

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей
и машин для природообустройства

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ, КОНСТРУКЦИИ И СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

*Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое
обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ*

Горки
БГСХА
2020

УДК 621.827(075.8)

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 3 от 25 ноября 2019 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *В. М. Горелько*;
кандидат технических наук, доцент *А. В. Пашкевич*;
кандидат технических наук, доцент *С. Г. Рубец*;
кандидат технических наук, доцент *А. Л. Казаков*;
старший преподаватель *Н. С. Сентюров*

Под общей редакцией В. М. Горелько

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *М. Л. Пархоменко*

Детали машин и основы конструирования. Подшипники качения, конструкции и система условных обозначений : методические указания по выполнению лабораторной работы / В. М. Горелько [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – 30 с.

Изложены конструкции и система условных обозначений подшипников качения по ГОСТ 3189–89 и Минского подшипникового завода, показаны конструктивные особенности наиболее распространенных подшипников, приведены примеры обозначения подшипников по ГОСТу и МПЗ.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Анализ имеющейся в настоящее время информационно-справочной литературы по рассматриваемой тематике показывает, что в наименьшей степени обеспечены справочными данными специалисты, эксплуатирующие подшипники и подшипниковые узлы, особенно в отраслях сельскохозяйственного и строительного производства.

Вместе с тем в связи с широким применением подшипников в основном и вспомогательном оборудовании всех отраслей промышленности и сельского хозяйства следует отметить их технико-экономическую значимость, связанную не только со стоимостью подшипников и подшипниковых узлов, но и, прежде всего, с надежностью их работы в процессе эксплуатации машин, механизмов и приборов. Эксплуатация не предполагает решения задач проектирования конструкции подшипника, однако при ремонте или модернизации оборудования приходится решать некоторые вопросы, характерные для этапа проектирования.

Для решения вышеуказанных задач на этапе эксплуатации требуется значительный объем информации, связанный прежде всего с характеристиками подшипников качения, в том числе с системой условных обозначений подшипников по ГОСТу и МПЗ. Настоящие методические указания посвящены классификации и системе условных обозначений подшипников качения, выпускаемых как в Республике Беларусь, так и в других странах.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подшипник – опора или направляющая, которая определяет положение движущихся частей по отношению к другим частям механизма (ГОСТ 24955–81) [1, 2]. Подшипники могут также поддерживать детали, вращающиеся вокруг осей или валов, например шкивы, шестерни и др.

По видам трения подшипники подразделяют на подшипники *скольжения* и *качения*.

Подшипники качения – это опоры вращающихся или качающихся деталей, использующие элементы качения (шарики или ролики) и работающие на основе трения качения (рис. 1).

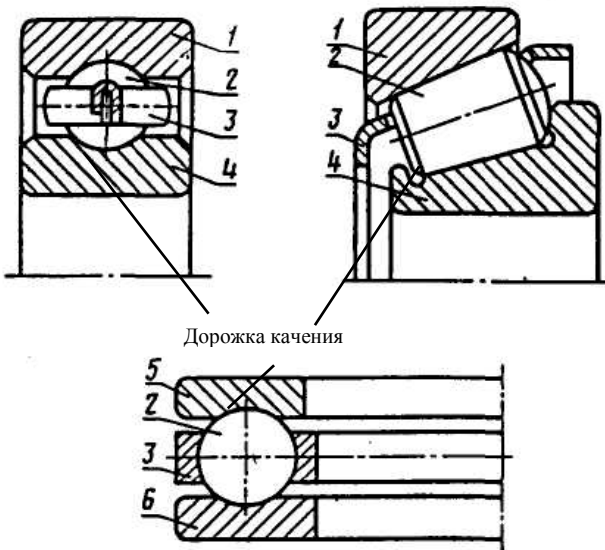


Рис. 1. Конструкции подшипников качения:

1 – наружное кольцо; 2 – тело качения; 3 – сепаратор;
4 – внутреннее кольцо; 5 – свободное кольцо; 6 – тугое кольцо

Они состоят из наружного 1 и внутреннего 4 колец с дорожками качения; тел качения 2, которые катятся по дорожкам качения колец; сепаратора 3, разделяющего и направляющего шарики или ролики, что обеспечивает их правильную работу. В некоторых подшипниках сепаратора нет.

раторы могут отсутствовать. В совмещенных опорах одно или оба кольца могут отсутствовать. В них тела качения катятся непосредственно по канавкам вала или корпуса.

Опора качения состоит из корпуса, подшипника качения, устройств для закрепления подшипника на валу и в корпусе, защитных и смазочных устройств подшипника. Корпус подшипника качения может быть отдельным или выполненным как одно целое с деталью, например с корпусом редуктора.

Основные типы подшипников качения стандартизованы, взаимозаменяемы и централизованно изготавливаются в массовом производстве.

Достоинствами подшипников являются: низкий коэффициент трения, высокая грузоподъемность при небольшой ширине подшипника, простота монтажа и обслуживания, малый расход смазочных материалов, совершенная стандартизация и унификация, незначительный расход цветных металлов и др.

К **недостаткам** относятся: чувствительность к ударным нагрузкам, шумность в работе при больших скоростях, большие габариты по наружному диаметру по сравнению с подшипниками скольжения.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ

Подшипники качения классифицируются по перечисленным ниже признакам (ГОСТ 3395–89) [1, 2].

По направлению воспринимаемой нагрузки относительно оси вала:

– *радиальные*, предназначенные для восприятия чисто радиальной нагрузки и способные фиксировать валы в осевом направлении, а также воспринимать небольшие осевые нагрузки;

– *радиально-упорные*, предназначенные для восприятия комбинированной радиальной и осевой нагрузки;

– *упорные*, предназначенные для восприятия осевой нагрузки;

– *упорно-радиальные*, предназначенные для восприятия осевой и небольшой радиальной нагрузки.

По форме тел качения подшипники бывают *шариковые* (рис. 2, а) и *роликовые*.

Ролики имеют различную форму (рис. 2): короткие цилиндрические (б), длинные цилиндрические (в), витые (г), конические (д), сферические (симметричные (е) и несимметричные (ж)), игольчатые (тонкие длинные) (з).

