

**ОПД.Ф.02.04 ДЕТАЛИ МАШИН**  
**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ**  
**ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**  
Лабораторная работа

**Цель работы:** изучить основные типы подшипников качения и ознакомиться с их условными обозначениями. Научиться определять типы подшипников по внешнему виду, по маркировке и по отдельным деталям. Ознакомиться с материалами, применяемыми для изготовления подшипников качения, и с основными конструктивными особенностями исполнения различных типов подшипников.

## 1. Конструкции подшипников качения

Подшипники качения - это опоры вращающихся или качающихся деталей, в которых элементами качения служат шарики или ролики, установленные между кольцами и удерживаемые на определённом расстоянии друг от друга обоймой, называемой сепаратором. В процессе работы одно из колец подшипника как правило неподвижно. В некоторых типах подшипников одно или оба кольца могут отсутствовать (в них тела качения опираются непосредственно на поверхность вала или корпуса). Ряд подшипников качения выпускается с уплотнениями. В некоторых подшипниках качения может отсутствовать сепаратор. Посадочные поверхности внутреннего и наружного кольца как правило гладкие цилиндрические, но имеются разновидности колец с буртиками, с канавками, с цилиндрическими или сферическими выемками, с отверстиями для подвода смазки, с конической расточкой, с эксцентриситетом посадочной поверхности и поверхности беговой дорожки, с внутренним кольцом на разжимной втулке и т. п.

Типы и конструктивные особенности подшипников качения приведены в ГОСТ 3395-89, а также в нормальных подшипниковых заводах.

## 2. Классификация подшипников качения

Подшипники качения классифицируют по следующим основным признакам.

*По форме тел качения* : шариковые и роликовые, причём последние могут быть цилиндрическими, коническими, игольчатыми, бочкообразными и витыми.

*По направлению воспринимаемой нагрузки* : радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные и упорные.

*По числу рядов тел качения*: однорядные, двухрядные, трёхрядные, четырёхрядные и многорядные.

*По способности самоустанавливаться*: несамоустанавливающиеся и самоустанавливающиеся (сферические, допускающие угол перекоса внутреннего и наружного колец до  $2-3^{\circ}$ ).

*По габаритным размерам*: на серии (для каждого подшипника при одном и том же внутреннем диаметре имеются различные серии, отличаю-

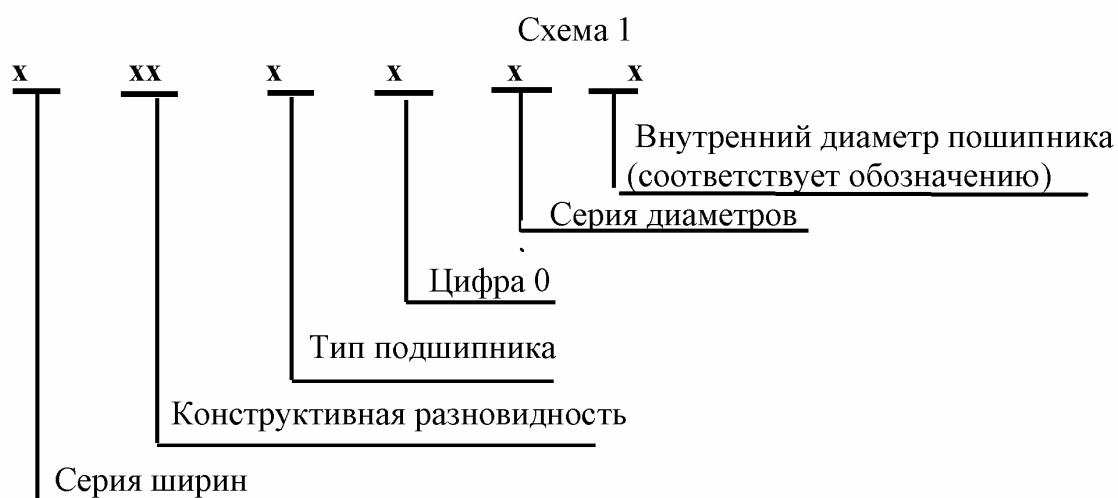
щиеся несущей способностью подшипника, т. е. размерами колец и тел качения). В зависимости от размера наружного диаметра подшипника, серии подразделяются на *сверхлёгкие*, *лёгкие*, *средние* и *тяжёлые*. В зависимости от ширины подшипника серии бывают *особо узкие*, *узкие*, *нормальные*, *широкие* и *особо широкие*.

