

Лабораторная работа № 3

**НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКЦИЯ  
И МАРКИРОВКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**

# Прикладная механика

Раздел «Детали машин»

Лабораторный практикум

УДК 657.22  
ББК 65.052

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры прикладной механики  
Протокол № 5 от 24.11. 2011г.

Составители:

кандидат технических наук, доцент

Киркор М.А.

кандидат технических наук, доцент

Игнатов Б.И.

кандидат технических наук, доцент

Пахадня В.П.

кандидат технических наук, доцент

Харкевич В.Г.

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой МАПП УО «МГУП»

Кирик И.М.

Лабораторный практикум подготовлен в соответствии с программой курсов «Прикладная механика» для студентов технологических специальностей и «Детали машин» для специальностей 1 – 36 09 01 Машины и аппараты пищевых производств и 1 – 36 20 01 – Низкотемпературная техника

УДК 657.22

ББК 65.052

© Учреждение образования  
«Могилевский государственный  
университет продовольствия», 2012

### Лабораторная работа № 3

#### Назначение, классификация, конструкция и маркировка подшипников качения

Целью работы является ознакомление с назначением подшипников качения, их классификацией, а также изучение конструкции, маркировки и особенностей эксплуатации.

Подшипники качения служат опорами для валов и вращающихся осей. Они воспринимают радиальные и осевые нагрузки, приложенные к валу, и передают их на раму машины. По сравнению с подшипниками скольжения, у которых опорный участок вала (шейка, пята) скользит по поверхности подшипника, у подшипников качения трение скольжения заменяют трением качения посредством установки тел качения (шариков или роликов) между опорными поверхностями подшипника и вала. При этом коэффициент трения снижается до 0,0015.....0,006. Конструкция подшипников качения позволяет изготавливать их в массовых количествах как стандартную продукцию, что значительно снижает стоимость производства. Отечественной промышленностью изготавливаются подшипники наружным диаметром от 1,5 до 200 мм, массой от 0,5 г до 3,5 т.

#### **Конструкция подшипников качения**

Подшипники качения (рисунок 3.1) состоят из наружного 1 и внутреннего 2 колец, тел качения 3 и сепаратора 4, предназначенного для направления и разделения тел качения. Кольца и тела качения изготавливаются из шарикоподшипниковых сталей (ШХ 15, ШХ 6 и др.), сепараторы – из низкоуглеродистой стали, бронзы, латуни и т.д. Существуют подшипники и без сепараторов (рисунок 3.4 г). В таких подшипниках тела качения набегают друг на друга, при этом, кроме трения качения, возникает трение скольжения, увеличиваются потери на трение и износ подшипника.

#### **Классификация подшипников качения**

Подшипники качения классифицируются по различным признакам: по виду воспринимаемой нагрузки, по форме тел качения, по числу рядов тел качения, по конструктивным и эксплуатационным признакам, по радиальным габаритным размерам.

#### **Классификация по виду воспринимаемой нагрузки**

В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки различают следующие виды подшипников качения: радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные и упорные.

**Радиальные подшипники** способны воспринимать или только радиальную нагрузку, например, цилиндрические роликоподшипники (рисунок 3.1г), или радиальную при способности воспринимать также незначительную осевую нагрузку, например, радиальный однорядный шарикоподшипник (рисунок 3.1а).

