подогрев возможен при помощи индукционных нагревателей, термо-печей и других специальных приспособлений.

Наиболее рациональным способом теплового монтажа является нагрев с использованием специальных индукционных нагревателей. В данном случае подшипник (кольцо) нагревается при помощи переменного магнитного поля. После индукционного нагрева необходимо произвести размагничивание подшипников (колец).

9.5. Подшипники с коническим отверстием

Внутренние кольца подшипников с коническим отверстием всегда монтируются с натягом. Посадка в данном случае определяется не допусками на размеры вала в отличие от подшипников с цилиндрическим отверстием, а величиной перемещения подшипников по конической поверхности посадочной шейки вала, закрепительной или стяжной втулок.

Двухрядные роликовые сферические подшипники с коническим отверстием монтируются на цилиндрический вал при помощи закрепительной или стяжной втулки, при наличии конической шейки вала данные подшипники устанавливаются непосредственно на вал. Перед установкой промытое отверстие подшипника и втулки можно покрыть тонким слоем смазки, которая уменьшит трение и, таким образом, облегчит монтаж, во время эксплуатации смазка выдавится из места посадки.

Рекомендуется устанавливать подшипники с отверстием до 70 им и стандартной посадкой при помощи молотка и монтажной втулки, закручиваемой в торец вала с резьбой. Давление прикладывается на торец закрепительной втулки или напрямую на торцевую поверхность внутреннего кольца (когда установка производится без закрепительной или стяжной втулки). Подшипники с внутренним диаметром более 100 мм устанавливаются при помощи гидравлических методов вместе с осевым смещением закрепительной втулки.

При установке прежде демонтированного подшипника недостаточно просто вернуть стопорную гайку в первоначальное положение, так как после длительной работы посадка ослабляется из-за износа резьбы и сглаживания посадочного места, осевое смещение в данном случае занимает больше времени. Для самоустанавливающихся сферических роликовых подшипников необходимо учитывать уменьшение начального радиального зазора, чтобы обеспечить тугую статичную посадку. Радиальный зазор сферического роликового подшипника может быть измерен набором щупов в обоих рядах роликов одновременно.

Выбор метода монтажа подшипников основан на условиях проведения монтажа.

Подшипники небольшого и среднего размера монтируются на посадочную поверхность закрепительной втулки при помощи стопорной гайки. Гайка фиксируется стопорными шайбами (см. Рис.9.6).

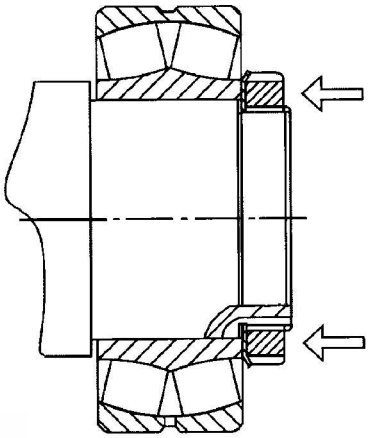


Рисунок 9.6

Подшипники небольшого размера с закрепительной втулкой монтируются на коническую поверхность закрепительной втулки при помощи стопорной гайки (см. Рис.9.7).

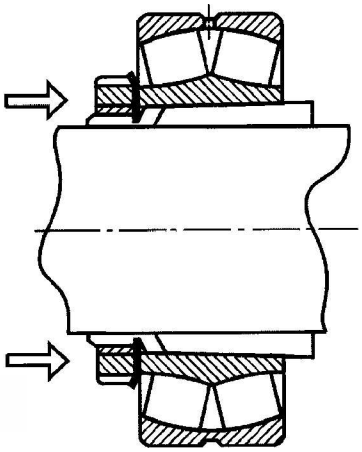


Рисунок 9.7

Стяжные втулки небольшого размера при помощи стопорной гайки имеют посадку с натягом в зазор между валом и внутренним кольцом (см. Рис.9.8).