### 3. Система условных обозначений

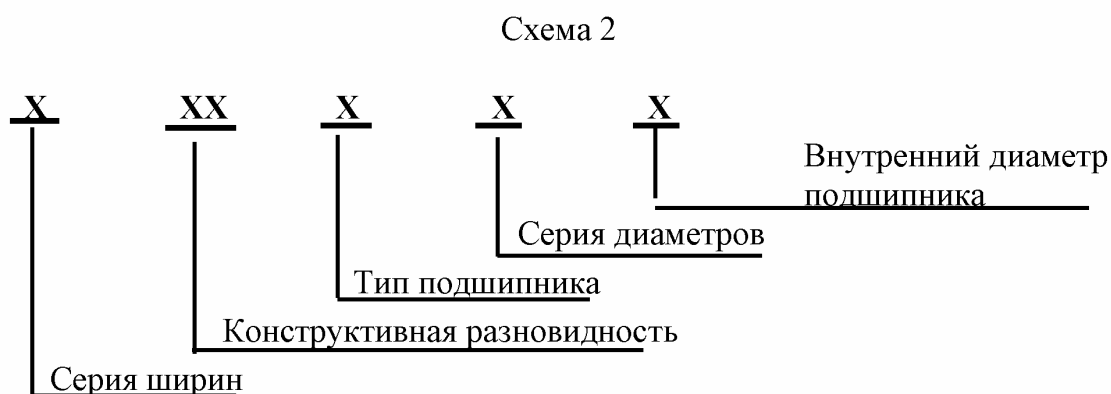
Система условных обозначений установлена ГОСТ 3189-75 по следующим признакам: внутренний диаметр подшипника; серия диаметров или серия ширин; тип подшипника; конструктивная разновидность.

Порядок расположения условных обозначений приведен на схемах 1 и 2. Порядок отсчёта цифр в условном обозначении принят справа налево. Нули, стоящие левее последней значащей цифры, в обозначении не указывают.

Подшипники с внутренним диаметром до 10мм, исключая диаметры 0,6; 1,5; 2,5мм. обозначают по схеме 1.



Подшипники с внутренним диаметром от 10мм и более, исключая подшипники с внутренними диаметрами 22; 28; 32 и 500мм обозначаются по схеме 2.



Схему 2 для более удобного прочтения можно представить в виде таблицы 1.

Таблица 1

Значения цифр в условном обозначении подшипников качения

Цифра в условном обозначении (отсчёт справа).	Значения цифр
1-я и 2-я	Внутренний диаметр подшипника
3-я и 7-я	Серия диаметров (3) и серия ширин (7)
4-я	Тип подшипника
5-я и 6-я	Конструктивная разновидность подшипника

**Условное обозначение подшипников по внутреннему диаметру :**

*Для схемы 1.*

Первая цифра равна значению внутреннего диаметра.

Внутренние диаметры подшипников, равные 0,6; 1,5; 2,5 мм следует отделить от цифр, обозначающих серию диаметров, косой чертой " / " .

Внутренний диаметр подшипника, выраженный дробью (кроме значений 0,6; 1,5; 2,5 мм) обозначается приближённым значением внутреннего диаметра, округлённым до целой единицы. В условном обозначении таких подшипников на втором месте ставится цифра 9 (ненормальные внутренние диаметры).

*Для схемы 2.*

Первые две цифры определяют внутренний диаметр подшипника.

Обозначение внутренних диаметров подшипников от 10мм до 20мм должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Внутренний диаметр подшипника	Обозначение
10	00
12	01
15	02
17	03

Внутренние диаметры подшипников, не указанные в табл. 2, должны иметь обозначение по ближайшему из указанных диаметров. В условном обозначении таких подшипников на третьем месте ставится цифра 9 (ненормальные внутренние диаметры).

Внутренние диаметры подшипников от 20мм до 495мм включительно обозначают частным от деления этого диаметра на 5.

Внутренние диаметры подшипников, равные 22, 28, 32, 500мм и более обозначают соответствующими цифрами и отделяют от цифр, обозначающих серию диаметров, косой чертой " / ".

Внутренние диаметры подшипников, выраженные дробью или целым числом не кратным цифре 5, обозначают целым приближённым частным от деления диаметра на 5. В условное обозначение таких подшипников на третьем месте входит цифра 9.

#### *Условное обозначение серий подшипников*

Подшипник одного внутреннего диаметра обычно изготавливают нескольких размерных серий, т. е. его наружный диаметр и ширина (высота) различны в зависимости от грузоподъёмности и предельной быстроходности.