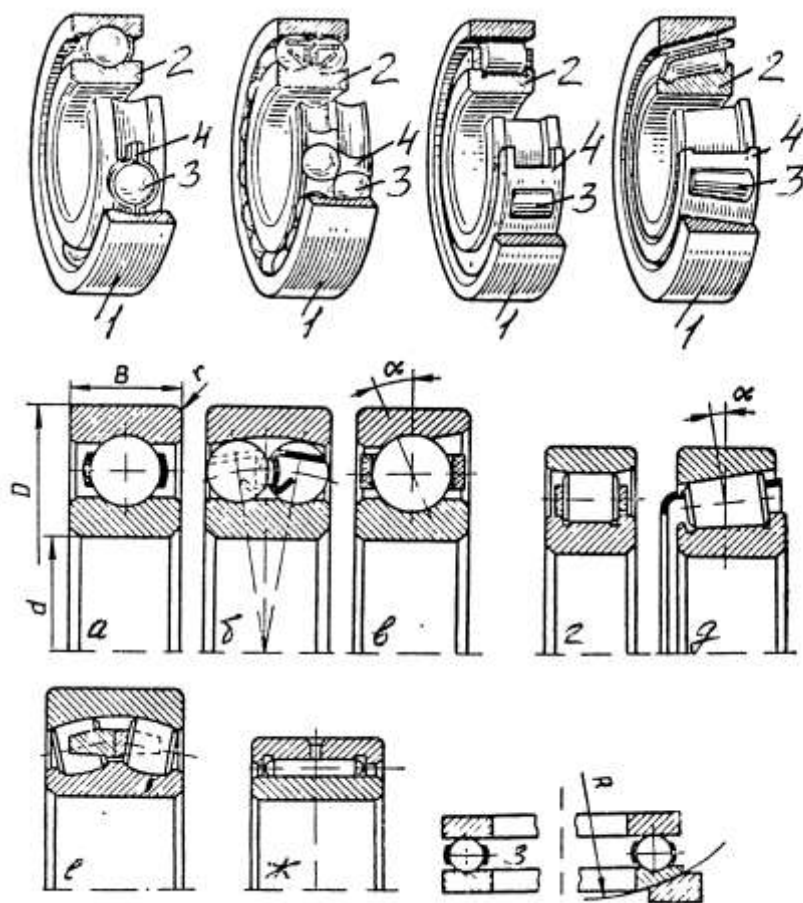


Рисунок 3.1

*Радиальные однорядные шарикоподшипники* (рисунок 3.1а) по сравнению с другими типами подшипников качения работают с минимальными потерями на трение. Эти подшипники могут воспринимать не только радиальные нагрузки, но и осевые, действующие вдоль оси в обоих направлениях вала и не превышающие 70 % от неиспользованной допустимой радиальной нагрузки, что позволяет применять их для фиксации вала в осевом направлении. Перекос наружного кольца относительно внутреннего не должен превышать  $15'$ , что обуславливает жесткие требования к соосности посадочных мест. Область применения: жесткие двухопорные валы с расстоянием между опорами  $L \leq 10d$ , где  $d$  – диаметр вала.

*Шарикоподшипники радиальные двухрядные сферические* (рисунок 3.1б) предназначены для восприятия, в основном, радиальной нагрузки, но могут воспринимать и осевую двухстороннюю нагрузку, не превышающую 20 % от неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Благодаря сферической дорожке качения наружного кольца подшипники нормально работают при перекосе внутреннего кольца относительно наружного до  $4^\circ$ . Область применения: узлы, в которых технологически не может быть обеспечена соосность посадочных мест, валы, подверженные значительным прогибам.

*Радиальные роликоподшипники с короткими цилиндрическими роликами* (рисунок 3.1г) предназначены для восприятия радиальных нагрузок. По сравнению с радиальными равногабаритными шарикоподшипниками они

обладают значительно большей радиальной грузоподъемностью. Эти подшипники очень чувствительны к перекосам внутренних колец относительно наружных, так как у краев роликов возникают повышенные напряжения. Их применяют для установки жестких двухопорных валов при высокой соосности посадочных мест. В одной из опор должен быть применен подшипник, фиксирующий положение вала относительно корпуса. Некоторые типы этих подшипников имеют однобортовые внутренние или наружные кольца и могут осуществлять одностороннюю фиксацию вала при незначительных осевых нагрузках.

*Роликоподшипники радиальные двухрядные сферические* (рисунок 3.1е) предназначены для работы под радиальными нагрузками, но могут одновременно воспринимать и осевую нагрузку, не превышающую 25 % от неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Могут работать при перекосе внутреннего кольца относительно наружного до  $3^\circ$ . Область применения: узлы, в которых технологически не обеспечивается строгая соосность посадочных мест; двухопорные валы, подверженные значительным прогибам; тяжелонагруженные двухопорные валы.

*Роликоподшипники радиальные игольчатые* (рисунок 3.1ж) предназначены для восприятия только радиальных нагрузок, имеют малые габариты в радиальном направлении. Перекос колец недопустим. Область применения: опоры, размеры которых ограничены в диаметральном направлении. Широко применяются для работы в режиме качательного движения (шарниры).

*Роликоподшипники радиальные с витыми роликами* (рисунок 3.2д) предназначены для восприятия радиальных нагрузок. Они лучше других типов воспринимают ударные нагрузки. Область применения: опоры со средними по величине нагрузками ударного характера. Вследствие упругой деформации роликов в ответственных узлах не применяются.

