

ОПД.Ф.02.04 ДЕТАЛИ МАШИН
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОДШИПНИКОВ
КАЧЕНИЯ
Методические указания к лабораторной работе

1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целью работы является изучение студентами конструкций основных типов подшипников качения; их условных обозначений, сравнительных характеристик, назначения, изображения сечений на чертежах.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

2.1. Система условных обозначений подшипников качения определена по ГОСТ 3189-89. Смотри, например, [1, с.17], [2], [3, с.340], [6]. В приложении 1 приведены сведения, необходимые для выполнения заданий данной лабораторной работы.

2.2. Типы подшипников и их конструктивные исполнения установлены по ГОСТ 3395-89.

Описание типов, их назначение, преимущества и недостатки, размеры и характеристики приведены в [1], [2], [3, с.340], [4, 405], и выборочно в приложении 1.

2.3. По ГОСТ 520-89 регламентированы следующие классы точности:

О; 6; 5; 4; 2; Т – подшипники шариковые радиальные и радиально-упорные, роликовые радиальные;

О; 6; 4; 2 – упорные и упорно-радиальные;

О; 6Х; 6; 5; 4; 2 – роликовые конические.

Также введены два грубых (перед «0») класса точности 8 и 7.

Предельные отклонения размеров подшипников по классам точности и их посадки определены по ГОСТ 3325-85.

2.4. Расчетная предельная частота вращения подшипника n'_{\max} вычисляется по его среднему диаметру $d_m = (d + D) / 2$ и скоростному параметру $(d_m n)$ мм·мин⁻¹: $n'_{\max} = (d_m n) / d_m$ мин⁻¹.

2.5. При вычерчивании сечений подшипников на чертежах сепараторы не показывают. Правила выполнения сечений см. [5, с.117] и приложение 1.

3. ОБЪЕКТЫ И СРЕДСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Объектами изучения являются пять-шесть подшипников качения, объединенных какими-либо закономерными признаками в комплект.

Для выполнения работы преподавателем выдается студенту номер задания и его вариант, соответствующий этому комплект подшипников, измерительный инструмент, необходимая справочная литература.

4. ЗАДАНИЯ И ВАРИАНТЫ КОМПЛЕКТОВ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ К ЛР 10

№ задания	Вариант	Комплекты					
		Условное обозначение подшипников					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1000904	66-104	5-204Ю	60204	76-304	180504С2
	2	1000905	65-105Э1	205	5-160505	305Л2	6-405
	3	6-106Х2	206	5-50206	180506С5	306	70-406
	4	1000907	107Р3	6-207	160507	5-307	407Т2
2	1	2104Э	20-2204	6-32204А	42204	42204А	-----
	2	3182105	5-32205	26-2505	2305К	32605Р3	-----
	3	66-32106	32206	32206А	5-2306Ю1	42606	-----
	4	-----	30-2207	12507М1	36-2307	5-42607	32607
3	1	5-204Б	70-205	6-206Т2	32204	30-32205	32206
	2	66-304Ю	5-305	80-306Р1	2204	2205	2206
	3	60-106	32106Э	4074106	5-104	2104К	4074104
	4	5-207Д	307Х3	60-407У	46-2207	2307	42607
4	1	11205	5-1206	6-1306	1506Ю	1606Х1	111306
	2	1508	6-1308	5-1608	3508Л2	3608Х	53508
	3	6-1207	11506Ю	111307	1607Р2	5-1608	1609Х1
	4	1206Э	6-1207	1208Т1	1506К	6-1507	1508
5	1	5-36105	36205Ш	46205	6-46305	36204	36206Ю
	2	36106Л	6-36206	46106	46206	46306Т2	5-66406
	3	36208	4-36308Б	6-46108	46208К	46308	66408Э
	4	236206	346206	436206	5-446206	446306	466305К
6	1	2007106	6.-7206	7506Х3	7506А	7306	6Х-7606Д
	2	6Х-7304	6.-7305	5.-7306	27306Э	27606А	97506Ю
	3	36204Л	36205	36206	6.-7204	7205Р1	5.-7206
	4	46304	46305Ю	5-46306	6-7304Э	7305Х2	7306Т2
7	1	8106Х	6.-8206	8306	38206	8205	8204Р2
	2	8108Р1	8208	6 -8308	38208	8209	май.10
	3	8206	6 -8207Д	8208Х3	38206	6 -38207	38208
	4	8106	6 -8107Т2	8108	5 -8206	8207	8208К

Примечание. Номера заданий и вариантов выдаются из данной таблицы преподавателем в случае отсутствия натуральных комплектов подшипников качения.

1.

5. ОХРАНА ТРУДА

Общие правила по технике безопасности и производственной санитарии в лаборатории для сотрудников и студентов изложены в инструкции № 289.

Для данной работы следует подчеркнуть, что подшипники необходимо надежно фиксировать торцовыми поверхностями на плоскости стола от падения.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1. Для заданного преподавателем комплекта подшипников расшифровать их условные обозначения по ГОСТ 3189-89.

6.2. По типу и конструктивному исполнению подшипников определить их назначение и особенности.

6.3. Измерить и рассчитать по формулам (см. Приложение 1, раздел 2) основные размеры подшипников:

$$d; D; B; T \text{ или } H; D_w; D_{pw}; S; S_1; h; Z.$$

Результаты занести в таблицу (см. пример «Отчета» в Приложении 2).

6.4. Из литературы или табл. П5 Приложения 1 выписать характеристики подшипников C, C_0 кН; n_{\max} мин⁻¹; массу m кг.