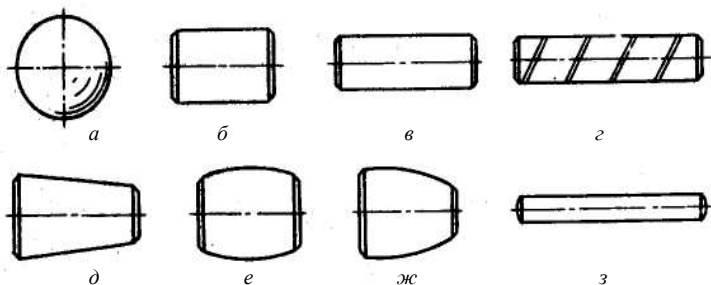


Рис. 2. Основные типы тел качения

По числу рядов тел качения различают подшипники *однорядные, двухрядные, трехрядные, четырехрядные и многорядные.*

По способности самоустановки подшипники подразделяются на *самоустанавливающиеся* и *несамоустанавливающиеся.*

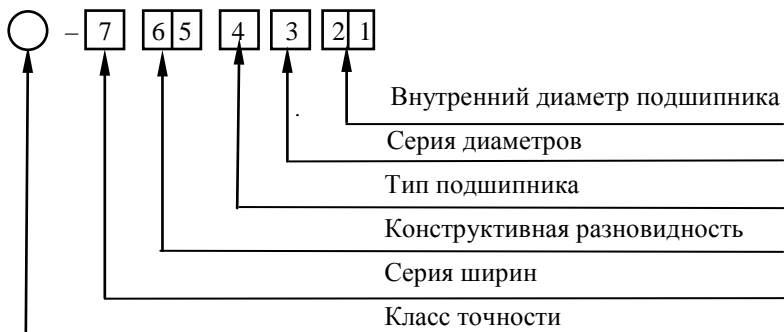
Соотношения габаритных размеров подшипников определяют их серию: *сверхлегкую, особо легкую, легкую, широкую, среднюю, среднюю широкую и тяжелую – по радиальным размерам; узкую, нормальную, широкую, особо широкую – по ширине.*

3. СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ (ГОСТ 3189–89)

Подшипники качения маркируют нанесением на торец колец (чаще всего на наружное кольцо) ряда цифр и букв, условно обозначающих внутренний диаметр, серию диаметров, тип, конструктивные особенности, серию ширин, класс точности и другие характеристики подшипников.

Основное обозначение подшипника может содержать от 2 до 7 знаков. Дополнительные знаки слева и справа от основного обозначения могут отсутствовать, если подшипник не имеет каких-либо конструктивных отклонений от основного базового типа.

Порядок расположения знаков основного обозначения подшипников с внутренним диаметром от 10 до 495 мм, исключая подшипники с внутренним диаметром 22, 28, 32, 500 мм и более, следующий:



Порядок расположения основных и дополнительных знаков условного обозначения показан на следующей схеме:

Дополнительные знаки слева от основного обозначения	×	Категория (А, В и С)
	×	Момент трения (1, 2, 3 и т. д.)
	×	Радиальный зазор (1, 2, 3 и т. д.)
	×	Класс точности (8, 7, 0, 6, 6X, 5, 4, 2, Т)
Основные знаки условного обозначения		7 6 5 4 3 2 1
Дополнительные знаки справа от основного обозначения (могут отсутствовать)	×	Конструкция подшипника (Н)
	×	Подшипник повышенной грузоподъемности (А)
	×	Материал деталей (Ю, Х, Р, Ю1, Х1, Р1, Г1, Г, Б, Д, Л, Е, Я)
	×	Конструктивные изменения (К, К1, К2 и т. д.)
	×	Роликоподшипники с модифицированным контактом (М, М1, М2 и т. д.)
	×	Специальные технические требования (У, У1, У2 и т. д.)
	×	Требования к температуре отпуска (Т, Т1, Т2 и т. д.)
	×	Требования по уровню вибрации (Ш, Ш1, Ш2 и т. д.)
×	Смазочные материалы (С1, С2 и т. д.)	

Обозначение внутреннего диаметра подшипника. Первые две цифры справа определяют внутренний диаметр подшипника (или диаметр вала). Диаметры от 20 до 495 мм включительно обозначают цифрой (числом), соответствующей частному от деления диаметра отверстия на 5. Если диаметр отверстия не делится без остатка на 5, то размер внутреннего диаметра подшипника обозначается целым ближайшим частным от деления, причем в условном обозначении на третьем месте ставится цифра 9. Из этого правила допускаются исключения:

1. Для всех подшипников с номинальным диаметром отверстия от 10 до 17 мм диаметр обозначается в соответствии с табл. 1.

Таблица 1. Обозначение диаметра отверстия подшипника

Диаметр отверстия, мм	10	12	15	17
Обозначение	00	01	02	03

2. Если диаметр отверстия подшипника не совпадает ни с одним из номинальных диаметров, приведенных в табл. 1, то его обозначают цифрой (числом), соответствующей ближайшему номинальному диаметру, при этом на третьем месте ставится цифра 9.

3. Для всех подшипников с внутренними диаметрами до 9 мм включительно первая цифра справа условного обозначения указывает на фактический размер внутреннего диаметра подшипника в миллиметрах, при этом на третьем месте ставится цифра 0. Вторая цифра при этом обозначает серию диаметров.

4. Подшипники с внутренними диаметрами 0,6; 1,5; 2,5; 22; 28; 32; 500 мм и более обозначаются дробью, знаменатель которой указывает на действительный размер внутреннего диаметра, а числитель – на все остальные параметры (согласно вышеприведенному обозначению в установленном для всех подшипников порядке).

Обозначение серии подшипника (третья и седьмая цифры в обозначении). Каждая размерная серия определяет внутренний диаметр d ; наружный диаметр D ; ширину или высоту B , T , H .

Третья и седьмая цифры указывают на серии подшипников всех диаметров, кроме малых (до 9 мм включительно). Соотношение наружных габаритов подшипников различных серий диаметров при одинаковом внутреннем диаметре показано на рис. 3. Цифра 7 обозначает нестандартную, особо легкую серию диаметров. Цифра 9

(неопределенная) ставится, если диаметр отверстия подшипника не совпадает ни с одним из номинальных диаметров.

Подшипники различных серий обладают различной грузоподъемностью (т. е. нагрузочной способностью) и быстроходностью. Подшипники более тяжелых серий имеют большие габариты (диаметры колец и тел качения), поэтому они менее быстроходны, но обладают более высокой грузоподъемностью (рис. 3).

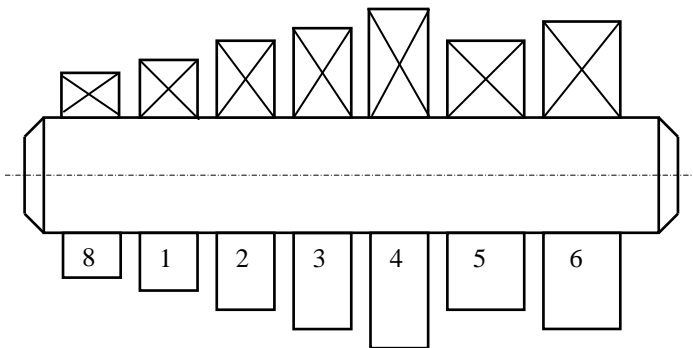


Рис. 3. Размерные серии подшипников качения:
8 – сверхлегкая; 1 – особо легкая; 2 – легкая; 3 – средняя;
4 – тяжелая; 5 – легкая широкая; 6 – средняя широкая

Для особо высокой частоты вращения и легких нагрузок целесообразно использовать подшипники сверхлегкой и особо легкой серий. Для восприятия повышенных и тяжелых нагрузок при высокой частоте вращения используются подшипники легкой или средней серий, а при недостаточной грузоподъемности размещают в одной опоре по два подшипника.

Сочетания обозначений подшипников по сериям приведены в табл. 2. Нули, стоящие левее последней значащей цифры (справа налево), опускаются [3].