**Радиально-упорные и упорно-радиальные подшипники** воспринимают осевые и радиальные нагрузки. Применяются в узлах с большими осевыми нагрузками при относительно больших частотах вращения.

*Шарикоподшипник радиально-упорный однорядный* (рисунок 3.3д) воспринимает одновременно действующие радиальную и одностороннюю осевую нагрузки. Иногда (при большой угловой скорости вала) он применяется для того, чтобы воспринимать только осевую нагрузку. По конструкции этот подшипник отличается от радиального однорядного шарикоподшипника тем, что один из бортов наружного кольца его срезан почти полностью. Соответственно, радиальная грузоподъемность данного подшипника по сравнению с радиальным однорядным шарикоподшипником больше на 30 %...40 %. Показанный на рисунке 3.4г радиально-упорный однорядный бессепараторный шарикоподшипник является нестандартным.

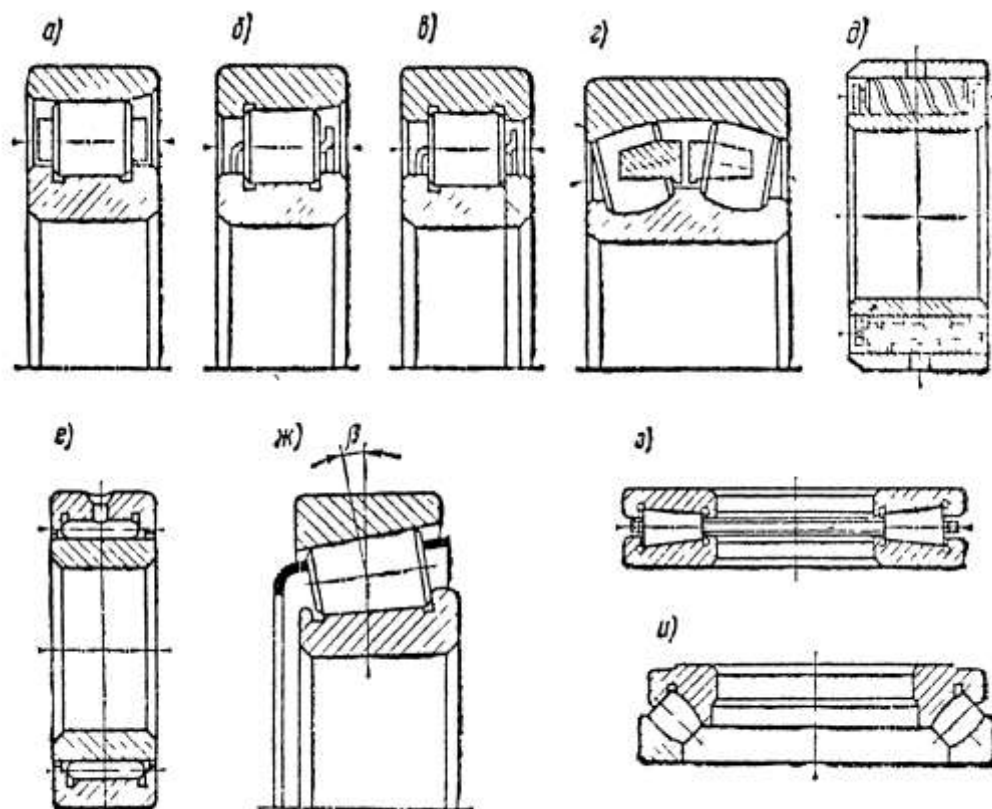


Рисунок 3.2

*Шарикоподшипник радиально-упорный двухрядный* (рисунок 3.3е) воспринимает значительные радиальные, знакопеременные осевые и комбинированные нагрузки при высоких требованиях к жесткости опор вала.

*Роликоподшипники конические радиально-упорные* (рисунки 3.1д и 3.2ж) воспринимают одновременно радиальные и осевые нагрузки. С увеличением угла конусности осевая грузоподъемность возрастает за счет радиальной. Перекос вала относительно корпуса недопустим. Применяются в узлах с большими осевыми нагрузками.