6.5. По величине скоростного параметра (см. Приложение 1, раздел 3) ($d_m n$) мм·мин⁻¹ определить расчетную предельную частоту вращения n'_{\max} подшипников и сравнить ее с паспортной n_{\max} из каталога.

6.6. В масштабе 1:1 вычертить сечения заданных подшипников по порядку их расположения в комплекте задания, группируя по типам, а внутри типов по возрастанию динамической грузоподъемности C . (см. пример «Отчета», Приложение 2).

Проведя ординаты из середины ширин ($B/2$) подшипников, ниже сечений построить графики C, C_0, m и n'_{\max} . В случае, если рисунки не убираются на листе формата А4, то формат листа следует увеличить.

6.7. Дать заключение об изменении:

- 1) размеров подшипников в зависимости от серии, типа;
- 2) грузоподъемностей C, C_0 , и массы m в зависимости от типа, серии;
- 3) частоты вращения n_{\max} в зависимости от размеров, типа.

6.8. Привести рабочее место в порядок, сдать лично в руки преподавателя подшипники, инструмент, литературу.

7. УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА.

О выполненной работе каждый студент представляет индивидуальный письменный отчет, оформленный на типовых бланках кафедры (при их наличии) или на листах бумаги формата А4 по правилам выполнения текстовых документов согласно ГОСТ 2.105-95 ЕСКД и СТП-1-У-НГТУ-98.

Пример формы отчета и его содержания приведены в Приложении 2.

8. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Устройство подшипников качения.
2. Характеристика типов подшипников.
3. Серии подшипников, их влияние на габаритные размеры, грузоподъемность и быстроходность.

4. Классы точности и ряды радиальных зазоров.
5. В чем разница понятий «ширина» и «монтажная высота»?
6. Уметь расшифровывать любой пример условного обозначения , предложенный преподавателем.
7. Что такое динамическая и статическая грузоподъемности подшипника? Как они определяются?
8. Как рассчитать предельную частоту вращения подшипника?
9. Из каких материалов изготавливают детали подшипников?
10. Какую нагрузку (по направлению и соотношению величин) могут воспринимать подшипники 305, 2305, 42305, 46305, 8305?
11. Какой подшипник из пары имеет большую грузоподъемность 106 или 80106; 60308 или 208; 205 или 2205; 36210 или 7210; 7212 или 7212A; 7207 или 7507?
12. Какой подшипник воспринимает большую осевую силу: 310 или 70-310?
13. Какие подшипники имеют большие размеры : 204 или 304; 7508 или 7508A; 36205 или 46205; 7306 или 7606?

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Подшипники качения : Справочник – каталог / Под ред. В.Н. Нарышкина и Р.В. Коросташевского. – М.: Машиностроение, 1984, - 280 с.
2. Перель Л.Я., Филатов А.А. Подшипники качения: Справочник. – М.: Машиностроение, 1992.- 606 с.
3. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник. – М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.
4. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно–методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 2. – М.: Машиностроение, 1988.- 544 с.
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие. – М.: Высш. шк.: 1985 - 416 с. (кроме этого изд. 1998, 2000, 2001 гг.)
6. Черменский О.Н. Подшипники качения: Справочник–каталог / О.Н. Черменский, Н.Н. Федотов.– М.: Машиностроение, 2003.– 576 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

1. СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.

По ГОСТ 3189-89 полное условное обозначение подшипника состоит из основного обозначения (7 знаков) и дополнительных знаков, располагающихся справа и слева от основного обозначения.

Схема **основного обозначения** подшипников с диаметрами $d \geq 10$ мм (кроме $d = 22, 28, 32, 500$ и более мм).

X	XX	X	X	XX
<i>серия</i>	<i>конструктивное</i>	<i>тип</i>	<i>серия</i>	<i>диаметр</i>
<i>ширин</i>	<i>исполнение</i>		<i>диаметров</i>	<i>отверстия</i>

1. *Диаметр отверстия* обозначают цифрами, равными $d / 5$, начиная с $d = 20$ мм ($20:5 = 04$). При $d = 10$ мм обозначение 00, $d = 12$ мм – 01, $d = 15$ мм – 02, $d = 17$ мм – 03. Диаметры 22, 28, 32, 500 и более обозначаются цифрами размеров через дробь. Например: 602/32 ($d = 32$); 20071/1175 ($d = 1175$ мм).

2. *Размерные серии*: **3-я цифра** справа – **серия диаметров**, **7-я цифра** справа – **серия ширины** (табл. П-1)

Таблица П-1

Обозначение серий подшипников

Серия диаметра		Серия ширины		Пример обозначения подшипника
Наименование	3-я цифра	Наименование	7-я цифра	
Сверхлегкая (две)	8 или 9	узкая	7	7000800
		нормальная	1	1000800
		широкая	2	2002800
		особоширокие	3, 4, 5, 6	4024800
Особолегкая (две)	1	узкая	7	7000100
		нормальная	0	100
		широкая	2	2002100
		особоширокие	3, 4, 5, 6	3004100
	7	узкая	7	7000700
		нормальная	1	1002700
		широкая	2	2002700
		особоширокие	3, 4	3003700
Легкая	2	особоузкая	8	800200
		узкая	0	200
		нормальная	1	1000200
		особоширокие	3,4	3003200
	5	широкая	0	2500

Окончание табл. П-1

Серия диаметра		Серия ширины		Пример обозначения подшипника
Наименование	3-я цифра	Наименование	7-я цифра	
Средняя	3	особоузкая	8	8000300
		узкая	0	300
		нормальная	1	1002300
		особоширокая	3	3056300
Тяжелая	4	широкая	0	7600
		узкая	0	400
Тяжелая	4	широкая	2	2086400
		узкая	0	400
Ненормальные диаметры отверстия.	9*	неопределенная	0	2910 ($d = 48\text{мм}$)

Примечание к таблице П-1:

*Диаметры отверстия, выражающиеся дробным числом или некратным 5, обозначают знаками равными округленному целому числу от деления d на 5 (например: $48 : 5 = 9,6 = 10$). На 3-ем месте справа ставится цифра 9. Серию называют неопределенной.