В условном обозначении подшипников неопределенных серий имеется не более шести знаков.

Таблица 2. **Обозначение серий подшипников**

Серия диаметра	Серия ширины	Обозначение серии		Пример обозначения подшипника	
		3-я цифра справа	7-я цифра справа		
Сверхлегкая: 8	Узкая	8	7	7000800	
	Нормальная	8	1	1000800	
	Широкая	8	2	2002800	
	Особо широкая	8	8	3	3007800
				4	4024800
5				5004800	
6	6002800				
9	Узкая	9	7	7000900	
	Нормальная	9	1	1000900	
	Широкая	9	2	2002900	
	Особо широкая	9	9	3	3007900
				4	4024900
5				5004900	
6	6002900				
Особо легкая: 1	Узкая	1	7	7000100	
	Нормальная	1	0	100	
	Широкая	1	2	2002100	
	Особо широкая	1	1	3	3003100
				4	4024100
5				5004100	
6	6002100				
7	Узкая	7	7	7000700	
	Нормальная	7	1	1002700	
	Широкая	7	2	2002700	
	Особо широкая	7	7	3	3003700
				4	4004700
Легкая: 2 или 5*	Особо узкая	2	8	8000200	
	Узкая	2	0	200	
	Нормальная	2	1	1000200	
	Широкая	5	0	2500	
	Особо широкая	2	2	3	3003200
4				4004200	
Средняя: 3 или 6*	Особо узкая	3	8	8000300	
	Узкая	3	0	300	
	Нормальная	3	1	1000300	
	Широкая	6	0	3600	
	Особо широкая	3	3	3056300	
Тяжелая: 4	Узкая	4	0	400	
	Широкая	4	2	2086400	
Нормальные внутренние диаметры: 9	Неопределенная	9	0	900	

*Характеризует серию по диаметру и ширине.

Сопоставление серий диаметров, ширин и высот по рекомендациям ИСО и ГОСТ 3478–79 приведено в табл. 3, 4 [4].

Таблица 3. **Обозначение серий диаметров шарико- и роликоподшипников по ГОСТ 3478–79 и рекомендациям ИСО**

Серия диаметров	ГОСТ	ИСО	Серия диаметров	ГОСТ	ИСО
Радиальные и радиально-упорные			Упорные		
Сверхлегкая	8 9	8 9	Особо легкая	9 1	0 1
Особо легкая	1 7	0 1	Легкая	3	3
Легкая: узкая широкая	2 5	2	Средняя	8	8
Средняя: узкая широкая	3 6	3	Тяжелая	4	4
Тяжелая	4	3	Особо тяжелая	5	5

Таблица 4. **Обозначение серий ширин и высот* шарико- и роликоподшипников по ГОСТ 3478–79 и рекомендациям ИСО**

Серия ширин	ГОСТ 3478–79	ИСО
1	2	3
Радиальные и радиально-упорные Сверхлегкие серии диаметров 8, 9		
Узкая	7	0
Нормальная	1	1
Широкая	2	2
Особо широкая	3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6
Особо легкие серии диаметров 1		
Узкая	7	0
Нормальная	0	1
Широкая	2	2
Особо широкая	3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6
Особо легкие серии диаметров 7		
Узкая	7	0
Нормальная	1	1
Широкая	2	2
Особо широкая	3, 4	3, 4
Легкие серии диаметров		
Особо узкая	8	8
Узкая	0	0
Нормальная	1	1
Широкая	0	2
Особо широкая	3, 4	3, 4
Средние серии диаметров		
Особо узкая	8	8
Узкая	0	0
Нормальная	1	1
Широкая	0	2
Особо широкая	3	3

1	2	3
Тяжелые серии диаметров		
Узкая	0	0
Широкая	2	2
Упорные Особо легкие серии диаметров 9		
Особо низкая	7	7
Низкая	9	9
Нормальная	1	1
Особо легкие серии диаметров 1		
Особо низкая	7	7
Низкая	9	9
Нормальная	0	1
Легкие серии диаметров		
Особо низкая	7	7
Низкая	9	9
Нормальная	0	1
Средние серии диаметров		
Особо низкая	7	7
Низкая	9	9
Нормальная	0	1
Тяжелые серии диаметров		
Особо низкая	7	7
Низкая	9	9
Нормальная	0	1
Особо тяжелая серия диаметров		
Низкая	9	9

*Для упорных подшипников.

Обозначение типа подшипника. Тип подшипника указывается в условном обозначении четвертой цифрой (табл. 5).

Таблица 5. Обозначение типа подшипника в условном обозначении

Четвертая цифра справа		Тип подшипника
ГОСТ 3189–89	ИСО (SKF)	
0	6	Радиальный шариковый
1	1; 2	Радиальный шариковый сферический
2	N; NJ; NU	Радиальный с короткими цилиндрическими роликами
3	22; 23	Радиальный роликовый сферический
4	NA; NK; NKI; RNA	Радиальный роликовый с длинными цилиндрическими или игольчатыми роликами
5	–	Радиальный роликовый с витыми роликами
6	7	Радиально-упорный шариковый
7	30; 31; 32; 33; T2; T3; T4; T5; T6	Роликовый конический
8	51; 52; 53	Упорный или упорно-радиальный шариковый
9	81; 29	Упорный или упорно-радиальный роликовый

Радиальные шариковые однорядные подшипники (рис. 4) предназначены в основном для восприятия радиальных нагрузок, но могут воспринимать и небольшие осевые. Допускают перекос нагруженных колец относительно внутренних не более $10 \dots 15'$ даже при увеличенном зазоре в подшипнике. Работают с минимальными потерями на трение и, следовательно, допускают максимальную частоту вращения. Сферическая посадочная поверхность наружного кольца (рис. 4, ж) позволяет самоустанавливаться подшипнику при монтаже, компенсируя несоосность посадочных мест.

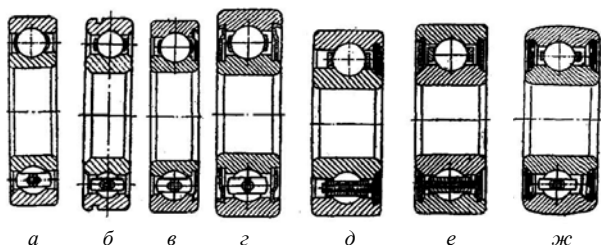


Рис. 4. Шарикоподшипники радиальные однорядные типов:
 а – 0000; б – 50000; в – 60000; г – 80000; д – 160000;
 е – 180000; ж – 680000

Радиальный шариковый подшипник имеет обозначение «0». Если левее 0 нет значащих цифр, то 0 не указывается, но подразумевается.

Радиальные шариковые сферические двухрядные подшипники (рис. 5) предназначены для радиальных нагрузок и могут воспринимать незначительные осевые нагрузки.