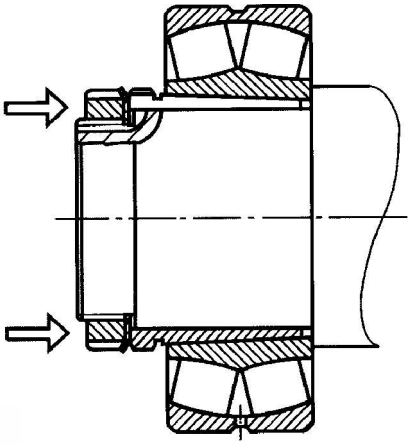


Рисунок 9.8

Гайки крупногабаритных подшипников необходимо фиксировать с большим усилием. В данном случае сборку можно упростить, используя упорные болты, как показано на рисунке 9.9. Чтобы подшипник или втулка не раскололись, необходимо закручивать гайку постепенно до тех пор, пока она не встанет параллельно монтажной втулке.

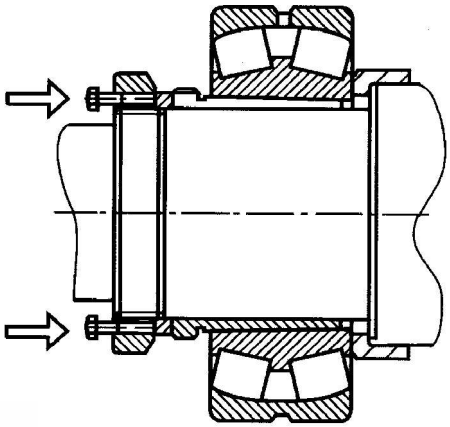


Рисунок 9.9

Упорные болты, изготовленные из стали улучшенного качества и расположенные равномерно по окружности (количество болтов зависит от требуемого усилия), закручиваются равномерно крест накрест до тех пор, пока не уменьшится радиальный зазор. В том случае, если монтаж происходит с большим усилием, приспособление можно удалить и закрепить подшипник стандартной крепежной гайкой. Данный способ применим к подшипникам, монтируемым на втулку или прямо на коническую шейку вала.

При сборке крупногабаритных подшипников возможно применение гидравлических приспособлений, например циркулярный поршневой насос и/или гидрогайка (см. Рис.9.10). Кольцо может быть смещено в осевом направлении при помощи винта или гидрогайки (для подшипников больших размеров).

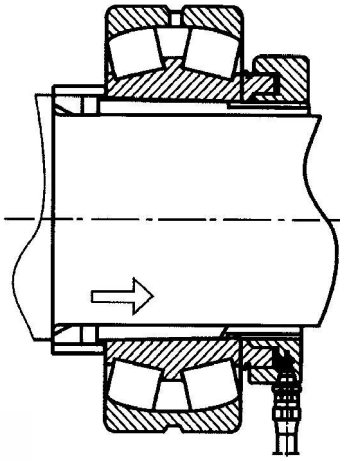


Рисунок 9.10

В конструкции гидрогайки предусмотрена цилиндрическая проточка, которая необходима для вставки круглого поршня, оснащенного кольцевым уплотнением. Гидрогайка присоединяется посредством шланга, насос подает масло к гайке. Насос представляет собой струйный масляный насос с гибким высоконапорным шлангом. Поршень гайки смещается под давлением масла, затем расширяется и под давлением насаживает подшипник на посадочное место.

Наиболее рациональным методом монтажа крупногабаритных подшипников (с диаметром внутреннего отверстия более 300 мм) является применение гидравлических методов, которые позволяют провести монтаж высокого качества. С этой целью на валу предусматриваются специальные каналы и проточки для того, чтобы обеспечить подачу масла между внутренним кольцом подшипника и валом. При данном методе сборки масло с помощью насоса поступает через специальные каналы и проточки в зону контакта внутреннего кольца подшипника и вала. Масло, подаваемое подобным образом, толкает внутреннее кольцо, способствуя, таким образом, осевому смещению кольца вдоль вала (см. Рис.9.11).