3. **Четвертая цифра** основного обозначения определяет *тип* подшипника, **5-я и 6-я цифры** (от 00 до 99) представляют конструктивные исполнения типа. Типы и конструктивные исполнения подшипников определены по ГОСТ 3395-89, выборка из которого приведена в таблице П-2.

Таблица П-2

Типы и их некоторые конструктивные исполнения по ГОСТ 3395-89

Тип подшипника	Конструктивное исполнение			Пример обозначения подшипника
	Обозначение	Наименование	ГОСТ подшипника	
Тип 0 – радиальный шариковый	00	Однорядный	8338	308
	05	Однорядный с канавкой на наружном кольце	2893	50205
	06	Однорядный с одной защитной шайбой	7242	60104
	08	Однорядный с двумя защитными шайбами	7242	80220
	16	Однорядный с односторонним уплотнением	8882	160506
	18	Однорядный с двухсторонним уплотнением	8882	180203

Продолжение табл. П-2

Тип подшипника	Конструктивное исполнение			Пример обозначения подшипника
	Обозначение	Наименование	ГОСТ подшипника	
Тип 1 – радиальный шариковый сферический	00	Двухрядный	5720	1210
	01	Двухрядный на закрепительной втулке	8545	11204
	11	Двухрядный с коническим отверстием	5720	111307
Тип 2 – радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами	00	Однорядный без бортов на наружном кольце	8328	2110
	01	Однорядный с одним бортом на наружном кольце	8328	12211
	03	Однорядный без бортов на внутреннем кольце	8328	32207
	04	Однорядный с одним бортом на внутреннем кольце	8328	42606
	10	Однорядный без бортов на наружном кольце и двумя запорными шайбами, без сепаратора	8328	102312
	18	Двухрядный с бортами на внутреннем кольце, коническим отверстием	7634	3182110
Тип 3 – радиальный роликовый сферический	00	Двухрядный	5721	3508
	11	Двухрядный с коническим отверстием	5721	113615
	05	Двухрядный с симметричными роликами	24696	53612
Тип 4* – радиальный роликовый игольчатый	07	Однорядный с наружными и внутренними кольцами без сепаратора	4657	4074110

Продолжение табл. П-2

Тип подшипника	Конструктивное исполнение			Пример обозначения подшипника
	Обозначение	Наименование	ГОСТ подшипника	
Тип 6 – радиально-упорный шариковый	03	Однорядный неразъемный со скосом на наружном кольце и углом контакта $\alpha = 12^\circ$ То же, $\alpha = 26^\circ$ То же, $\alpha = 36^\circ$	831	36107
	04		831	46205
	06		831	66410
	23	Сдвоенный. Наружные кольца обращены друг к другу широкими торцами, $\alpha = 12^\circ$ То же, $\alpha = 26^\circ$ То же, $\alpha = 36^\circ$	832	236207
	24		832	–
	26		832	266130
	33	Сдвоенный. Наружные кольца обращены друг к другу узкими торцами, соответственно $\alpha = 12, 26, 36^\circ$	832	–
	34			346206
	36			366408
	43	Сдвоенный. Наружные кольца обращены друг к другу разноименными торцами, $\alpha = 12, 26, 36^\circ$	832	436205
44	446202			
46	466307К			
Тип 7 – радиально-упорный роликовый конический	00	Однорядный, $\alpha < 20^\circ$	333	7205
	00	То же повышенной грузоподъемности	27365	7205А
	02	Однорядный, $\alpha > 20^\circ$ повышенной грузоподъемности		27310А 1027310А
	09	Двухрядный, $\alpha < 20^\circ$	6364	97506
	07	Четырехрядный, $\alpha = 11-17^\circ$	8419	2077140
	Тип 8 – упорный или упорно-радиальный шариковый	00	Упорный одинарный	6874
03		Упорный двойной	7872	38211
16		Упорно-радиальный одинарный	–	168140
17		Упорно-радиальный сдвоенный, $\alpha = 60^\circ$	20821	178800

Примечания к табл. П-2. 1. Иначе его называют роликовый с длинными цилиндрическими роликами. 2. **Тип 5** – радиальный роликовый с витыми роликами (в ГОСТ 3395-89 отсутствует). 3. Тип 9 – упорный или упорно-радиальный роликовый (см. ГОСТ 3395-89).

Дополнительные знаки слева от основного обозначения отделяются от него тире и указывают:

X	X	X	X	–	XXXXXXXX
Категория подшипника (С не указывают)	Ряд момента трения (1, 2, 3 ... 9)	Группа радиального зазора (0, 1, 2, ... 9)	Класс точности по ГОСТ 520-89		<i>Основное обозначение</i>

По техническим требованиям подшипники разделяют на **три категории: А, В, С** (А – высшая).

Для подшипников *шариковых радиально-упорных* вместо группы радиального зазора указывается *степень предварительного натяга* (1, 2, 3).