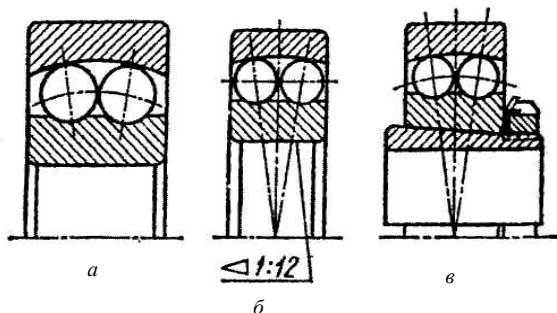


Рис. 5. Шарикоподшипники радиальные двухрядные сферические типов: а – 1000; б – 111000; в – 11000

Подшипники данного типа допускают перекосы колец до $2...3^\circ$. Подшипники с коническими отверстиями (рис. 5, б), скомплектованные с закрепительными втулками (рис. 5, в), обеспечивают возможность монтажа подшипников (например, для трансмиссии, вентиляторов, сельскохозяйственных и строительных машин) на гладкие валы без заплечиков и обработанные под подшипники нормального класса точности.

Радиальные роликовые с короткими цилиндрическими роликами подшипники (рис. 6) предназначены для восприятия значительных радиальных нагрузок. Допускают осевое смещение колец, что удобно при компенсации температурных расширений валов и эксплуатационных осциллирующих перемещений (например, в шевронных передачах). Подшипник с буртом на наружном кольце (рис. 6, б) может воспринимать помимо радиальных небольшие осевые нагрузки. Однорядные подшипники типов 292000 (без внутреннего кольца) и 502000 (без наружного кольца) применяют при необходимости уменьшения радиальных габаритов узла.

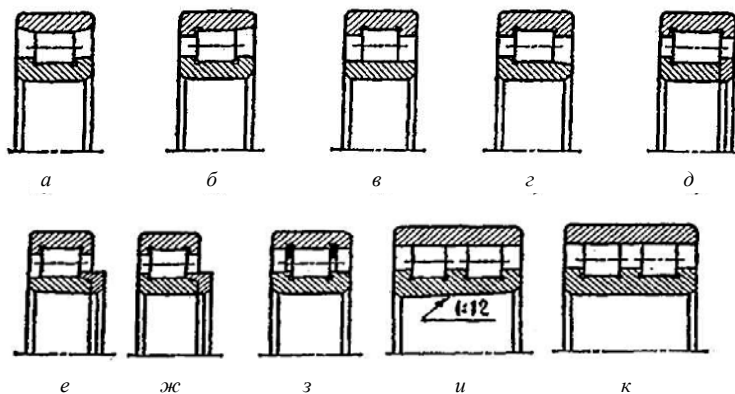


Рис. 6. Роликоподшипники с короткими цилиндрическими роликами типов:
 а – 2000; б – 12000; в – 32000; г – 42000; д – 92000; е – 52000; ж – 62000;
 з – 102000; и – 3182000; к – 3282000

Радиальные роликовые двухрядные сферические подшипники (рис. 7) предназначены для восприятия больших радиальных нагрузок, но могут одновременно воспринимать и осевую нагрузку, действующую в обоих направлениях. Подшипники могут работать при значительном ($2...3^\circ$) перекосе оси внутреннего кольца относительно оси наружного. Подшипники устанавливают на тяжело нагруженных

валах, подверженных значительным прогибам под действием внешних нагрузок.

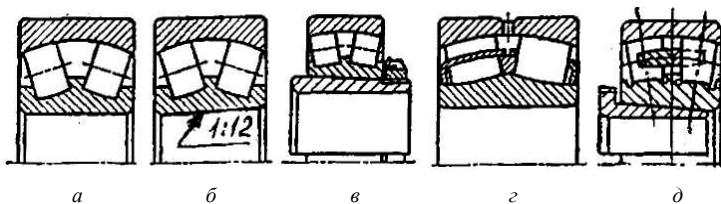


Рис. 7. Роликоподшипники радиальные сферические двухрядные типов:
a – 3000; *б* – 113000; *в* – 13000; *г* – 53000; *д* – 73000

Радиальные роликовые с длинными цилиндрическими или игольчатыми роликами подшипники (рис. 8) предназначены для восприятия чисто радиальной нагрузки. Обладают минимальными диаметральными размерами при максимальной радиальной грузоподъемности. Весьма чувствительны к прогибам и неосности посадочных мест. Часто применяются в коробках передач и в карданных валах.

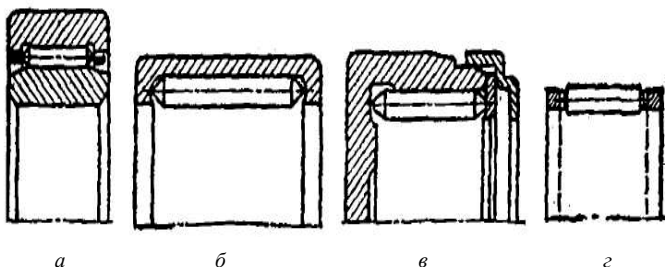


Рис. 8. Роликоподшипники игольчатые типов:
a – 74000; *б* – 940; *в* – 804000; *г* – 464000

Радиальные роликовые с витыми роликами подшипники (рис. 9) воспринимают только радиальные нагрузки, не фиксируя вал в осевом направлении. Они могут воспринимать ударные нагрузки, мало чувствительны к загрязнению. По сравнению с подшипниками со сплошными цилиндрическими роликами они имеют вдвое меньшую грузоподъемность и могут работать при небольших частотах вращения. Применяют в тихоходных узлах сельскохозяйственных машин, неотвественных узлах тракторов, на трансмиссионных валах.

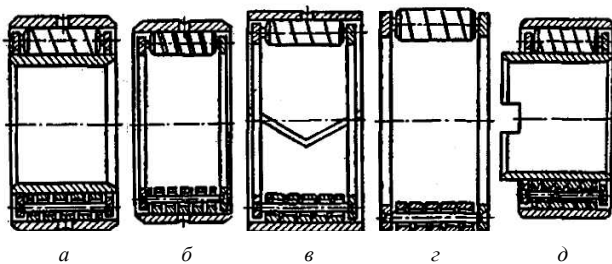


Рис. 9. Роликоподшипники с витыми роликами типов:
 а – 5000; б – 35000; в – 45000; г – 65000; д – 15000

Радиально-упорные шариковые подшипники (рис. 10) предназначены для восприятия радиальных и односторонних осевых нагрузок (однорядный) или двусторонних осевых нагрузок (двухрядный). С увеличением угла контакта α шарикоподшипника он воспринимает повышенные осевые нагрузки, но быстроходность подшипника при этом снижается.

Однорядные подшипники устанавливают по два на вал или по два на одну опору. Они устанавливаются на валах редукторов, имеющих осевые силы в зацеплении (цилиндрические косозубые, конические, червячные).

