

Геннадий Козлов

**ПОДШИПНИКИ
КАЧЕНИЯ**

Пермь 2010

УДК 621.822.6 (035)
ББК 34.500
К 59

Предлагаемая разработка является информационно-методическим дополнением к действующей руководящей и нормативно-технической документации по работе с подшипниками качения. Представленные материалы будут особенно полезны при выполнении ремонтно-восстановительных работ насосно-компрессорного оборудования на нефтехимических производствах. Книга написана на основе работы автора на отечественных предприятиях, а также имеющейся информации по зарубежным производствам.

© **ТИК** 2010

Содержание настоящего издания защищено авторским правом и не может воспроизводиться без специального разрешения.

ISBN 978-5-903861-16-3

© Козлов Г. С., 2010

ТИК

Содержание

От автора	8
Введение. Рекомендации пользователю	10
Информационно-методические материалы	10
1. Общие сведения о подшипниках качения	11
1.1. История развития и совершенствования теории и производства подшипников качения	11
1.2. Входной контроль подшипников качения. Диагностические технологии виброконтроля подшипников качения	14
1.2.1. Общие положения	14
1.2.2. Основы технологии входного контроля	15
1.2.3. Оборудование для виброконтроля подшипников качения	17
2. Основные сведения о подшипниках качения	18
2.1. Конструктивные особенности подшипников качения	18
2.2. Размеры подшипников	19
2.3. Характеристика основных типов подшипников по условиям нагрузки	20
2.4. Элементы конструкции подшипников качения. Общие сведения	25
2.4.1. Сепараторы	26
2.4.2. Тела качения	27
2.4.3. Внутренние и наружные кольца подшипников	28
2.4.4. Защитные шайбы	28
2.4.5. Закрепительные и стяжные втулки	29
2.4.6. Подшипники качения в сборе	29
2.5. Материал деталей подшипников	29
2.6. Классы точности подшипников	30
2.7. Радиальный и осевой зазор	30
2.8. Момент трения подшипников	33
2.9. Категории подшипников качения	34
2.10. Нормы вибрации (шумность) подшипников качения	34
3. Рекомендации к применению подшипников качения по условиям эксплуатации	36
3.1. Рекомендации к применению подшипников качения по основным эксплуатационным характеристикам	36
3.2. Грузоподъемность статическая и динамическая	37
3.3. Предельная частота вращения	40
3.4. Учет влияния повышенных температур	41
3.5. Материал подшипников качения	42
4. Основные требования к посадкам подшипников качения	43
4.1. Посадки и особенности системы допусков подшипников качения	43

4.2.	Обозначения полей допусков и посадок подшипников качения	44
4.3.	Виды нагружения подшипников качения	45
4.4.	Основные требования и рекомендации к выбору посадок подшипников качения	47
5.	Основные требования к посадочным поверхностям подшипников качения	52
5.1.	Допустимые отклонения посадочных мест по подшипникам	52
5.2.	Подшипники с коническим отверстием	54
5.3.	Допустимые углы взаимного перекоса осей колец подшипников.	55
6.	Рекомендации к выбору предварительного осевого натяга в опорах подшипников качения	56
6.1.	Особенности эксплуатации радиально-упорных сдвоенных подшипников качения	56
6.2.	Схемы парной установки и влияние величины предварительного натяга на эксплуатационные характеристики подшипников	57
6.3.	Эффект предварительного натяга подшипников.	59
6.4.	Основные методы осуществления предварительного натяга у радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников	60
6.5.	Осевая фиксация подшипников	63
7.	Ходовые испытания	64
7.1.	Признаки дефектности в работе подшипниковых узлов в процессе ходовых испытаний и эксплуатации	65
8.	Эксплуатация подшипников качения	67
8.1.	Смазка подшипников.	67
8.2.	Минеральные и синтетические масла	67
8.3.	Пластичные смазочные материалы	69
8.4.	Рекомендации к выбору смазок	72
8.5.	Обслуживание подшипников в процессе ремонтных работ и эксплуатации	73
9.	Мониторинг подшипников качения	75
9.1.	Основы технологии мониторинга	75
9.2.	Контроль шума	76
9.3.	Контроль температуры	77
9.4.	Контроль вибрации динамического оборудования в эксплуатации	78
9.5.	Оборудование для проведения мониторинговых работ.	78
10.	Общие сведения о причинах дефектов подшипников качения	80