Дополнительные знаки справа от основного обозначения определяют материал деталей, конструктивные изменения, смазку, требования по уровню вибрации и шума, специальные технические требования, т.е. *отличия от стандартных подшипников*. Дополнительные знаки справа начинаются с **заглавной буквы русского алфавита**, при необходимости с цифрами.

Например:

А – подшипник повышенной грузоподъемности;

Ю, Ю1... – детали из нержавеющей стали;

Х, Х1... – кольца и тела качения или только кольца из цементируемой стали;

Р, Р1... – детали из теплостойких сталей.

Сепаратор из :

Г, Г1... – из черных металлов ;

Б, Б1... – из безоловянной бронзы;

Д, Д1... – из алюминиевого сплава;

Л, Л1... – из латуни;

Е, Е1... – из пластических материалов;

Я, Я1... – детали из редко применяемых материалов (твердых сплавов, стекла, керамики и др.);

Э, Э1... – детали из стали марки ШХ с присадками (ванадий, кобальт и др.);

К, К1... – конструктивные изменения деталей. Для роликовых цилиндрических подшипников «К» обозначает стальной штампованный сепаратор;

М, М1... – роликовые подшипники с модифицированным контактом;

У, У1... – специальные требования (ужесточение) по шероховатости, точности вращения, покрытию и т.д.;

Т, Т1... – обозначение температуры стабилизирующего отпуска деталей;

С, С1... – вид смазочного материала для подшипников закрытого типа;

Ш, Ш1... – величины уровня вибрации.

Если полное условное обозначение на торце подшипника не размещается, то подшипник маркируется только основным обозначением, а дополнительные знаки вносятся в сопроводительные документы.

2. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОДШИПНИКОВ

Каждая размерная серия определяет по ГОСТ 3478-79 диаметры d и D , ширины или высоты B , T , H , координаты фасок. Для заданий данной работы размеры подшипников представлены в табл. П-3 и на рис. П-1.

Для конических отверстий внутренних колец установлена конусность 1:12, причем наименьший диаметр конуса равен d .

Таблица П-3

Основные размеры подшипников

1. Радиальные и радиально-упорные подшипники (кроме конических)												
d	С е р и и											
	9 и 1		1 и 0		2 и 0, (5)*			3 и 0, (6)*			4 и 0	
	D	B	D	B	D	B	(B)	D	B	(B)	D	B
20	37	9	42	12	47	14	18	52	15	21	72	19
25	42	9	47	12	52	15	18	62	17	24	80	21
30	47	9	55	13	62	16	20	72	19	27	90	23
35	55	10	62	14	72	17	23	80	21	31	100	25
40	62	12	68	15	80	18	23	90	23	33	110	27

2. Роликовые конические однорядные подшипники

d	С е р и и											
	1 и 2		2 и 0, (5)*					3 и 0, (6)*				
	D	$B=T$	D	B	T	(B)	(T)	D	B	T	(B)	(T)
20	42	15	47	14	15,25	18	19,25	52	15	16,25	21	22,25
25	47	15	52	15	16,25	18	19,25	62	17	18,25	24	25,25
30	55	17	62	16	17,25	20	21,25	72	19	20,75	27	28,75
35	62	18	72	17	18,25	23	24,25	80	21	22,75	31	32,75

3. Упорные одинарные подшипники

3. Упорные одинарные подшипники										4. Упорные двойные подшипники			
d	С е р и и									d	С е р и и 2 и 0		
	1 и 0			2 и 0			3 и 0				D	H	a
	D	H	h	D	H	h	D	H	h				
20	35	10	2,7	40	14	4	47	18	5	25	47	28	7
25	42	11	3,2	47	15	4,2	52	18	5	30	52	29	7
30	47	11	3,2	52	16	4,8	60	21	6	35	62	34	8
35	52	12	3,6	62	18	5	68	24	7	40	68	36	9
40	60	13	3,6	68	19	5,2	78	26	7,6				
45	-	-	-	73	20	5,7	-	-	-				
50	-	-	-	78	22	6,3	-	-	-				

Примечания. 1. В обозначении серий первая цифра соответствует серии диаметров, вторая (после "и") – серии ширин. 2. * Цифры в скобках и соответственно размеры (B) и (T) обозначают: **5** – легкую широкую, **6** – среднюю широкую серии.