Вторая цифра в схеме 1 и третья цифра в схеме 2 обозначают серию диаметров. Седьмая цифра в обеих схемах совместно со второй цифрой в схеме 1 или с третьей цифрой в схеме 2 определяют размерную серию подшипника. Установленные серии подшипников приведены в таблице 3.

Таблица 3

Третья цифра в схеме 2 или вторая цифра в схеме 1	Седьмая цифра в схеме 2 или вторая цифра в схеме 1	Серия подшипника
1	8 или 9	Сверхлёгкая
1	7	Особо лёгкая
2		Лёгкая
2	5	Лёгкая широкая
3		Средняя
3	6	Средняя широкая
4		Тяжёлая
9	0	Серия ненормальных внутренних диаметров
7 или 8 в схеме 2		Серия не стандартных наружных диаметров

Подшипники не стандартные по внутреннему диаметру или ширине (неопределённая серия), на втором месте обозначают цифрой 6 или 7 (схема 1).

#### *Условное обозначение типа подшипников.*

Четвёртая цифра справа в обозначении подшипника определяет его тип. Типы подшипников в зависимости от воспринимаемой нагрузки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип подшипника	Обозначение
Шариковый радиальный	0
Шариковый радиальный сферический	1
Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами	2
Роликовый радиальный со сферическими роликами	3
Роликовый радиальный с длинными или игольчатыми роликами	4
Роликовый радиальный с витыми роликами	5
Шариковый радиально-упорный	6
Роликовый конический радиально-упорный	7
Шариковый упорный, шариковый упорно-радиальный	8
Роликовый упорный, роликовый упорно-радиальный	9

*Условное обозначение подшипников по конструктивным разновидностям.*

Пятая и шестая цифры в условном обозначении подшипника определяют его конструктивную разновидность и состоят из двух цифр от 00 до 99. Конструктивных разновидностей подшипников очень много и наиболее распространённые из них приведены в ГОСТ 3395-89.

**Внимание!** Если в обозначении подшипника должна присутствовать цифра 0 и после неё слева не требуются дополнительные обозначения (дополнительные цифры), то цифра 0 в обозначении не проставляется.

#### 4. Примеры расшифровки обозначений подшипников

<b>1000094</b>	расшифровывается по схеме 1 (цифра 0 на третьем месте), тип - радиальный шариковый (цифра 0 на четвёртом месте) внутренний диаметр 4мм. (цифра 4) , сверхлёгкой серии (цифра 9), конструктивная разновидность 00, серия ширин 1.
<b>25</b>	расшифровывается по схеме 1 (цифра 0 на третьем месте) тип - радиальный шариковый (цифра 0 на четвёртом месте) внутренний диаметр 5мм. (цифра 5) , лёгкой серии (цифра 2), конструктивная разновидность 00,

<b>2205</b> <b>12305</b> <b>42305</b> <b>32305</b> <b>92305</b> <b>292305</b>	Расшифровываются по схеме 2, тип - радиальные роликовые с короткими цилиндрическими роликами, (2) внутренний диаметр 25мм. (05*5=25), средней серии, (3) конструктивная разновидность: 00 - без бортов на наружном кольце, 01 - с однобортовым наружным кольцом, 03 - с двухбортовым наружным кольцом, 04 - с однобортовым внутренним кольцом и двухбортовым наружным кольцом, 09 - с двухбортовым наружным кольцом и плоской опорной шайбой на внутреннем кольце, 29 - без внутреннего кольца.
<b>74103</b>	Расшифровывается по схеме 2, тип - радиальный роликовый игольчатый, (4), внутренний диаметр 17мм, (03), особо лёгкой серии, (1), конструктивная особенность (07) - без сепаратора и с отверстием под смазку на наружном кольце.
<b>602/32</b>	Расшифровывается по схеме 2, тип - шариковый радиальный, (0), внутренний диаметр 32мм, (32), лёгкой серии, (2), конструктивная разновидность (06) - с одной защитной шайбой.

## 5. Дополнительные знаки условного обозначения

Слева через черту от основного обозначения подшипников, которое включает в себя не более семи цифр, указываются требования к точности изготовления подшипников.

Справа через черту от основного обозначения подшипников указываются параметры, определяющие специальные требования к материалу деталей подшипников, к термообработке деталей, конструктивные изменения деталей, специальные требования по шероховатости поверхности, температуре отпуска колец подшипников и требования по шуму при работе.

*Обозначение класса точности подшипников.*

Установлены следующие классы точности подшипников, указанные 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.

Установлены дополнительные классы точности подшипников - 8 и 7 ниже класса точности 0 для применения по заказу потребителей в неотчетственных узлах.