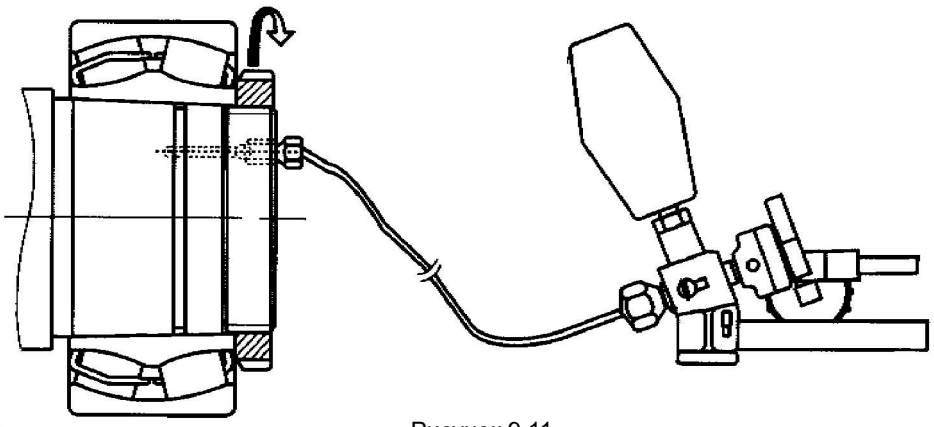


Рисунок 9.11

Таблица 9.1. Уменьшение радиального зазора в зависимости от осевого смещения по коническому валу или втулки

Номинальный диаметр отверстия подшипника d, мм		Уменьшение радиального зазора*, мм		Минимально допустимый остаточный зазор** после монтажа подшипника с начальным зазором, мм		
Over	Up to	min	max	Normal	Group 3	Group 4
24	30	0.015	0.02	0.015	0.020	0.035
30	40	0.020	0.025	0.015	0.025	0.040
40	50	0.025	0.03	0.020	0.030	0.050
50	65	0.030	0.04	0.025	0.035	0.055
65	80	0.040	0.05	0.025	0.040	0.070
80	100	0.045	0.06	0.035	0.050	0.080
100	120	0.050	0.07	0.050	0.065	0.100
120	140	0.065	0.09	0.055	0.08	0.11
140	160	0.075	0.10	0.055	0.09	0.13
160	180	0.080	0.11	0.06	0.10	0.15
180	200	0.090	0.13	0.07	0.10	0.16
200	225	0.100	0.14	0.08	0.12	0.18
225	250	0.110	0.15	0.09	0.13	0.20
250	280	0.120	0.17	0.10	0.14	0.22
280	315	0.130	0.19	0.11	0.15	0.24
315	355	0.150	0.21	0.12	0.17	0.26
355	400	0.170	0.23	0.13	0.19	0.29
400	450	0.200	0.26	0.13	0.20	0.31
450	500	0.210	0.28	0.16	0.23	0.35
500	560	0.240	0.32	0.17	0.25	0.36
560	630	2.260	0.35	0.20	0.29	0.41
630	710	0.300	0.40	0.21	0.31	0.45
710	800	0.340	0.45	0.23	0.35	0.51
800	900	0.370	0.50	0.27	0.39	0.57
900	1000	0.410	0.55	0.30	0.43	0.64
1000	1120	0.450	0.60	0.32	0.48	0.70
1120	1250	0.490	0.65	0.34	0.54	0.77
1250	1400	0.550	0.72	0.36	0.59	0.84

* Действительно для сплошных валов и для полых валов с диаметром отверстия не более половины диаметра вала.
** Подшипники с радиальным зазором в верхней половине поля допуска должны монтироваться при обеспечении уменьшенного радиального зазора или осевого смещения в верхнем пределе; подшипники с радиальным зазором в нижней половине допуска с уменьшенным радиальным или осевым зазором смещаются при более низких значениях.