**Упорные** подшипники предназначены для восприятия только осевых нагрузок.

*Шарикоподшипник упорный однорядный* (рисунки 3.1з, 3.3в и 3.4в) и двойной (рисунок 3.3г) воспринимают только осевые нагрузки, односторонние, а двойной – знакопеременные. В отличие от радиальных шарикоподшипников, в которых дорожки качения и шарики расположены на цилиндрических поверхностях колец, в упорных шарикоподшипниках дорожки качения и шарики расположены на торцевых поверхностях колец. Одно из колец одностороннего подшипника устанавливается на валу с натягом. В двойном подшипнике на валу с натягом устанавливается среднее кольцо. Упорные подшипники удовлетворительно работают только при низких и средних угловых скоростях валов. При больших угловых скоростях они работают плохо вследствие влияния на шарики центробежных сил.

Роликоподшипник упорный с коническими роликами (рисунок 3.2з) воспринимает только осевую нагрузку. Роликоподшипник упорный сферический (рисунок 3.2и) может воспринимать наряду с осевой также небольшую радиальную нагрузку. Оба эти подшипника способны воспринимать большие осевые нагрузки, но быстроходность их низкая, ограничиваемая влиянием на ролики центробежных сил.

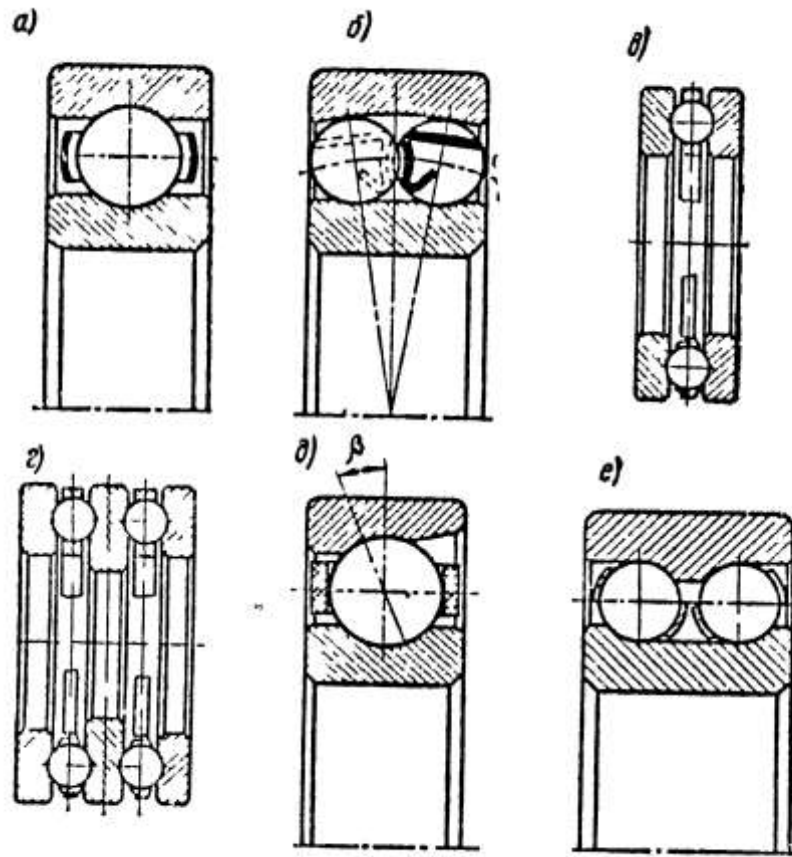


Рисунок 3.3

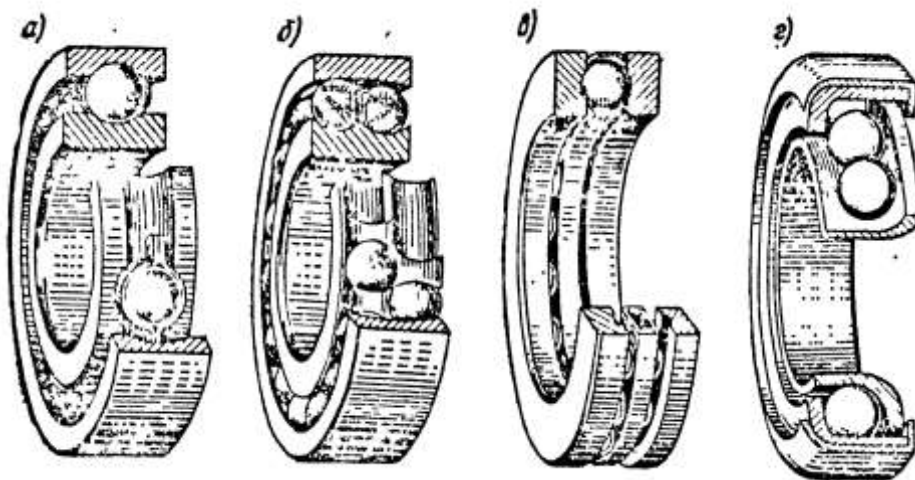


Рисунок 3.4



### Классификация подшипников по форме тел качения

По форме тел качения подшипники подразделяются на шариковые и роликовые. Ролики же имеют различную форму: короткие цилиндрические (рисунки 3.1г, 3.2а, 3.2б и 3.2в); длинные цилиндрические; игольчатые (тонкие длинные ролики рисунки 3.1ж и 3.2е); витые (рисунок 3.2д); конические (рисунки 3.1д, 3.2ж и 3.5в); сферические (рисунки 3.1е, 3.2г и 3.5б).