Основные размеры для вычерчивания сечений подшипников

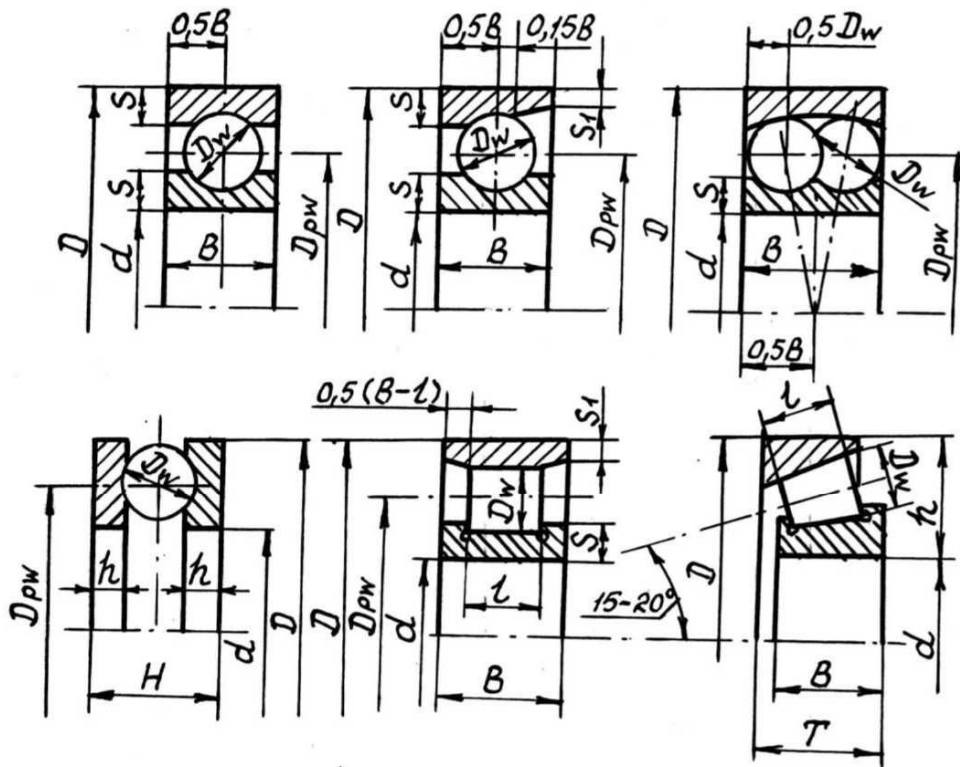


Рис.П-1

На рис.П-1 обозначено:

D_{pw} – диаметр расположения осей тел качения.

Для всех подшипников, кроме роликовых конических, $D_{pw} = (D + d) / 2$;

$D_w \approx k_1(D - d)$ – диаметр тела качения;

$l \approx k_2D_w$ – длина ролика;

S, S_1 – толщина наружных участков колец: $S \approx k_3(D - d)$; $S_1 \approx k_4(D - d)$;

Z – число тел качения в одном ряду, $Z \approx t(D + d) / (D - d)$.

Величины коэффициентов k_i ($i = 1, 2, 3, 4$), t приведены в табл. П-4.

Таблица П-4

Значения коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4, t

Тип подшипника	k_1	k_2	k_3	k_4	t
0000, 6000	0,32	–	0,15	0,075	2,9
1000	0,25	–	0,17	–	5
2000	0,25	1,0	0,16	0,1	5
Серии ЛШ, СШ	0,25	1,5...1,7	0,16	0,1	5
3000	0,25	$l = 0,36B$	–	–	5,3
74000	0,08...0,13	–	–	–	–
7000*	0,25...0,265	2,3...2,4	–	–	–
8000	0,34	–	–	–	3,56

Примечания к табл. П-4. 1. *для типа 7000 соотношение размеров взято из [4, с.411]: $h = 0,5(D - d)$; $B = (0,9 \dots 1)h$ и $T = (1 \dots 1,25)h$ – для легкой серии; $B = (0,7 \dots 0,9)h$ и $T = (0,85 \dots 1)h$ – для средней серии.

Правила построения сечения конического роликоподшипника см. [5, с.118].

2. Размер h у подшипника типа 8000 – по каталогу.

3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДШИПНИКОВ

В таблице П-5 даны значения скоростного параметра $(d_m n)10^{-5}$ мм·мин⁻¹

Таблица П-5

Скоростной параметр $(d_m n)10^{-5}$ мм·мин⁻¹ подшипников качения

Тип подшипника	Смазка	
	Пластичная	Жидкая
Шариковый: радиальный однорядный и с защитными шайбами; радиальный однорядный с уплотнениями; сферический двухрядный; радиально-упорный с углом контакта α до 26°; упорный одинарный	4,5	5,5
	4,0	5,5
	1,3	1,8
Роликовый: радиальный с короткими цилиндрическими роликами; конический однорядный; конический двухрядный; конический четырехрядный.	4,0	5,0
	2,5	3,0
	2,0	3,0
	1,8	2,5

Основные характеристики подшипников представлены в таблице П-6. Перед использованием таблицы следует прочитать примечания к ней.

Таблица П-6

Основные характеристики подшипников [1] по типоразмерам

<i>d</i>	1000900					100					200					300				
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>
20	6,55	3,04	18	22	0,035	9,36	4,5	17	20	0,07	12,7	6,2	15	18	0,1	15,9	7,8	13	16	0,14
25	7,32	3,68	15	18	0,12	11,2	5,6	15	18	0,08	14	6,95	12	15	0,12	22,5	11,4	11	14	0,23
30	7,59	4	13	16	0,049	13,3	6,8	12	15	0,12	19,5	10	10	13	0,2	28,1	14,6	9	11	0,34
25	10,4	5,65	11	14	0,086	15,9	8,5	10	13	0,16	25,5	13,7	9	11	0,29	33,2	18	8,5	10	0,44
40	12,2	6,9	10	13	0,11	16,8	9,3	9,5	12	0,19	32	17,8	8,5	10	0,36	41	22,4	7,5	9	0,63

<i>d</i>	400					160500, 180500					1200*, 111200					1500*, 111500				
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>
20	-	-	-	-	12,7	6,2	10	-	0,14	9,95	3,18	15	18	0,12	-	-	-	-	-	-
25	36,4	20,4	9	11	14	6,95	8,5	-	0,15	12,1	4	13	16	0,22	-	-	-	-	-	-
30	47	26,7	8,5	10	19,5	10	7,5	-	0,3	15,6	5,8	10	13	0,22	15,3	5,7	9,5	12	0,26	-
35	55,3	31	7	8,5	25,5	13,7	6,3	-	0,39	15,9	6,6	9	11	0,32	21,6	8,2	8,5	10	0,4	-
40	63,7	36,5	6,7	8	30,3	16,6	5,6	-	0,45	19	8,55	8,5	10	0,42	22,5	9,45	7,5	9	0,51	-

