

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

ВЫБОР ПОСАДОК И ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ ДЛЯ ШЛИЦЕВЫХ ПРЯМОБОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Выполнение расчетно-графической работы

Методические указания для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки
15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель
М. Н. Жукова

Санкт-Петербург
2023

Утверждено
на заседании кафедры материаловедения
и технологии машиностроения
15.11.2022 г., протокол № 2

Рецензент А. А. Таразанов

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Методические указания предназначены для бакалавров очной формы обучения для выполнения расчетно-графической работы.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД
в качестве методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по
паролю. - Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 28.03.2023 г. Рег. № 5008 /22

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб, ул. Ивана Черных, 4.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Шлицевые прямобочные соединения, общие сведения.....	5
Основные параметры шлицевого прямобочного соединения.....	5
Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба.....	9
Примеры условных обозначений шлицевых соединений.....	10
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «Выбор допусков и посадок шлицевого прямобочного соединения».....	11
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 4.....	16
Пример 1. Рассматривается неподвижное шлицевое соединение. Центрирование по внутреннему диаметру.....	16
Пример 2. Рассматривается подвижное шлицевое соединение. Центрирование по ширине шлица.....	20
Пример 3. Рассматривается подвижное шлицевое соединение. Центрирование по наружному диаметру.....	23
ТАБЛИЦА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	39

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении для передачи вращательного движения широко распространены шлицевые соединения. С их помощью соединяют валы с зубчатыми колесами, маховиками, звездочками цепных передач и так далее. Шлицевые соединения применяют в трансмиссиях автомобилей, станков, строительных, сельскохозяйственных и других машин.

Целью выполнения расчетно-графической работы № 4 является ознакомление студентов с основными параметрами шлицевого прямобочного соединения, изучением видов центрирования и приобретение практических навыков выбора, расчета допусков и посадок шлицевого прямобочного соединения.

ШЛИЦЕВЫЕ ПРЯМОБОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шлицевые соединения применяются для соединения втулок, шкивов, муфт, рукояток и других деталей машин с валами.

Преимущество шлицевых соединений перед шпоночными состоит в их большей усталостной прочности, более высокой точности центрирования, способности передавать большие крутящие моменты. Шлицевые соединения применяются для неподвижных и подвижных соединений.

Одним из показателей точности шлицевых соединений является центрирование сопрягаемых деталей. Собираемость шлицевых соединений зависит не только от точности отдельных элементов шлицевого отверстия и вала, но и от точности формы и взаимного положения.

В прямобочных шлицевых соединениях в зависимости от передаваемого крутящего момента основные размеры подразделяются на три серии: легкая, средняя и тяжелая. Число шлицов в легкой и средней серии: 6, 8 и 10, а в тяжелой – 10, 16 и 20.

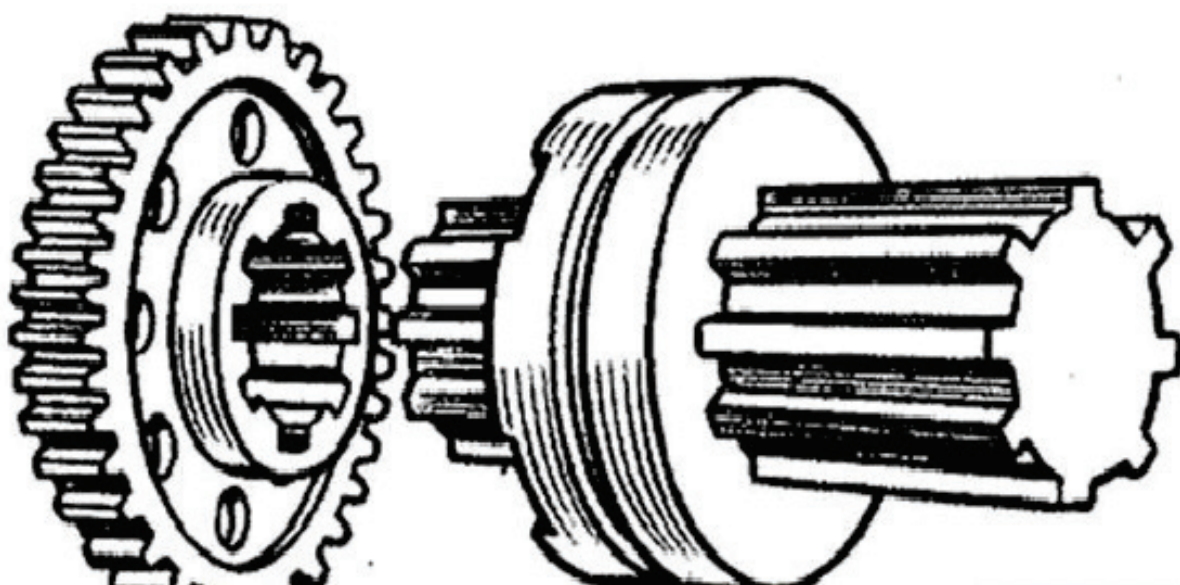


Рис.1. Прямобочное шлицевое соединение

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШЛИЦЕВОГО ПРЯМОБОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ

К основным размерам прямобочного шлицевого соединения относятся (рис. 2):

- D – наружный диаметр;
- d – внутренний диаметр;
- b – ширина шлица.

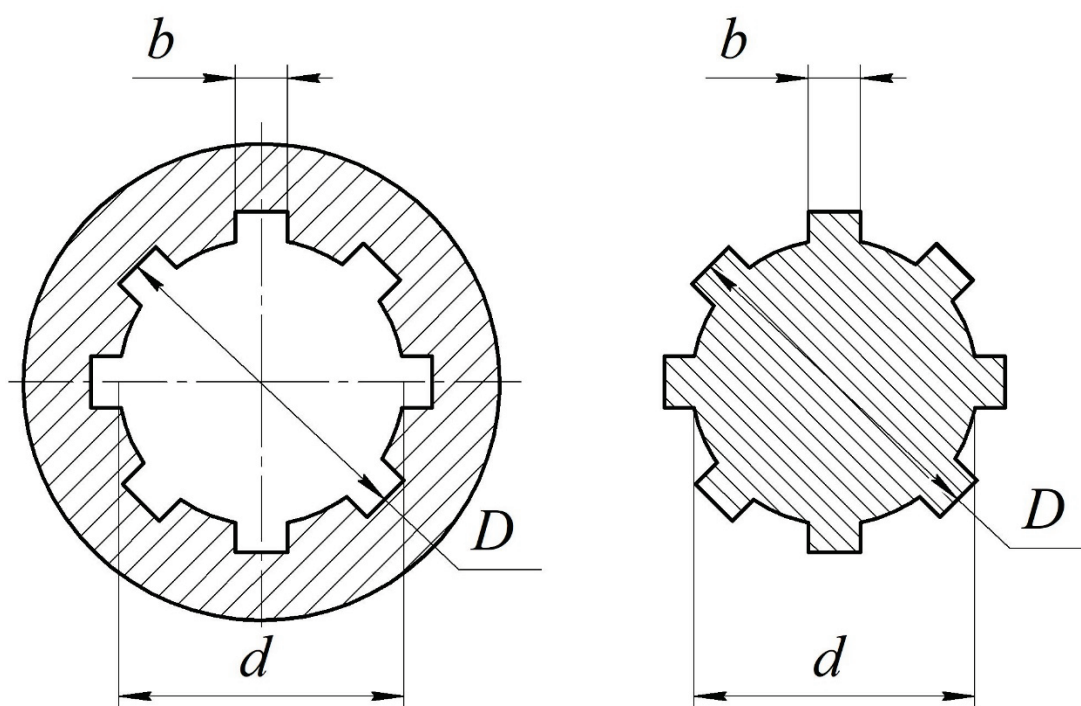


Рис. 2. Основные параметры шлицевого прямобочного соединения

В зависимости от передаваемого крутящего момента установлено три типа соединений: легкой, средней и тяжелой серии (табл. 1).

Таблица 1 – Размеры прямобочных шлицевых соединений, мм
(по ГОСТ 1139-80)

$z \times d \times D$ (z-число зубьев)	b	$z \times d \times D$ (z-число зубьев)	b	$z \times d \times D$ (z-число зубьев)	b
1	2	3	4	5	6
<i>Легкая серия</i>					
6×23×26	6	8×42×46	8	10×72×78	12
1	2	3	4	5	6
6×26×30	6	8×46×50	9	10×82×88	12
6×28×32	7	8×52×58	10	10×92×98	14
8×32×36	6	8×56×62	10	10×102×108	16
8×36×40	7	8×62×68	12	10×102×120	18