### Классификация по числу рядов тел качения

По числу рядов тел качения подшипники подразделяются на: однорядные (рисунки 3.1,а, 3.1,в, 3.1,г и др.); двухрядные (рисунки 3.1,б, 3.1,е и др.); трехрядные, четырехрядные и многорядные.

### Классификация по конструктивному и эксплуатационному признакам

По этим признакам подшипники качения подразделяются на самоустанавливающиеся (рисунки 3.1а, 3.1в, 3.1г, 3.1д, 3.1ж, 3.1з, 3.2а, 3.2б, 3.2в, 3.2д, 3.2е, 3.2ж, 3.2з, 3.3а, 3.3в, 3.3г, 3.3д, 3.3е, 3.4а, 3.4в и 3.4г) и самоустанавливающиеся (рисунки 3.1б, 3.1е, 3.2г, 3.2и, 3.3б, и 3.4б).

### Классификация по радиальным габаритным размерам

По этому признаку, т.е. в зависимости от соотношения наружного и внутреннего диаметров, подшипники подразделяются на шесть размерных серий: легкие (3 серии); средние (2 серии) и тяжелые.

Примерное соотношение между габаритами различных серий для подшипников качения одного и того же внутреннего диаметра показано на рисунке 3.5.

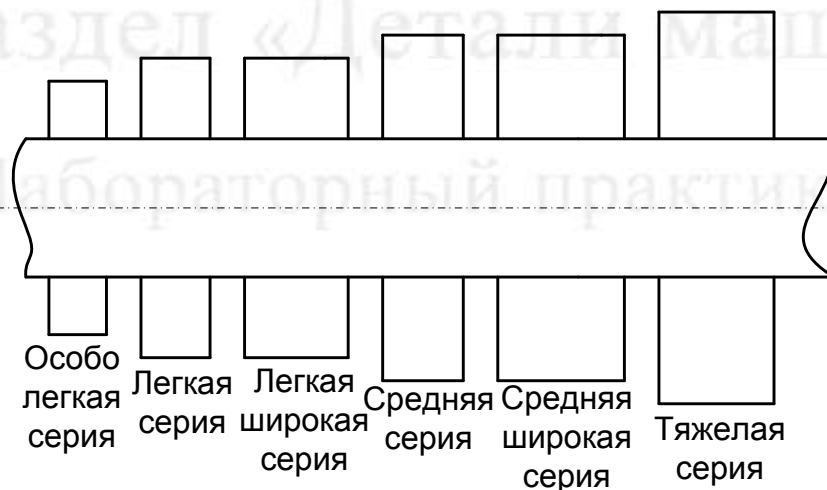


Рисунок 3.5

### Условные обозначения подшипников качения

Подшипники качения маркируют нанесением на торец колец клейма из ряда цифр и букв. *Две первые цифры СПРАВА* обозначают:

– при внутреннем диаметре подшипника до 9 мм – фактический диаметр внутреннего кольца (посадочный диаметр);



– при диаметре от 10 до 17 мм определяют внутренний диаметр подшипника согласно следующим обозначениям: 00 – внутренний диаметр 10 мм, 01 – 12 мм, 02 – 15 мм, 03 – 17 мм;

– при диаметре от 20 до 495 мм величина внутреннего диаметра определяется умножением двух первых цифр справа на 5.