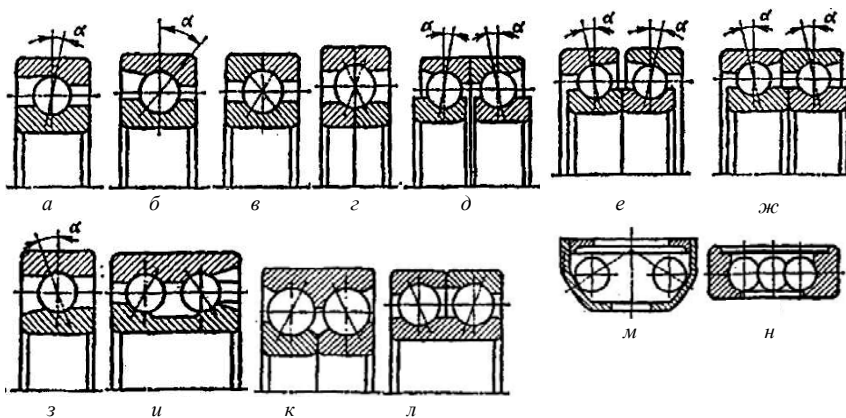


Рис. 10. Шарикоподшипники радиально-упорные типов:
 а – 6000; б – 36000, 46000, 66000; в – 116000;
 г – 126000, 176000, 276000; д – 236000, 246000, 266000; е – 36000,
 346000, 66000; ж – 46000, 446000, 466000; з – 36000; и – 56000;
 к – 86000; л – 356000; м – чашечный; н – 506000

Радиально-упорные роликовые конические подшипники (рис. 11) предназначены для восприятия больших совместно действующих радиальных и односторонних осевых нагрузок (однорядный) или двусторонних осевых нагрузок (двухрядные). Удобны в сборке и разборке, однако требуют регулировки зазоров. Обычно угол контакта (угол конусности) составляет $10...16^\circ$, у подшипников типа 27000 (рис. 11, в) – $25...30^\circ$. Эти подшипники воспринимают большие осевые нагрузки. Применяются в осях колес, редукторах, коробках передач, шпинделях.

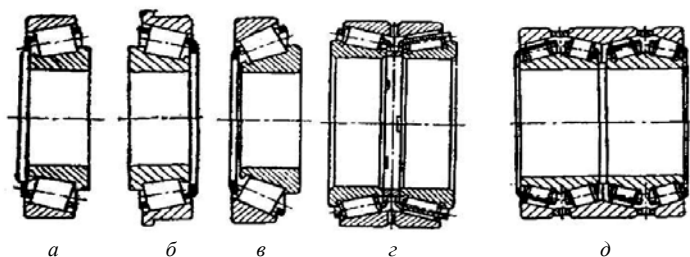


Рис. 11. Роликоподшипники конические типов:
 а – 7000; б – 67000; в – 27000; г – 97000; д – 77000

Существует также конструкция сфероконических подшипников с коническими бочкообразными роликами. Они способны воспринимать большие нагрузки и являются самоустанавливающимися.

Упорные или **упорно-радиальные шариковые подшипники** предназначены для восприятия осевых нагрузок в одном направлении (рис. 12, а), в двух направлениях (рис. 12, б) или комбинированных нагрузок с превалирующей осевой (рис. 12, в).

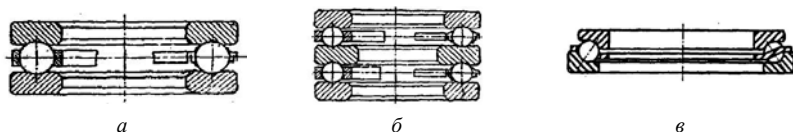


Рис. 12. Шарикоподшипники упорные или упорно-радиальные типов:
 а – 8000; б – 38000; в – 168000

Предельные частоты вращения упорных подшипников ограничены, поэтому при повышенных значениях частоты вращения и особенно на горизонтальных валах применять их не рекомендуется.

У упорно-радиальных подшипников угол контакта составляет 45° и более. По сравнению с упорными подшипниками они способны работать на больших частотах вращения.

Упорные или **упорно-радиальные роликовые подшипники** (рис. 13) предназначены для восприятия больших осевых нагрузок (рис. 13, а, б), а в некоторых случаях воспринимают и небольшую радиальную нагрузку (рис. 13, в). Быстроходность этих подшипников низкая. Поэтому при больших осевых нагрузках и значительной частоте вращения вместо них применяют радиально-упорные подшипники с большим углом контакта.

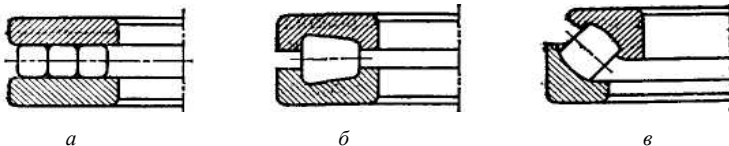


Рис. 13. Роликоподшипники упорные или упорно-радиальные типов:
а – 9000; б – 19000; в – 39000

Комбинированные подшипники (рис. 14) предназначены для восприятия радиальных и осевых нагрузок в одну сторону.

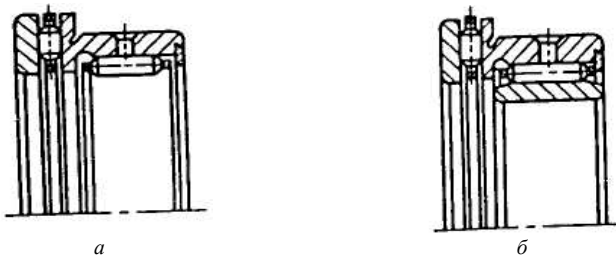


Рис. 14. Роликоподшипники комбинированные типов:
а – 594000; б – 584000

Шарнирные подшипники (рис. 15) предназначены для восприятия радиальных или комбинированных нагрузок с превалирующей радиальной в неподвижных или подвижных соединениях изделий. В подвижных соединениях наружное и внутреннее кольца подшипников имеют перемещение относительно друг друга, как правило, в качательном режиме. Некоторые подшипники допускают большие (до 20°) углы взаимного перекося колес.

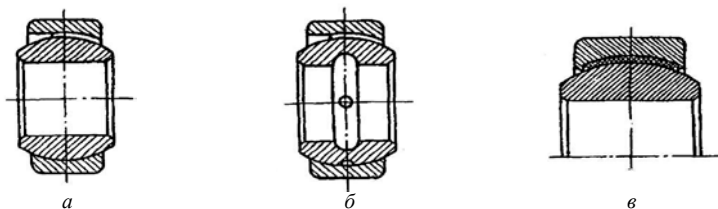


Рис. 15. Подшипники шарнирные типов: *а* – типы Ш, ШМ; *б* – тип ШС; *в* – тип ШП

Применяют в дорожно-строительной и сельскохозяйственной технике.

Обозначение конструктивных особенностей подшипника. Конструктивные особенности подшипника указывают в условном обозначении цифрой или двумя цифрами: пятой и шестой. Большое разнообразие конструктивных особенностей подшипников не позволяет привести перечень их с указанием обозначения. Основные конструктивные особенности подшипников качения приведены на рис. 4–15.