<i>Средняя серия</i>					
6×11×14	3,0	6×28×34	7,0	8×62×72	12,0
6×13×16	3,5	8×32×38	6,0	10×72×82	12,0
6×16×20	4,0	8×36×42	7,0	10×82×92	12,0
6×18×22	5,0	8×42×48	8,0	10×92×102	14,0
6×21×25	5,0	8×46×54	9,0	10×102×112	16,0
6×23×28	6,0	8×52×60	10,0	10×112×125	18,0
6×26×32	6,0	8×56×65	10,0		
<i>Тяжелая серия</i>					
10×16×20	2,5	10×32×40	5,0	16×62×72	6,0
10×18×23	3,0	10×36×45	5,0	16×72×82	7,0
10×21×26	3,0	10×42×52	6,0	20×82×92	6,0
10×23×29	4,0	10×46×56	7,0	20×92×102	7,0
10×26×32	4,0	16×52×60	5,0	20×102×115	8,0
10×28×35	4,0	16×56×65	5,0	20×112×125	9,0

Стандартом предусмотрено три вида центрирования: по наружному диаметру D , внутреннему диаметру d и по боковым сторонам шлица b (рис. 3).

При центрировании по наружному (рис. 3,а) и внутреннему диаметрам (рис. 3,б) посадки осуществляются по соответствующим диаметрам и по боковым сторонам шлица, а при центрировании по боковым сторонам (рис. 3,в) – только по боковым сторонам.

Нецентрирующие диаметры шлицевых поверхностей выполняются с такими отклонениями, которые обеспечивают в соединении достаточные зазоры.

В зависимости от вида центрирования предусматривается три вида исполнения шлицевых валов: 1, 2 и 3. Шлицевые валы в исполнении 1 и 3 изготавливаются при центрировании по внутреннему диаметру, а в исполнении 2 – при центрировании по наружному диаметру и боковым сторонам.

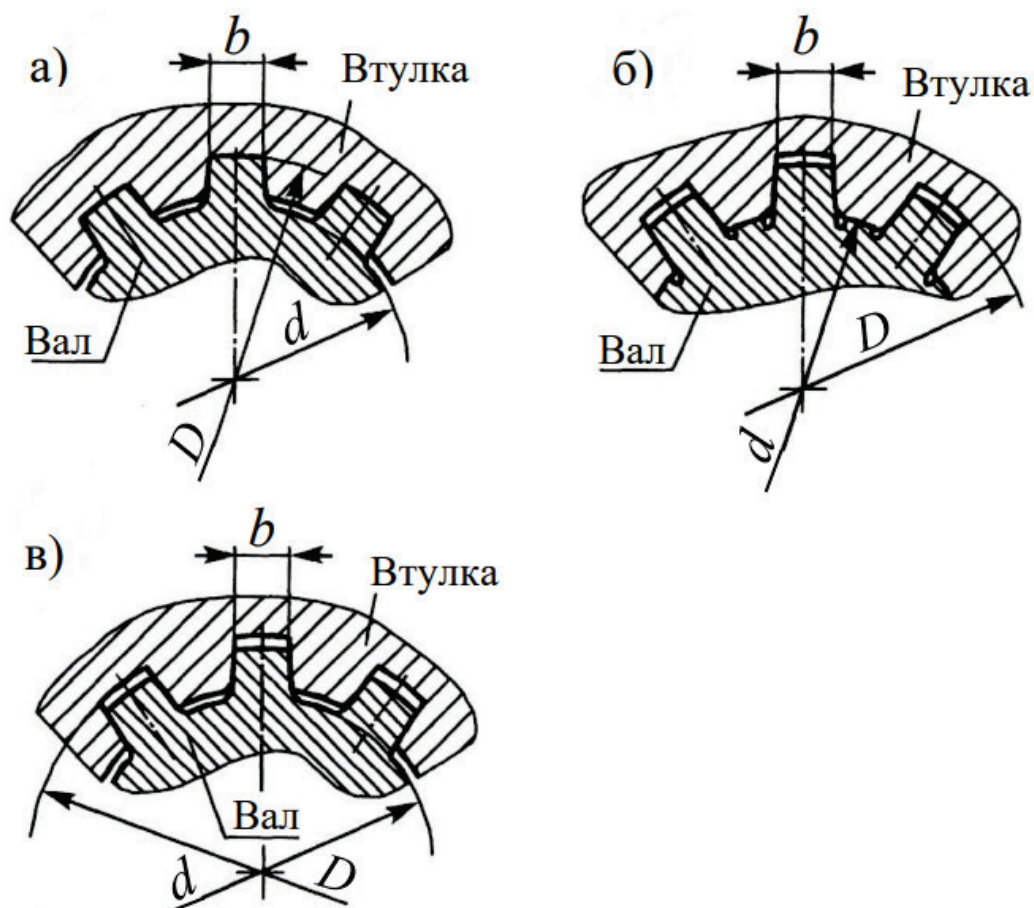


Рис. 3. Виды центрирования: а) по наружному диаметру D ; б) внутреннему диаметру d ; в) боковым сторонам шлица b

Способ центрирования зависит от необходимой точности центрирования и от твердости втулки и вала, т. е. от того, какая деталь закалена.