Осевое смещение, мм							
Конус 1:12				Конус 1:30			
Вал		Втулка		Вал		Втулка	
мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
0.30	0.35	0.30	0.40	-	-	-	-
0.35	0.40	0.35	0.45	-	-	-	-
0.40	0.45	0.45	0.50	-	-	-	-
0.45	0.60	0.50	0.70	-	-	-	-
0.6	0.75	0.70	0.85	-	-	-	-
0.7	0.9	0.75	1.0	1.7	2.2	1.8	2.4
0.7	1.1	0.8	1.2	1.9	2.7	2.0	2.8
1.1	1.4	1.2	1.5	2.7	3.5	2.8	3.6
1.2	1.5	1.3	1.7	3.0	4.0	3.1	4.2
1.3	1.7	1.4	1.9	3.2	4.2	3.3	4.6
1.4	2.0	1.5	2.2	3.5	4.5	3.6	5.0
1.6	2.2	1.7	2.4	4.0	5.5	4.2	5.7
1.7	2.4	1.8	2.6	4.2	6.0	4.6	6.2
1.9	2.6	2.0	2.9	4.7	6.7	4.8	6.9
2.0	3.0	2.2	3.2	5.0	7.5	5.2	7.7
2.4	3.4	2.6	3.6	6.0	8.2	6.2	8.4
2.6	3.6	2.9	3.9	6.5	9.0	6.8	9.2
3.1	4.1	3.4	4.4	7.7	10.0	8.0	10.4
3.3	4.4	3.6	4.8	8.2	11.0	8.4	11.2
3.7	5.0	4.1	5.4	9.2	12.5	9.6	12.8
4.0	5.4	4.4	5.9	10.0	13.5	10.4	14
4.6	6.2	5.1	6.8	11.5	15.5	12.0	16
5.3	7.0	5.8	7.6	13.3	17.5	13.6	18
5.7	7.8	6.3	8.5	14.3	19.5	14.8	20
6.3	8.5	7.0	9.4	15.8	21	16.4	22
6.8	9.0	7.6	10.2	17.0	23	18.0	24
7.4	9.8	8.3	11.0	18.5	25	19.6	26
8.3	10.8	9.3	12.1	21.0	27	22.2	28.3

При монтаже подшипника на коническую втулку, смазка может поступать через каналы, расположенные в самой втулке.

При монтаже подшипника в корпус с тугой посадкой, рекомендуется предварительно охладить подшипник (жидким азотом или сухим льдом), либо нагреть сам корпус.

При монтаже подшипников, особенно тех, которые подвергаются осевым нагрузкам, рекомендуется убедится при помощи измерительного прибора, что кольцо подшипника достаточно туго (без отклонения от оси) прилегает к торцу с заплечиками. Подобной проверке необходимо подвергать противоположные стороны подшипника и торцы деталей, прижимающих их в осевом направлении.

Необходимо проверить правильность взаимного расположения подшипников в опорах вала. Если опоры вала установлены в различных раздельных корпусах, то после установки корпуса их необходимо проверить на правильность взаимного расположения, то есть они должны быть в точности на одной линии. После монтажа подшипников вал должен легко проворачиваться рукой и вращаться свободно и ровно.

9.6 Эксплуатационные испытания

После того, как подшипник был установлен и проверен на легкость вращения, необходимо заполнить узел предписанным видом смазки и провести эксплуатационные испытания с целью проверки уровня шума, издаваемого подшипником при рабочей температуре.

Эксплуатационное испытание должно осуществляться при частичной нагрузке и при низкой или средней скорости вращения. НИКОГДА нельзя допускать, чтобы подшипники, особенно упорного типа, испытывались без нагрузки или сразу же были разогнаны до высокой скорости. Это может привести к тому, что шарики или ролики соскользнут с дорожки качения и повредят ее, или же в сепараторе подшипника может возникнуть избыточное напряжение. Шумность вращения подшипника проверяется при помощи стетоскопа, зонда или полого стержня. Правильно смонтированные и хорошо смазанные подшипники при работе издают мягкий, немного гудящий звук.

Появление резкого шума может являться свидетельством неправильной сборки, отклонения от оси и других факторов; неравномерный звук или стук указывает на присутствие посторонних предметов в подшипнике; металлический звук является показателем недостаточного зазора в подшипнике; свист или скрежет указывает на недостаток смазочного материала.

Повышение температуры подшипника сразу же после начала работы является нормальным явлением, со временем температура стабилизируется. Чрезмерно высокие температуры или постоянные изменения температуры указывают на большое количество смазки в узле, излишне тугую посадку подшипника в радиальном или осевом направлениях, некорректную работу сопряженных деталей, которые задевают сепаратор подшипника или тела качения, повышенное трение уплотнений и др. Необходимо убедиться в том, что уплотнения были проверены на качество, а также убедиться в правильной работе смазочного оборудования во время проведения эксплуатационных испытаний. Эксплуатационное испытание можно считать завершенным только после стабилизации температуры подшипника.