<i>d</i>	1300, 111300					1600					2100, 32100					2200, 32200, 42200				
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>
20	12,5	3,66	12	15	0,16	-	-	-	8,8	4,7	16	20	0,08	14,7	7,35	15	18	0,13	-	-
25	17,8	6	9,5	13	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	16,8	8,8	12	15	0,15	-	-
30	21,2	7,7	9	11	0,39	31,2	10	8,5	10	0,5	17,9	7,85	12	15	0,14	22,4	12	10	13	0,24
35	25,1	9,8	7,5	9	0,5	39,7	12,9	7	8,5	0,68	-	-	-	31,9	17,6	9	11	0,35	-	-
40	29,6	12,2	6,7	8	0,7	44,9	15,7	6,3	7,5	0,93	-	-	-	41,8	24	8,5	10	0,4	-	-
45	-	-	-	-	54	19,4	5,6	6,7	1,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>d</i>	32200А, 42200А			2500, 12500, 32500			2300, 32300, 42300			32600, 42600										
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>								
20	25,1	12,6	15	18	0,11	-	-	-	-	-	-	-								
25	28,6	15,2	12	15	0,13	22,9	12,9	11	14	0,19	28,6	15	9,5	12	0,3	41,8	24,5	9	11	0,3
30	38	19,6	10	13	0,2	-	-	-	-	-	36,9	20	8,5	10	0,4	50,1	29	8	9,5	0,71
35	48,4	26,5	9	11	0,29	47,3	29	8,5	10	0,48	44,6	27	8	9,5	0,55	58,3	38	7	8,5	0,85
40	53,9	29,5	8,5	10	0,37	56,1	35	7,5	9	0,56	56,1	32,5	6,7	8	0,78	80,9	51	6,3	7,5	1,09

<i>d</i>	36100			36200			46200			46300										
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>								
20	10,6	5,32	22	30	0,068	15,7	8,31	16	20	0,09	14,8	7,61	15	20	0,1	17,8	9	12	16	0,17
25	11,8	6,29	19	24	0,122	16,7	9,1	13	17	0,122	15,7	8,34	11	15	0,144	26,9	14,6	9	12	0,23
30	15,3	8,57	17	22	0,195	22	12	11	16	0,19	21,9	12	10	13	0,232	32,6	18,3	8	10	0,402
35	19,1	11,3	16	20	0,25	30,8	17,8	10	12	0,27	29	16,4	9	11	0,289	42,6	24,7	7	9,5	0,542
40	-	-	-	-	-	38,9	23,2	9,5	13	0,37	36,8	21,3	8	9	0,37	50,8	30,1	6,3	8,5	0,747

<i>d</i>	7200			7300			8100			8300										
	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>C</i> ₀	<i>n</i> _{max}	<i>m</i>								
20	21	13	8	11	0,12	26	17	8	11	0,17	12,7	21,2	5,6	7,5	0,04	-	-	-	-	-
25	24	17,5	7,5	10	0,15	33	23,3	6,7	9	0,25	15,9	25,7	4,8	6,3	0,06	33,8	50	3,4	4,5	0,18
30	31	22	6,3	8,5	0,23	43	29,5	5,6	7,5	0,46	16,8	29	4,5	6	0,07	40,3	66,5	2,8	3,8	0,27
35	38,5	26	5,3	7	0,33	54	38	5	6,7	0,5	17,4	36,5	4,3	5,6	0,084	49,4	83,5	2,4	3,4	0,39
40	46,5	32,5	4,8	6,3	0,45	66	47,5	4,5	6	0,7	23,4	50	3,8	5	0,12	65	107	2	3	0,55
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,2	55	3,4	4,5	0,15	71,5	130	1,9	2,8	0,69
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,2	60	3,4	4,5	0,16	87,1	161	1,8	2,6	1,0

Продолжение табл. П-6

Подшипник	C	C_0	n_{\max}	m
3508	57	33,3	4,5	5,6
53508	73,6	47,5	4,5	5,6
3608	95	64,9	4,3	5,3
4074104	22	17,9	6,3	8
4074106	30	29,5	4,5	5,6
3182105	26,3	13,2	12	15
36308	53,9	32,8	7	9,5
46106	14,5	7,88	11	14
46108	18,9	11,1	10	13
66406	43,8	27,6	5	6,7
66408	72,2	42,3	4,3	5,6
236206	37,7	26,1	10	13
436206	37,7	26,1	10	13
346206	35	24	10	13
416206	35	24	10	13
446306	53	36,7	8	10
466305K	44,5	28,6	7,5	10
2007106	27	19,9	6,7	9
7506	36	27	6,3	8,5
7506A	47,3	37	6,3	8,5
97506	61	54	5	6,3
27306	35	20,6	5	6,3
7606	63	51	5,3	7
27606A	65	57	5,3	7

d	8200, 38200			
	C	C_0	n_{\max}	m
20	19,9	30	4,3	5,6
25	24,7	40	3,8	5
30	25,5	46	3,6	4,8
35	35,1	66,5	3,2	4,3
40	39,7	78,5	2,8	3,8
45	41	89	2,6	3,6
50	43	103	2,4	3,4

Примечания к табл. П-6.