Классы точности подшипников характеризуются значениями предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей подшипников. В общем машиностроении обычно применяют классы точности 0, 6, и 5. Следует иметь в виду, что стоимость одного и того же подшипника класса точности 0 и класса точности 2 отличается в 10 раз.

В зависимости от наличия требований по уровню вибрации установлены три категории подшипников - А, В, С.

К категории А относятся подшипники классов точности 5, 4, 2, Т с одним из дополнительных требований по повышенным нормам уровня вибрации, волнистости и отклонению от круглости поверхностей качения, моменту трения, углу контакта, радиальному биению, осевому биению и их совместному значению.

К категории В относятся подшипники классов точности 0, 6Х, 6, 5 с одним из дополнительных требований, аналогичных категории А.

К категории С относятся подшипники классов точности 7, 8, 0, 6, к которым не предъявляются требования по уровню вибрации, моменту трения и другие требования по категориям А и В.

*Полные требования к точности подшипников приведены в ГОСТ 520-89.*

Класс точности подшипников указывается цифрой, соответствующей его точности слева от основного условного обозначения через тире. Класс точности "0" в условном обозначении опускается.

Пример: подшипник № 6 - 205.

Расшифровка : шарикоподшипник радиальный (четвёртая цифра слева "0" опущена), диаметром 25мм.(две последние цифры "05"), средней серии (третья цифра слева "2"), класс точности 6.

*Обозначение радиального зазора и момента трения подшипников.*

Обозначения: 1, 2, 3, и т. д. расположенные слева от обозначения класса точности подшипника характеризуют различные величины (ряды) радиальных зазоров. Зазор по нормальному ряду обозначается цифрой 0.

Обозначения: 1, 2, 3, и т. д. расположенные слева от радиального зазора, характеризуют различные величины (ряды) моментов трения.

У радиальных шарико - и роликоподшипников с радиальным зазором по нормальному ряду и у радиально-упорных шарикоподшипников в дополнительном обозначении между классами точности и обозначением момента трения проставляется буква "М".

Обозначения категорий подшипника проставляют :

-слева от обозначения ряда момента,                      например, А1М5 - 205;



- перед обозначением ряда зазоров при отсутствии требований по моменту трения, например, В25 - 205;
- перед классом точности при отсутствии требований по моменту трения и нормальной группе зазора, например, А5 - 205.

*Расшифровка дополнительных знаков справа от основного обозначения*

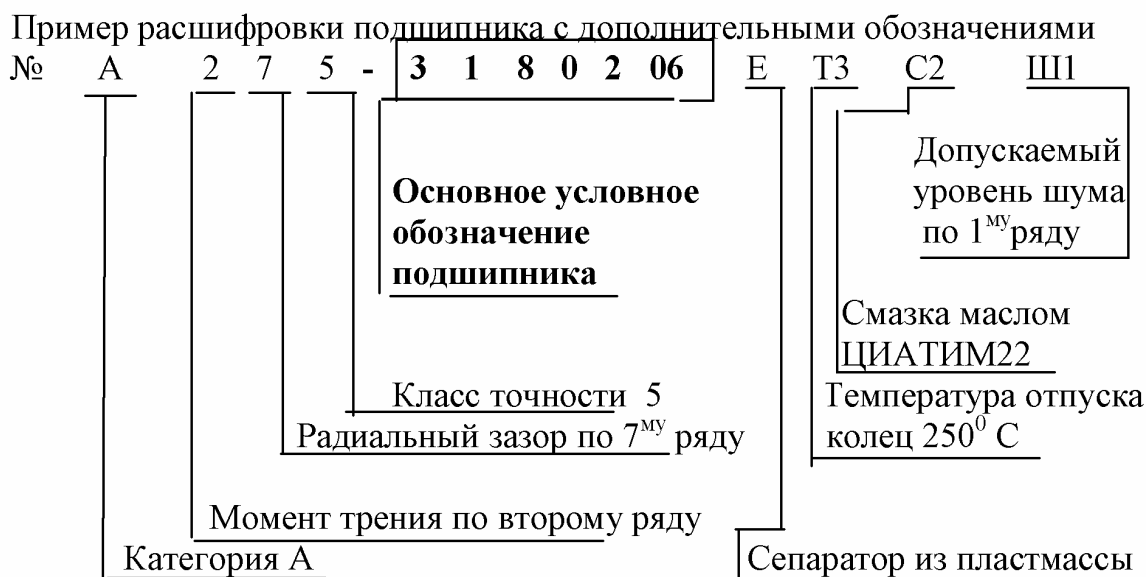
Дополнительные знаки справа от основного обозначения располагаются в следующем порядке:

- обозначение материала деталей подшипника (табл. 5);
- конструктивные изменения деталей подшипника К, К1, К2, .....
- специальные требования по шероховатости, покрытиям и т. п., У, У1, У2,....;
- температура отпуска колец подшипника Т1, Т2, .....
- разновидности смазочных материалов для подшипников закрытого типа С1, С2,....;
- требования по шуму Ш, Ш1, Ш2, .....