Обозначение класса точности подшипника. Класс точности подшипника указывается одной цифрой, которую пишут перед условным обозначением подшипника через тире. От класса точности подшипника зависят его функциональные возможности и ресурс. Согласно ГОСТ 520–89 [1] установлены следующие основные классы точности в порядке повышения точности:

- 0, 6, 5, 4, 2, Т – для шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников;
- 0, 6, 5, 4, 2 – для упорных и упорно-радиальных подшипников;
- 0, 6X, 6, 5, 4, 2 – для роликовых конических подшипников.

На подшипники нормальной точности 0 обозначение класса не дается и в документации не указывается.

Установлены дополнительные классы точности подшипников (8 и 7) ниже класса точности 0 для применения по заказу потребителей в неотчетственных узлах. Класс точности регламентирует величины предельных отклонений размеров, формы и расположение деталей подшипника. В зависимости от наличия требований к уровню вибраций, величине момента трения и других дополнительных технических требований подшипники подразделяют на три категории – А, В и С.

Категория	А	В	С
Класс точности	5, 4, 2, Т	0, 6X, 6, 5	8, 7, 0, 6, 6X

Обычно к подшипникам категории С не предъявляется никаких специальных требований. Следует отметить, что с повышением точности подшипника возрастает его стоимость.

Дополнительные знаки к условным обозначениям шарико- и роликоподшипников. Для нормальной работоспособности машин и механизмов при повышенных температурах в агрессивных средах и в других особых условиях подшипники одних и тех же типоразмеров изготавливаются по специальным требованиям из специальных материалов или с некоторым изменением внутренней конструкции.

Чтобы подшипники, изготавливаемые из специальных материалов и по специальным техническим требованиям, можно было отличить от стандартных, к условному обозначению подшипника добавляют справа дополнительные знаки в виде цифр и букв русского алфавита. Полное условное обозначение с дополнительными знаками необходимо указывать во всей технической документации.

Дополнительные знаки к условным обозначениям подшипников приведены в табл. 6. Порядок расположения дополнительных знаков приведен на схеме (см. с. 7).

Таблица 6. Значение дополнительных знаков
в условном обозначении подшипника

Значение дополнительных знаков	Дополнительные знаки при исполнении	
	первом	последующем
1	2	3
Все детали подшипников или часть деталей из коррозионно-стойкой стали	Ю	Ю1, Ю2, Ю3 и т. д.
Кольца и тела качения или только кольца, в том числе одно кольцо, из цементируемых сталей	Х	Х1, Х2, Х3 и т. д.
Детали подшипников из теплостойких сталей	Р	Р1, Р2, Р3 и т. д.
Сепаратор:		
из черных металлов	Г	Г1, Г2, Г3 и т. д.
безоловянистой бронзы	Б	Б1, Б2, Б3 и т. д.
алюминиевого сплава	Д	Д1, Д2, Д3 и т. д.
латуни	Л	Л1, Л2, Л3 и т. д.
пластических материалов (текстолит и др.)	Е	Е1, Е2, Е3 и т. д.
Детали подшипника (кольца, тела качения) из редко применяемых материалов (твердых сплавов, стекла, керамики и т. д.)	Я	Я1, Я2, Я3 и т. д.
Конструктивные изменения деталей подшипника	К	К1, К2, К3 и т. д.
Специальные требования к подшипнику по шуму	Ш	Ш1, Ш2, Ш3 и т. д.

1	2	3
Дополнительные технические требования к шероховатости поверхности деталей, к радиальному зазору и осевой игре, к покрытию	У	У1, У2, У3 и т. д.
Подшипники закрытого типа при заполнении смазочным материалом: ОКБ-122-7 ЦИАТИМ-221 ЦИАТИМ-221С ЦИАТИМ-202 ПФМС-4С ВНИИ НП-211 ВНИИ НП-235 ЛЗ-31 № 158 ВНИИ НП-262 ВНИИ НП-234 ВНИИ НП-281 ЛЗ-31-3К ВНИИ НП-207 ВНИИ НП-246 Литол-24	С С1 С2 С4 С5 С6 С7 С8 С9 С10 С11 С12 С13 С14 С15 С16 С17	
ВНИИ НП-238 ВНИИ НП-286 ВНИИ НП-274 ВНИИ НП-286М СВЭМ (ВНИИ НП-288) ШРУС-4	С18 С19 С20 С21 С22 С23	
Специальные требования к температуре отпуска деталей, твердости и механическим свойствам*	Т	Т1, Т2, Т3 и т. д.
Детали подшипников из стали ШХ15 с присадками	Э	

*Значения температуры отпуска колец в зависимости от написания дополнительного символа «Т» в обозначении подшипника приведены ниже:

Температура отпуска колец, °С	150	200	250	300	350	400
Дополнительный символ в обозначении	Т	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6
Температурный коэффициент K_t	1,11	1,25	1,41	1,67	1,84	2,0

Дополнительные знаки условного обозначения, проставляемые слева от основного обозначения, должны соответствовать требованиям ГОСТ 3189–89 (табл. 7).

Таблица 7. Значения дополнительных знаков в условном обозначении подшипника слева

Дополнительный знак	Обозначение НТД
Класс точности: 8, 7, 0*, 6X, 6, 5, 4, 2, T	ГОСТ 520–89
Группа радиального зазора: 1, 2, нормальная*, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	ГОСТ 24810–81
Ряд моментов трения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	ТУ 37.006.085
Категория: А, В, С	ГОСТ 3189–89

*Дополнительные знаки в обозначении подшипника не указывают.

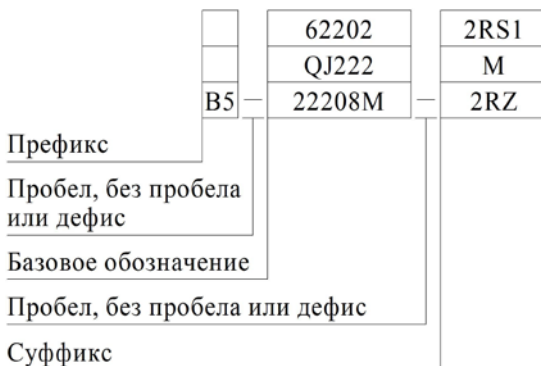
Примечания:

1. Для обозначения роликовых конических подшипников повышенной точности справа от обозначения класса точности проставляется знак «У», например 6У-7510.

2. Для обозначения подшипника повышенной грузоподъемности справа от основного обозначения подшипника проставляется знак «А», например 7210А. Последующие знаки соответствуют табл. 6.

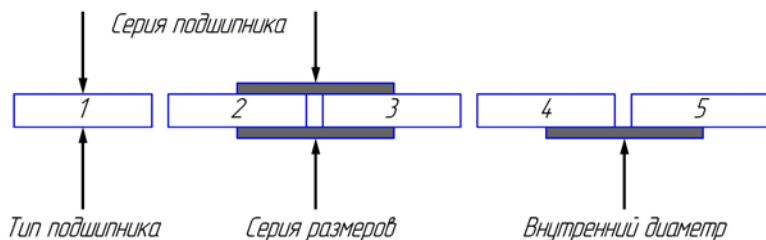
4. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ МИНСКОГО ПОДШИПНИКОВОГО ЗАВОДА

Полное обозначение подшипников качения МПЗ состоит из базового обозначения и одного или нескольких дополнительных. Структура полного обозначения подшипников указана на схеме [7].