9.7. Демонтаж

Демонтаж подшипника должен осуществляться без повреждения подшипника и сопряженных деталей. В том случае, если подшипники будут вновь использованы после того, как машина была разобрана, усилие демонтажа не должно передаваться через тела качения. Что касается разборных подшипников, то одно кольцо вместе с телами качения и сепаратором подшипника можно демонтировать отдельно от другого кольца. Демонтаж неразборных подшипников должен начаться со снятия более свободного кольца.

9.8. Подшипники с цилиндрическим отверстием

Подшипники небольшого размера можно снять с вала легкими постукиваниями молотком по оправке, изготовленной из легкого металла, поворачивая оправку по всей окружности кольца подшипника. Подшипники большего размера обычно демонтируются при помощи различных съемников: механических и с гидравлическим приводом (см. Рис.9.12).

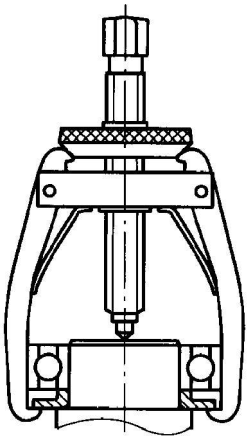


Рисунок 9.12

Лапы съемника прижимаются к торцу кольца, которое необходимо снять или к сопряженной с ним детали. Можно использовать съемники с демонтажными кольцами или полукольцами с таким же успехом, как и механические съемники с тремя лапами.

Чтобы облегчить последующий демонтаж, разработчики должны предусмотреть пазы в вале или в заплечиках корпуса, позволяющие применить демонтажные инструменты или извлечь стяжные стопорные кольца.

Наружное кольцо легче извлечь из корпуса, если он имеет резьбовые отверстия для ввинчивания упорных винтов.

Усилие, прикладываемое для извлечения подшипника обычно намного больше усилия для монтажа подшипника, поскольку кольцо со временем оседает, либо истирается металл, появляется фреттинг-коррозия и происходит микросхватывание кольца и металла вала.

Большие подшипники, установленные с натягом, обычно требуют большое усилие при демонтаже. Использование метода маслопрессовой посадки (нагнетание масла под давлением на монтируемую поверхность) значительно облегчит процедуру демонтажа. Масляные каналы и проточки для подобных целей должны быть предусмотрены на стадии разработки конструкции узла.

9.9. Подшипники с коническим отверстием

Демонтаж подшипников, зафиксированных при помощи закрепительной втулки необходимо начинать с ослабления стопорной гайки, открутив ее на несколько оборотов. Далее используется специальная металлическая оправка и молоток для ослабления посадки между валом и подшипником (см. Рис.9.13). При использовании пресса, закрепительная втулка и ослабленная гайка должны фиксироваться, и подшипник выпрессовывается из закрепительной втулки.

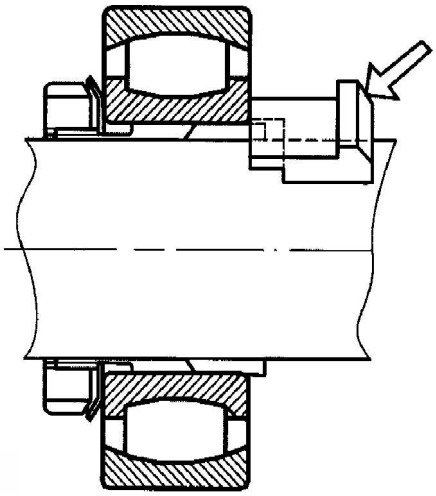


Рисунок 9.13

Процесс демонтажа подшипников на стяжных втулках состоит в снятии деталей, фиксирующих узел в осевом направлении (это может быть гайка на валу, упорное кольцо, торцевая крышка и тому подобное).