	Приложения	
11.	Условные обозначения подшипников качения	82
11.1.	Общие сведения о системе условных обозначений	82
11.2.	Общая характеристика условного обозначения	82
11.3.	Дополнительные условные обозначения подшипников качения	84
11.4.	Основное условное обозначение подшипников качения ГОСТ 3189-89	84
11.4.1.	Обозначение внутреннего диаметра подшипников	84
11.4.2.	Обозначения типов и конструктивных разновидностей подшипников качения	87
11.5.	Серии диаметров и серии ширин подшипников качения	87
11.6.	Дополнительные обозначения подшипников качения, указанные справа	88
11.6.1.	Обозначения, характеризующие материал деталей подшипников	88
11.6.2.	Обозначения, характеризующие конструктивные отличия подшипников и специальные технические требования	88
11.6.3.	Обозначение сортов смазки, закладываемой в подшипники закрытого типа	90
11.7.	Примеры полного условного обозначения подшипников	91
11.8.	Дополнительные обозначения подшипников качения, указанные слева	92
11.8.1.	Обозначение класса точности	92
11.8.2.	Обозначение радиального зазора	92
11.8.3.	Обозначение момента трения подшипников	92
11.8.4.	Обозначение категории подшипников	94
11.9.	Условные обозначения, не предусмотренные ГОСТ 3189-89	94
11.10.	Условные обозначения роликовых игольчатых подшипников с одним наружным штампованным кольцом	96
11.11.	Условные обозначения подшипников радиальных и упорных двойных роликовых комбинированных ГОСТ 26290-90	97
11.12.	Условные обозначения шарнирных подшипников ГОСТ 3635-78	98
11.13.	Условные обозначения свободных деталей	99
11.14.	Условные обозначения шариков	99
11.15.	Условные обозначения роликов цилиндрических коротких	100
11.16.	Условные обозначения роликов цилиндрических длинных	100
11.17.	Условные обозначения роликов цилиндрических игольчатых	100
11.18.	Условные обозначения закрепительных и стяжных втулок	101
11.19.	Некоторые особенности обозначения подшипников импортного производства	102
12.	Монтаж и демонтаж подшипников качения	103
12.1.	Монтажное и демонтажное усилие	103
12.2.	Монтаж и демонтаж подшипников качения с подогревом	103
12.3.	Техническое обеспечение для выполнения монтажных и демонтажных работ	103

12.4.	Основы технологии монтажных и демонтажных работ	106
12.4.1.	Контроль посадочных мест	106
12.5.	Монтаж подшипников качения.	108
12.5.1.	Подготовка к монтажу	109
12.5.2.	Демонтаж подшипников	111
13.	Технология замера величины радиального и осевого зазоров подшипников качения	112
13.1.	Замер радиального зазора	112
13.2.	Замер радиального и осевого зазора радиального шарикоподшипника с односторонним зазором	114
14.	Новые направления по созданию подшипников качения с заданными свойствами.	116
15.	Схемы радиальных и осевых зазоров в нерегулируемых подшипниках качения.	127
16.	Примеры монтажных (демонтажных) схем	128
17.	Хранение подшипников	136
18.	Упаковка подшипников	138
19.	Консервация и переконсервация подшипников.	139
20.	Рекомендации к разработке ремонтной документации	141
20.1	Общие положения	141
20.2	Рекомендации к разработке типовых деталей, работающих в сопряжении с подшипниками качения	141
20.3.	Дополнительные требования к проектированию валов	141
20.4	Корпусные детали	142
20.5	Примеры расчета основных эксплуатационных характеристик подшипников качения	142
21.	Схемы парной установки подшипников.	144
22.	Особенности установки радиально-упорных подшипников импортного производства	145
23.	Технологии маркировки подшипников	147
23.1	Основы технологии электроискрового клеймения	147
23.2	Основы технологии электрохимического клеймения	147
24.	Рекомендации по применению подшипниковой продукции импортного производства	148

25. Некоторые дополнительные рекомендации по применению подшипников качения	149
25.1. Общие сведения	149
25.2. Посадки подшипников качения и зазоры	150
25.3. Монтаж подшипника	152
25.4. Монтаж подшипников качения с коническим отверстием	153
25.5. Монтаж подшипников качения в корпус	153
25.6. Установка подшипников с предварительным натягом	153
25.7. Общие рекомендации при монтаже подшипника на вал	156
25.8. Смазка подшипников качения консистентными смазками	156
25.9. Смазка подшипников жидкими маслами	157
25.10. Предэксплуатационные испытания оборудования	157
25.11. Эксплуатация подшипников качения	158
25.12. Причины досрочного прекращения эксплуатации и повреждения подшипников	161
25.13. Типовые дефекты подшипников качения, характерные для этапов эксплуатации, а также монтажа и демонтажа	162
Заключение. Об информационно-технической поддержке наших заказчиков	165
Литература	166