4.1. Структура базового обозначения МПЗ

Базовое обозначение определяет тип подшипника, стандартную конструкцию, габаритные размеры. Структура условного базового обозначения подшипников приведена на схеме.



Первая цифра или буква (либо комбинация букв) в базовом обозначении указывают на тип подшипника. Обозначение типов подшипников и их соответствие типам по ГОСТ 3189–89 приведены в табл. 8.

Таблица 8. Обозначение типов подшипника

Базовое обозначение МПЗ	Обозначение по ГОСТ 3189–89	Наименование типа подшипника
1	1	Шариковый радиальный сферический
2	3	Роликовый радиальный сферический
3	7	Роликовый конический
6	0	Шариковый радиальный
7, QJ	6	Шариковый радиально-упорный
N, NJ BC4B	2	Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами
NA, NK RNA, NKI	4	Роликовый радиальный с длинными цилиндрическими или игольчатыми роликами
K, KZK		Игольчатый без колец (d×D×B)
AXK	9	Роликовый упорный

Вторая и третья цифры обозначают серию размеров, соответствующих стандартам ИСО. Цифра 2 на схеме обозначает серию ширин (8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – в порядке увеличения ширины), цифра 3 на схеме обозначает серию диаметров (7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4 – в порядке возрастания размера).

Сравнение серии диаметров и серий ширин по ГОСТ 3478–2012 с обозначением по ИСО и базовым обозначением МПЗ приведено в табл. 9 (идентичные значения не приводятся).

Таблица 9. **Обозначение серий подшипника**

Обозначение серии диаметров	Базовое МПЗ	7	0	8	9	0	1	2	3
	ГОСТ 3478–2012	0	1	8	9	1	7	2 (5)	3 (6)
	Базовое МПЗ		0	0	0	0	0		
	ГОСТ 3478–2012		7	7	7	7	7		

В отдельных случаях число, обозначающее тип подшипника, и (или) первое число серии размеров опускается.

Последние две цифры базового обозначения указывают на код размера подшипника, полученный от деления номинального диаметра отверстия в миллиметрах на 5. Исключения составляют:

- внутренние диаметры от 1 до 9 мм, выраженные целым числом, – обозначаются цифрой, равной номинальному диаметру;
- внутренние диаметры 10, 12, 15, 17 мм – цифрами соответственно 00, 01, 02, 03;
- внутренние диаметры от 500 до 2 000 мм – числом, равным номинальному диаметру, отделенным знаком дроби от остальных знаков условного обозначения.

4.2. Структура дополнительного обозначения МПЗ

Дополнительное обозначение располагается перед базовым обозначением (префикс) или после него (суффикс).

Префиксы служат для обозначения нестандартной ширины ролико-сферических подшипников. Суффиксы характеризуют конструктивное исполнение подшипников и располагаются за базовым обозначением в следующей последовательности:

- внутренняя конструкция деталей подшипника;
- внешняя конструкция деталей подшипника;
- сепаратор;
- другие особенности подшипника (это могут быть класс точности, внутренний зазор, уровень вибрации, термообработка, вид смазки и др.).

Суффиксы записываются:

- после базового обозначения без разделения – для определения внутренней конструкции и (или) конического отверстия (7312В, 22314К);
- через тире – для обозначения наличия защитных шайб, уплотнений (6305-2Z);
- через интервал, отделяющий их от базового обозначения или предыдущего суффикса (6205-RS1P P6).

Дополнительные обозначения (суффиксы) приведены в описании соответствующей группы подшипников, например:

Р – массивный сепаратор из стеклонаполненного полиамида;

М – массивный сепаратор из латуни;

N – канавка под упорное кольцо на внешней поверхности наружного кольца;

Z – защитная шайба с одной стороны подшипника;

2Z – защитные шайбы с обеих сторон подшипника;

RS1 – уплотнение из синтетического каучука, армированное стальным листом с одной стороны подшипника;

2RS1 – уплотнение из синтетического каучука, армированное стальным листом с обеих сторон подшипника;

P6 – точность по 6-му классу ИСО;

P5 – точность по 5-му классу ИСО;

C1 – зазор в подшипнике меньше C2;

C2 – зазор в подшипнике меньше нормального;

C3 – зазор в подшипнике больше нормального;

C4 – зазор в подшипнике больше C3;

C5 – зазор в подшипнике больше C4;

P63 – комбинированное обозначение точности и зазора (C в обозначении опускается);

E – оптимизированная внутренняя конструкция;

K – коническое отверстие, конусность 1:12;

A – угол контакта 26° для шариковых радиально-упорных подшипников;

B – угол контакта 36° для шариковых радиально-упорных подшипников.

Другие суффиксы дополнительного обозначения приведены в каталоге [7] применительно к конкретному типу подшипника.

5. ПРИМЕРЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Ниже приведены примеры обозначения основных подшипников качения в соответствии с ГОСТом [1], в скобках дается обозначение того же подшипника в системе ИСО (SKF).

Подшипник 7000102 ГОСТ 8338–75 (16002) – радиальный шариковый однорядный подшипник с внутренним диаметром 15 мм, особо легкой серии диаметров (1), узкой серии ширины (7).

Подшипник 6-80205C17 ГОСТ 7242–81 (6205-ZZ) – радиальный шариковый однорядный подшипник с внутренним диаметром 25 мм,

легкой серии диаметров (2), с двумя защитными шайбами (8), заполненный смазкой «Литол-24» (см. с. 21), повышенного класса точности (6).

Подшипник 5-1210 ГОСТ 5720–75 (1210E) – радиальный шариковый сферический двухрядный с внутренним диаметром 50 мм, легкой серии диаметров (2) высокого класса точности (5).

Тот же подшипник, но легкой широкой серии имеет обозначение 5-15110 ГОСТ 5720–75 (2210E).

Подшипник 11308 ГОСТ 8545–75 (109ЕК + Н309) – радиальный шариковый сферический двухрядный на закрепительной втулке (1), с внутренним диаметром вала 40 мм (внутренний минимальный диаметр 45 мм), средней серии диаметров (3), нормального класса точности.

Подшипник 2505 ГОСТ 8328–75 (N205EC) – радиальный роликовый однорядный с короткими цилиндрическими роликами без бортов на наружном кольце с внутренним диаметром 25 мм, легкой широкой серии диаметров (5), нормального класса точности.

Подшипник 6-52618 ГОСТ 8328–75 (NU + HJ2318EC) – радиальный роликовый однорядный с короткими цилиндрическими роликами с безбортовым внутренним кольцом и фасонным упорным кольцом (5) с внутренним диаметром 90 мм, средней широкой серии диаметров (6), повышенного класса точности (6).

Подшипник 53608 ГОСТ 24696–81 (2208CC) – радиальный роликовый сферический двухрядный с цилиндрическим отверстием внутреннего кольца диаметром 40 мм, с симметричными роликами (5), средней широкой серии диаметров (6), нормального класса точности.