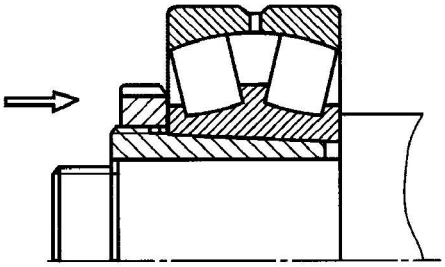


Рисунок 9.14

Далее на резьбу на втулке заворачивается стяжная гайка и затягивается до тех пор, пока втулка не будет свободно сниматься (см. Рис.9.14). В том случае, если резьба на втулке заходит за кромку вала, в отверстие втулки необходимо поместить опорное кольцо, которое предотвратит повреждение резьбы во время затягивания гайки. В сложных случаях, особенно при демонтаже подшипников большого размера, гайки можно извлечь с помощью дополнительных нажимных болтов (см. Рис.9.15).

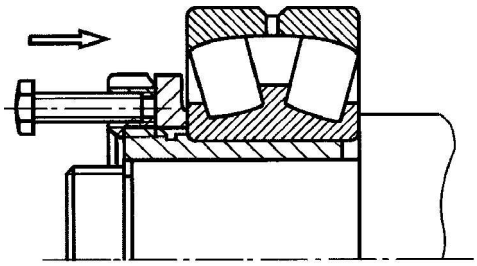


Рисунок 9.15

Шайба вставляется между внутренним кольцом и зажимными болтами.

Наиболее простым способом демонтажа подшипника со стяжной втулки, является его снятие при помощи кругового поршневого насоса (см. Рис.9.16).

Наиболее простым и надежным способом демонтажа подшипников с конических валов или подшипников, которые были установлены при помощи конической втулки, является снятие при помощи гидравлических гаек или метода маслопрессовой посадки, то есть подачи масла к зоне контакта внутреннего кольца и вала (см. Рис.9.17, 9.18). После впрыска масла под высоким давлением посадка резко ослабляется и подшипник легко извлекается с поверхности вала.

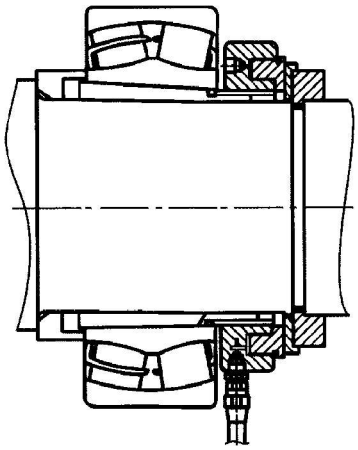


Рисунок 9.16

Гидравлический метод применим для посадки как на цилиндрические, так и на конические валы. В обоих случаях вал должен иметь масляные каналы, проточки и соединительную резьбу. Закрепительные и стяжные втулки большого размера должны быть снабжены соединительными канавками и отверстиями.

Необходимо учесть, что при подаче масла под давлением в сопряженные поверхности, подшипник резко отделяется от посадочного места. Чтобы избежать несчастных случаев при демонтаже, необходимо ограничить осевое перемещение подшипника или стяжной втулки с помощью стопорной гайки, затянув гайку втулки или применить какой-либо упор.

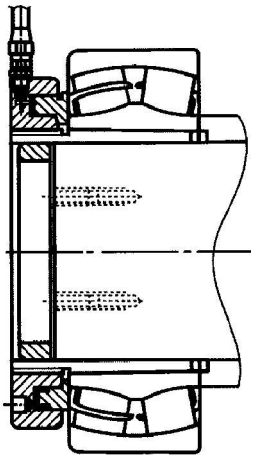


Рисунок 9.17

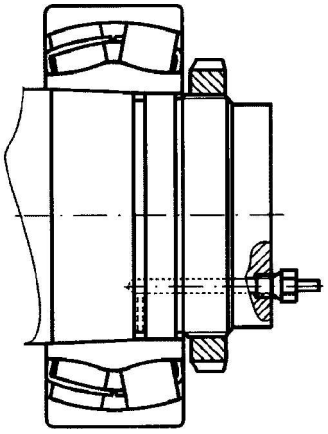


Рисунок 9.18