1. Размерность C , C_0 – кН; n_{\max} – мин⁻¹; m – кг.
2. Табличное значение n_{\max} следует умножить на 10^3 .
3. Первая величина n_{\max} – для пластичной смазки, вторая – для жидкой.
4. * – характеристики типоразмера **11205** соответствуют типоразмеру **1206**; **11506** соответствуют **1507**;
5. ** – числитель m соответствует типоразмеру **8200**, знаменатель m – **38200**.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Пример выполнения отчета

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Задание 3. Вариант 5.

Комплект подшипников: 66-2308; 5-308; 70-208X1; 2208; 6-408; 32508Ю.

Выполнение работы

1. РАСШИФРОВКА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

Таблица 1

Параметры	Условное обозначение подшипников					
	70-208X1	5-308	6-408	2208	66-2308	32508Ю
Т и п	Радиальный шариковый			Радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами		
Конструктивное исполнение	О д н о р я д н ы е			Без бортов на наружном кольце	Без бортов на внутреннем кольце; с деталями из нержавеющей стали	
	Кольца из цементируемой стали					
Серия	Легкая	Средняя	Тяжелая	Легкая	Средняя	Легкая
	У з к а я			У з к а я		Широкая
Диаметр отверстия d , мм	40	40	40	40	40	40
Класс точности	0	5	6	0	6	0
Ряд радиального зазора	7	Нормальный		Нормальный	6	Нормальный

2. НАЗНАЧЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ

1. Тип 0000 – радиальные шариковые однорядные подшипники предназначены для восприятия радиальных нагрузок. Они могут воспринимать и осевые нагрузки (при $F_a / (VF_r) \leq e$ (e – параметр осевого нагружения) в двух направлениях, особенно при увеличенных зазорах. Обладают большой быстроходностью, самоустанавливающиеся;

2. Тип 2000 – роликоподшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами предназначены для восприятия значительных радиальных нагрузок. Осевые силы не воспринимают, одно из колец съемное, самоустанавливающиеся.

3. С увеличением номера серии растут грузоподъемность и внешние габариты подшипников.

3. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

Таблица 2

Обозначение подшипников	Размеры, мм, (см. на схеме – раздел 6)								
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>D_н</i>	<i>D_{пр}</i>	<i>l</i>	<i>Z</i>	<i>S</i>	<i>S₁</i>
70–208X1	40	80	18	12,8	60	–	9	6	–
5–308	40	90	23	16	65	–	8	7,5	–
6–408	40	110	27	22,4	75	–	6	10,5	–
2208	40	80	18	10	60	10	15	6,4	4
66–2308	40	90	23	12,5	65	12,5	13	8	5
32508Ю	40	80	23	10	60	16	15	6,4	4

4. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 3

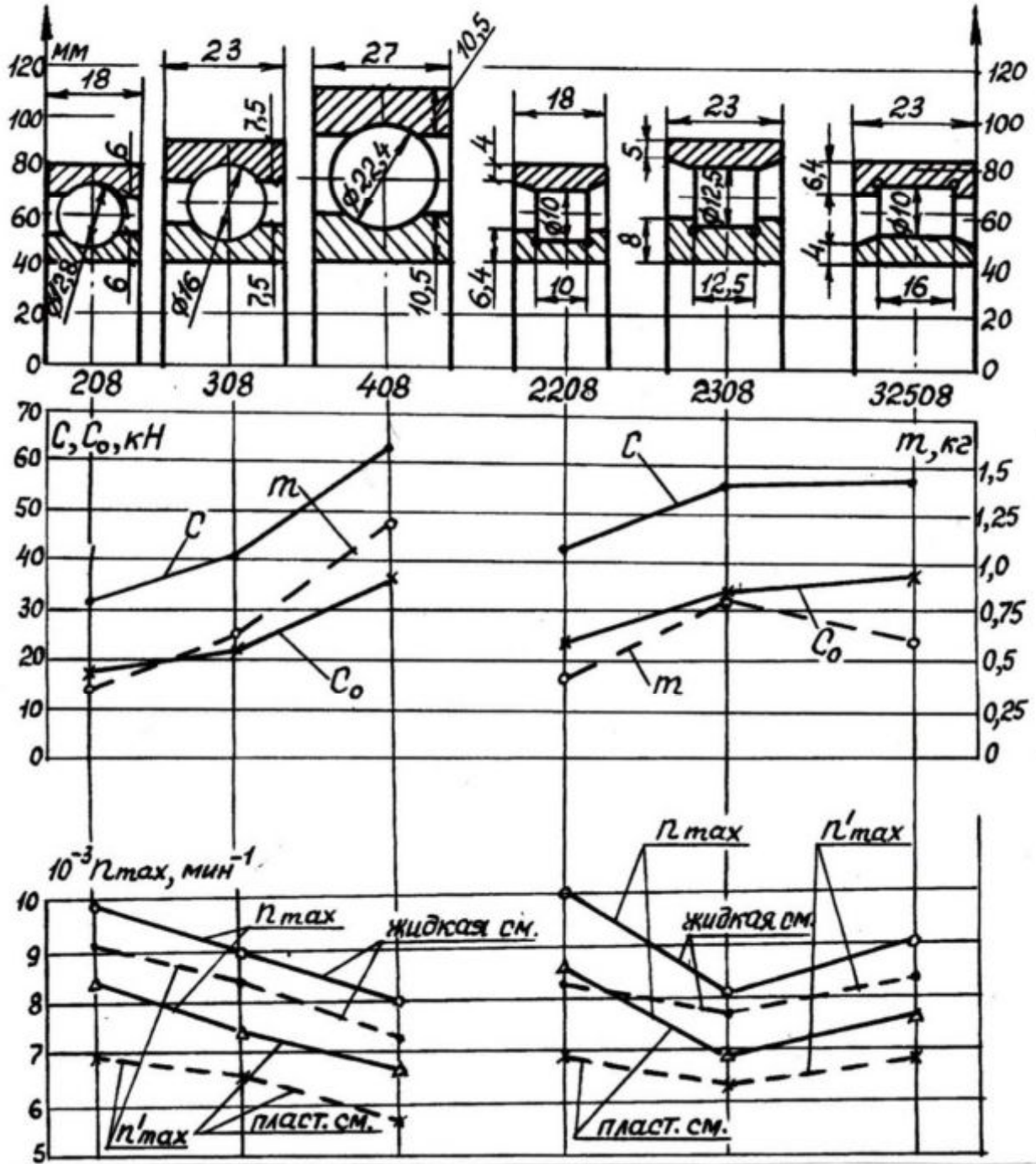
Обозначение подшипников	Грузоподъемность, кН		<i>n</i> _{max} мин ⁻¹		Масса <i>m</i> , кг
	<i>C</i>	<i>C₀</i>	жидкая, см.	пластич. см.	
70–208X1	32,0	17,8	10000	8500	0,36
5–308	41,0	22,4	9000	7500	0,63
6–408	63,7	36,5	8000	6700	1,20
2208	41,8	24,0	10000	8500	0,40
66–2308	56,1	32,5	8000	6700	0,78
32508Ю	56,1	35,0	9000	7500	0,56