Таблица 5. Обозначение материала деталей подшипников

Дополнительные обозначения	Отличительные признаки
Б	Сепаратор из безоловянистой бронзы
Г	Сепаратор из чёрных металлов
Д	Сепаратор из алюминиевых сплавов
Е	Сепаратор из пластических материалов
Л	Сепаратор из латуни
Р	Детали из теплостойкой стали
Х	Детали из цементируемой стали
Ю	Часть деталей или все детали из нержавеющей стали
Я	Кольца и тела качения из редко применяемых материалов (пластмасса, углепластик, стекло, керамика,....)

Цифры 1, 2, 3, и т. д. справа от дополнительного буквенного обозначения Б,Г,Д,Е,К,Р,Л,У,Х,Ш,Э,Ю,Я указывают на каждое последующее исполнение с каким - либо отличием от предыдущего.



## 6. Материал деталей подшипников

Кольца и тела качения подшипников изготавливают из шарикоподшипниковой стали марок ШХ25СГ, ШХ15, ШХ20СГ, ШХ20 и др.

Кольца, ролики или шарики при температурах работы до 100<sup>0</sup>С должны быть термически обработаны до твердости HRC 58-66 в зависимости от марки стали.

Сепараторы изготавливают из листовой стали, латуни, бронзы, дюралюминия, текстолита, полиамидов с различными уплотнителями. Пластмассовые сепараторы уменьшают величину инерционных нагрузок в подшипниках, дают возможность использовать упругие свойства пластмасс при монтаже тел качения.

Сепараторы, изготовленные из самосмазывающегося материала, служат источником твердой смазки. В качестве самосмазывающегося материала часто применяется аман. Его можно использовать для сепараторов обычных и высокоскоростных подшипников, работающих без жидкой смазки при нормальных и повышенных температурах .

Сепараторы из амана должны быть более массивны, чем обычные. Для увеличения ударной прочности у этих сепараторов по наружному диаметру устанавливается тонкий, менее 1мм., металлический обод.

Для сепараторов, работающих в вакууме и в невесомости, пригоден аман и различные композиции, например Фторопласт-4 с бронзой, эпоксидная смола в сочетании с двухсернистым молибденом. Механизм действия самосмазывающихся сепараторов основан на молекулярном переносе их материала на поверхность тел качения.

## Порядок выполнения работы

Подгруппа (2-3 студента) получает подшипники и мерительный инструмент. Каждый студент должен выполнить эскизы трёх различных подшипников с простановкой основных размеров:  $d$ -внутренний диаметр,  $D$  - наружный диаметр,  $b$  - ширина,  $r$  и  $r_1$  - радиусы скругления внутреннего и наружного колец.

Записать маркировку (условное обозначение) подшипников и, пользуясь настоящим пособием и технической литературой, выполнить расшифровку условных обозначений.

Определить ориентировочно материал деталей подшипников.

В процессе выполнения работы студенты обмениваются подшипниками с целью более широкого ознакомления с различными их типами и изучения более широкого спектра конструктивных отличий в подшипниках. Желательно ознакомиться со всеми типами подшипников : шариковыми, роликовыми, игольчатыми, коническими, сферическими, радиальными, упорными,....

### Содержание отчёта

Студент оформляет отчёт на листах стандартного формата (210\*290 мм.) с указанием на титульном листе наименования работы, наименования кафедры, № группы и фамилии исполнителя.

В отчёте приводятся эскизы подшипников с основными габаритными размерами, даётся расшифровка цифровых и буквенных обозначений. Указывается материал деталей подшипников, описывается краткая характеристика подшипников по назначению и применению.

### Контрольные вопросы

1. Назначение подшипников качения, их преимущества и недостатки в сравнении с подшипниками скольжения.
2. Классификация подшипников качения по форме тел качения и направлению воспринимаемой нагрузки.
3. Расшифровка маркировки подшипников (порядок расположения цифр в условном обозначении и их назначение).
4. Материал и термическая обработка деталей подшипников.
5. Наиболее характерные разновидности конструктивного исполнения подшипников.
6. Пределы применимости в общем машиностроении, представленных на эскизах подшипников.