Подшипник 30-3536 ГОСТ 5721–75 (22236C3) – радиальный роликовый сферический двухрядный с цилиндрическим отверстием внутреннего кольца диаметром 180 мм (3), легкой широкой серии диаметров (5), нормального класса точности (6), третьей группы радиального зазора (3).

Подшипник 244905 ГОСТ 4657–82 (NKI 25/20) – радиальный роликовый игольчатый с наружным и внутренним кольцами, с сепаратором, с внутренним диаметром 25 мм, шириной 20 мм, неопределенной серии диаметров (9), нормального класса точности.

Подшипник 804707КЗ нестандартный – радиальный роликовый игольчатый карданный без внутреннего кольца и без сепаратора, с внутренним диаметром 33,635 мм, с защитной резиновой манжетой.

Подшипник К20×26×17 нестандартный – радиальный роликовый игольчатый однорядный без колец, с размерами: внутренний диаметр – 20 мм, наружный диаметр – 26, ширина – 17 мм.

Подшипник 5217 – радиальный роликовый с витыми роликами, легкой серии диаметров, с внутренним диаметром 85 мм, нормального класса точности.

Подшипник 46209А ГОСТ 831–75 (7209) – радиально-упорный шариковый однорядный, неразъемный, со скосом на наружном кольце с расчетным углом контакта 26° (4), легкой серии (2), с внутренним диаметром 45 мм, повышенной грузоподъемности (А), нормального класса точности.

Подшипник 2-246206Е ГОСТ 832–78 (7206АДРВ4) – радиально-упорный шариковый сдвоенный (2) с наружными кольцами, обращенными друг к другу широкими торцами, с расчетными углами контакта 26° (4), легкой серии (2), с внутренним диаметром 30 мм, с сепаратором из пластических материалов (Е), сверхвысокого класса точности (2).

Подшипник 27307 ГОСТ 333–79 (31307) – радиально-упорный роликовый конический однорядный с большим углом конуса (2), средней серии (3), с внутренним диаметром 35 мм, нормального класса точности.

Подшипник 971/560 ГОСТ 6364–78 – радиально-упорный роликовый двухрядный с коническими роликами и с двумя внутренними кольцами (9), особо легкой серии (1), с внутренним диаметром 560 мм, нормального класса точности.

Подшипник 8426 ГОСТ 6874–75 (51426) – упорный шариковый одинарный, тяжелой серии (4), с внутренним диаметром 130 мм, нормального класса точности.

Подшипник 38211 ГОСТ 7872–89 (52211) – упорный шариковый двойной (38), легкой серии (2), с внутренним диаметром 55 мм, нормального класса точности.

Подшипник 168140 ГОСТ 29241–91 – упорно-радиальный шариковый однорядный (16) с углом контакта 60° , особо легкой серии (1), с внутренним диаметром 200 мм, нормального класса точности.

Подшипник 9214 ГОСТ 23526–79 (81214) – упорный роликовый одинарный с цилиндрическими роликами, легкой серии (2), с внутренним диаметром 70 мм.

Подшипник 9039434 ГОСТ 9942–90 (29434Е) – упорно-радиальный роликовый сферический (39), тяжелой серии диаметров (4), узкой серии ширины (9), с внутренним диаметром 170 мм, нормального класса точности.

Подшипник 594109 ГОСТ 20531–75 – радиально-упорный роликовый комбинированный (59), особо легкой серии (1), с внутренним диаметром 45 мм, нормального класса точности.

Подшипник Ш 35 ГОСТ 3635–78 – шарнирный для подвижных соединений, с внутренним диаметром 35 мм.

Примеры обозначения подшипников качения по ГОСТу и МПЗ приведены в табл. 10.

Таблица 10. Примеры обозначения подшипников качения по ГОСТу и МПЗ

Шарикоподшипники		Роликоподшипники	
ГОСТ	МПЗ	ГОСТ	МПЗ
205А	6205	3611Н	22311МВW33
1000921АЕ	61921Р	53610Н	22310W33
50305А	6305N	113512АН	22212КМВW33
60304К	6304-Z	73614 (на стяжной втулке)	22315 КМВ + АН2315Х
80204	6204-2Z	13518Н (на закрепленной втулке)	22220 КМВW33 + Н320
150213	6213-ZN	83508Н	В5-22208М-2RZ
160306А	6306-RS1	7512Н	32212
180206АЕ	6206-2RS1P	2007124А	32024Х
1008КЕ	128Р	2206КМ	N206
111210Е	1210ЕКР	12206КМ	NF206
46204Е	7204АР	4244910	NA4910TH
176222Л	QJ22М	254703Е	RNA4902
		22209	53509

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Из каких деталей состоит подшипник качения?
2. Для чего нужен сепаратор в подшипнике?
3. Какой подшипник может воспринимать только радиальную нагрузку?
4. Какой подшипник может воспринимать только осевую нагрузку?
5. Какие подшипники могут воспринимать комбинированную (осевую и радиальную) нагрузку?
6. У какого подшипника свободно снимается одно из колец?
7. В чем заключается различие подшипников по сериям?
8. У какого подшипника перекося наружного и внутреннего колец имеет наибольшую величину?
9. Дайте характеристику подшипникам качения следующих марок: 60206, 80311С17, 11307, 6-2203, 13209, 5-36311, 66407, 6-27207А, 57309, 8209, 9311.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подшипники качения. Государственные стандарты СССР: в 2 ч. / Гос. ком. СССР по стандартам. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – Ч. 1. – 440 с.
2. Подшипники качения. Государственные стандарты СССР: в 2 ч. / Гос. ком. СССР по стандартам. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – Ч. 2. – 450 с.
3. Подшипники качения: справочник-каталог / под ред. В. Н. Нарышкина, Р. В. Корошашевского. – Москва: Машиностроение, 1984. – 240 с.
4. Подшипники. Рабочие и эксплуатационные характеристики подшипников, устанавливаемых в подшипниковых узлах машин, механизмов и приборов: общий каталог / под общ. ред. В. А. Кузнецова. – Москва: НИИ «Подшипник-МНИАП», 2001. – 458 с.
5. Перель, Л. Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: справочник / Л. Я. Перель. – Москва: Машиностроение, 1983. – 543 с.
6. Курмаз, Л. В. Детали машин. Проектирование / Л. В. Курмаз, А. Т. Скойбеда. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 290 с.
7. Каталог подшипников. Основная программа / Минск. подшип. завод. – Минск, 2008. – 408 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. КЛАССИФИКАЦИЯ.....	5
3. СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ (ГОСТ 3189–89).....	6
4. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ МИНСКОГО ПОДШИПНИКОВОГО ЗАВОДА.....	22
4.1. Структура базового обозначения МПЗ.....	23
4.2. Структура дополнительного обозначения МПЗ.....	24
5. ПРИМЕРЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ.....	25
6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	29

Учебное издание

Горелько Владимир Михайлович
Пашкевич Александр Викторович
Рубец Сергей Григорьевич и др.

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ,
КОНСТРУКЦИИ И СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 30.09.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Гаймс». Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,21.
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.