5. БЫСТРОХОДНОСТЬ ПОДШИПНИКОВ

Таблица 4

Обозначение	Смазка	$(d_m n) 10^{-3}$ мм.мин ⁻¹	<i>d_m</i> мм	<i>n'</i> _{max} , мин ⁻¹	<i>n</i> _{max} по каталогу
70–208X1	жидкая	5,5	60	9167	10000
	пластичная	4...4,5		6667...7500	8500
5–308	жидкая	5,5	65	8462	9000
	пластичная	4...4,5		6154...6923	7500
6–408	жидкая	5,5	75	7333	8000
	пластичная	4...4,5		5333...6000	6700
2208	жидкая	5,0	60	8333	10000
	пластичная	4,0		6667	8500
66–2308	жидкая	5,0	65	7693	8000
	пластичная	4,0		6154	6700
32508Ю	жидкая	5,0	60	8333	9000
	пластичная	4,0		6667	7500

6. ЭСКИЗЫ СЕЧЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ (М 1:1)
И ГРАФИКИ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗ ТАБЛ.3 И 4.



7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При $d - \text{const}$ с возрастанием серий по диаметрам диаметр D увеличивается в пропорции (по D / D_a):

тип 0000 серии Л : С : Т = 1 : 1,125 : 1,375; С : Т = 1 : 1,22;

тип 2000 серии Л : С = 1 : 1,125.

Ширина B увеличивается в пропорции (по B / B_a):

тип 0000 серии Л : С : Т = 1 : 1,28 : 1,5; С : Т = 1 : 1,174;

тип 2000 серии Л : С = 1 : 1,28.

С возрастанием серии по ширине ($d, D - \text{const}$) B увеличивается для **типа 2000** в отношении ЛУ : ЛШ = 1 : 1,28.

Для заданных подшипников габаритные размеры $d \times D \times B$ от типа не зависят.

2. Отношение грузоподъемностей C и C_0 роликоподшипников к шариковым для одних и тех же серий:

легкая $C_p / C_{ш} = 1,036$; $C_{ор} / C_{ош} = 1,35$;

средняя $C_p / C_{ш} = 1,368$; $C_{ор} / C_{ош} = 1,45$ при одинаковых размерах.

При увеличении серии внутри типа грузоподъемности C и C_0 возрастают в отношении к легкой серии:

тип 0000 $C_a : C_c : C_t = 1 : 1,28 : 2$; $C_c : C_t = 1 : 1,554$;

$C_{ол} : C_{ос} : C_{от} = 1 : 1,26 : 2,05$; $C_{ос} : C_{от} = 1 : 1,63$;

тип 2000 $C_t : C_c = 1 : 1,34$; $C_{ол} : C_{ос} = 1 : 1,35$.

Грузоподъемность подшипника **32508** (легкая широкая серия) такая же, как у **2308** (средняя узкая серия) при меньшем габарите по D на 10 мм.

Масса подшипников возрастает с увеличением серии в отношении :

тип 0000 $m_t : m_c : m_T = 1 : 1,75 : 3,33$; $m_c : m_T = 1 : 1,905$;

тип 2000 $m_t : m_c : m_{шш} = 1 : 1,95 : 1,4$.

3. Расчетное значение быстроходности n'_{max} меньше, чем n_{max} по каталогу. Это занижение, как запас, можно объяснить допускаемыми конструктивными исполнениями основного типа подшипников.

Быстроходность роликовых радиальных подшипников уменьшается незначительно по сравнению с шариковыми радиальными однорядными.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель лабораторной работы.....	3
2. Краткие сведения из теории	3
3. Объект и средства выполнения работ	4
4. Задания и варианты комплектов подшипников качения к ЛР 10.....	4
5. Охрана труда	4
6. Порядок выполнения работы.....	5
7. Указания к составлению отчета	5
8. Вопросы для самопроверки	5
9. Литература	6
ПРИЛОЖЕНИЕ 1: Справочные данные :	
1. Система условных обозначений	7
2. Основные размеры подшипников	12
3. Основные характеристики подшипников	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 : Пример выполнения отчета	18