Например, подшипник 611 имеет внутренний диаметр  $11 \cdot 5 = 55$  мм.

**Примечание** – если первые две цифры справа обозначают действительный диаметр, а не условный (т.е. речь идет о подшипниках с внутренним диаметром до 9 мм), то на третьем месте у таких подшипников стоит цифра 0.

*Третья цифра СПРАВА* обозначает серию подшипника по диаметру (для всех подшипников, кроме подшипников с диаметром до 9 мм). Серии обозначаются: 1 – особолегкая; 2 – легкая; 3 – средняя; 4 – тяжелая; 5 – легкая широкая; 6 – средняя широкая.

*Четвертая цифра СПРАВА* обозначает тип подшипника по конструкции: 0 – радиальный шариковый однорядный; 1 – радиальный шариковый двухрядный сферический; 3 – радиальный с короткими цилиндрическими роликами; 4 – игольчатый (роликовый с длинными цилиндрическими роликами); 5 – роликовый с витыми роликами; 6 – радиально-упорный шариковый; 7 – роликовый конический; 8 – упорный шариковый; 9 – упорный роликовый.

**Примечание** – если в одном обозначении радиального однорядного шарикоподшипника (четвертая цифра 0) цифра левее четвертой не предусматривается, то и четвертая цифра (0) у этих подшипников не ставится. Например, радиальный шариковый подшипник средней серии (3) с внутренним диаметром 40 мм обозначается так: 308.

*Пятая или пятая и шестая цифры СПРАВА* обозначают отклонения конструкции от основного типа (например, наличие встроенных в подшипник уплотнений, наличие стопорной канавки на наружном кольце и т.д.). Эти цифры вводятся не для всех подшипников.

*Седьмая цифра СПРАВА*, вводимая для всех подшипников, обозначает серию подшипника по ширине.

Цифры, стоящие впереди этих семи цифр (или менее чем семи) через тире указывают класс точности: 0 – нормального класса точности (не проставляется); 6 – повышенного класса точности; 5 – высокого класса точности; 4 – особо высокого класса точности; 2 – сверхвысокого класса точности.

Например, подшипник 212 класса точности 6 обозначается: 6-212. Подшипникам класса точности 0 с радиальным зазором по основному ряду или с осевой игрой по нормальному ряду дополнительные условные обозначения не присваиваются (цифра 0 и номер ряда не проставляются).

Например, подшипник 3614 – подшипник роликовый сферический двухрядный средней широкой серии с внутренним диаметром 70 мм, класса точности 0 с радиальным зазором по основному ряду.

Подшипники класса точности 0 с радиальным зазором или с осевой игрой по дополнительным рядам имеют цифру 0 перед основным обозначением и левее ее через тире – номер дополнительного ряда.

Например, 3-0-2216 – подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами легкой серии с внутренним диаметром 80 мм, класса точности 0 с радиальным зазором по ряду 3.

**Примечание** – до установления изложенной выше цифровой системы обозначения классов точности существовала буквенная система согласно следующей таблице:

Класс точности	Условное обозначение
Нормальный	Н (не клеймится)
Повышенный	П
Особо повышенный	ВП
Высокий	В
Особо высокий	АВ
Прецизионный	А
Особо прецизионный	СА
Сверх прецизионный	С

Буква, соответствующая определенному классу, ставилась перед цифровой частью.

Подшипники специального применения с малым зазором и ужесточенными допусками на габаритные размеры обозначаются буквами НУ. Например, НУ309.

Подшипники с малыми зазорами и специальными допускаемыми отклонениями размеров посадочных поверхностей обозначаются буквами НТ. Например, НТ1209.

Кроме основных обозначений подшипники могут иметь также дополнительные буквенно-цифровые обозначения. Они характеризуют изменение металла или конструкции деталей, а также различные требования. Например, 210Л – подшипник шариковый радиальный однорядный класса точности 0 с *сепаратором из латуни* (Л).

### **Контрольные вопросы**

- 1 Из каких деталей состоят подшипники качения?
- 2 Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
- 3 Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой нагрузки?
- 4 На какие стандартные серии разделяют подшипники качения?
- 5 Какие серии подшипников имеют наибольшее распространение?
- 6 Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их применяют?
- 7 Каковы достоинства и недостатки шарикоподшипников по сравнению с роликоподшипниками?