Для обеспечения высокой точности центрирования следует выбирать центрирование по D или по d . Центрирование по b применяется при невысоких требованиях и соосности элементов.

Центрирование по наружному диаметру D обычно применяется для неподвижных соединений. Реже применяется для подвижных соединений, предназначенных для передачи небольших крутящих моментов, когда для изготовления валов и втулок применяются износостойкие стали. Под подвижным соединением понимается соединение, когда втулка движется вдоль шлицов по валу или наоборот. При неподвижном соединении втулка не имеет возможности двигаться вдоль вала.

Центрирование по D надо выбирать, когда обе детали не закаливаются или когда закален только вал, а центрирование по d , когда закалена втулка.

Центрирование по внутреннему диаметру d целесообразно применять для подвижных соединений и для соединений, предназначенных для передачи больших крутящих моментов, когда шлицевое отверстие подвергается

термической обработке. После термической обработки для устранения дефектов, как правило, предусматривается дополнительная чистовая обработка шлицевого отверстия шлифованием.

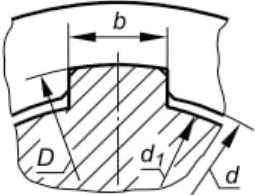
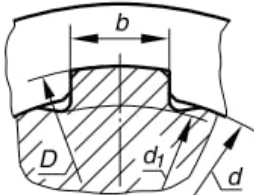
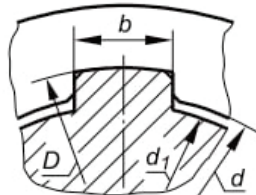
Центрирование по боковым сторонам b назначают для неподвижных соединений в тихоходных передачах, передающих большие крутящие моменты, а также при передаче знакопеременных и ударных нагрузок.

ПОСАДКИ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРЯМОБОЧНЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБА

По ГОСТ 1139-80* установлены допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба для различных способов центрирования.

Посадки шлицевых соединений по диаметру выполняются в системе отверстия, что способствует сокращению номенклатуры посадок. Для образования посадок рекомендуется в первую очередь применять поля допусков предпочтительного применения (в табл. 2 они выделены жирным).

Таблица 2 – Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба для различных способов центрирования

Чертеж сопряжения									
Центрирующий элемент	Центрирование по D			Центрирование по d			Центрирование по b		
Посадки	По d	По D	По b	По d	По D	По b	По d	По D	По b
Подвижное сопряжение	—	H7 f7	F8 f7	H7 f7	H12 a11	D9 h9	—	H12 a11	F8 f8
		H7 g6	F8 f8	H7 g6		F8 f8			D9 e8
		H8 e8	D9 h9	H8 e8		F8 f7			D9 f8
Неподвижное сопряжения	—	H7 js6	F8 f7	H7 js6	H12 a11	F8 js7	—	H12 a11	F8 js7

		$\frac{H7}{n6}$	$\frac{F8}{f8}$	$\frac{H7}{js7}$		$\frac{D9}{h9}$		$\frac{D9}{js7}$
			$\frac{F8}{js7}$	$\frac{H7}{n6}$		$\frac{D9}{k7}$		$\frac{D9}{k7}$
Примечания:								
1. Кроме указанных посадок, допускаются и другие (см. ГОСТ 1139-80*).								
2. Посадки, выделенные жирным, являются предпочтительными.								

При центрировании по внутреннему диаметру или по боковым сторонам нецентрирующий наружный диаметр сопрягается по посадке $H12/a11$ с большим гарантированным зазором.

Таблица 3 – Поля допусков нецентрирующих диаметров (по ГОСТ 1139-80)

Нецентрирующий диаметр	Вид центрирования	Поля допусков	
		вала	втулки
d	по D или b	a11	H11
D	по d или b	a11	H12

Рекомендации по назначению допусков симметричности боковых сторон шлицев в диаметральном выражении в зависимости от ширины шлицев.

Таблица 4 – Допуски симметричности боковых сторон шлицев

b, мм	2.5; 3	3.5; 4; 5; 6	7; 8; 9; 10	12; 14; 16; 18
Допуск симметричности, мм	0.01	0.012	0.015	0.018

ПРИМЕРЫ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по D:

- для соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{F8}{f7}$;
- для отверстия этого соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8$;
- для вала: $D - 8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f7$.

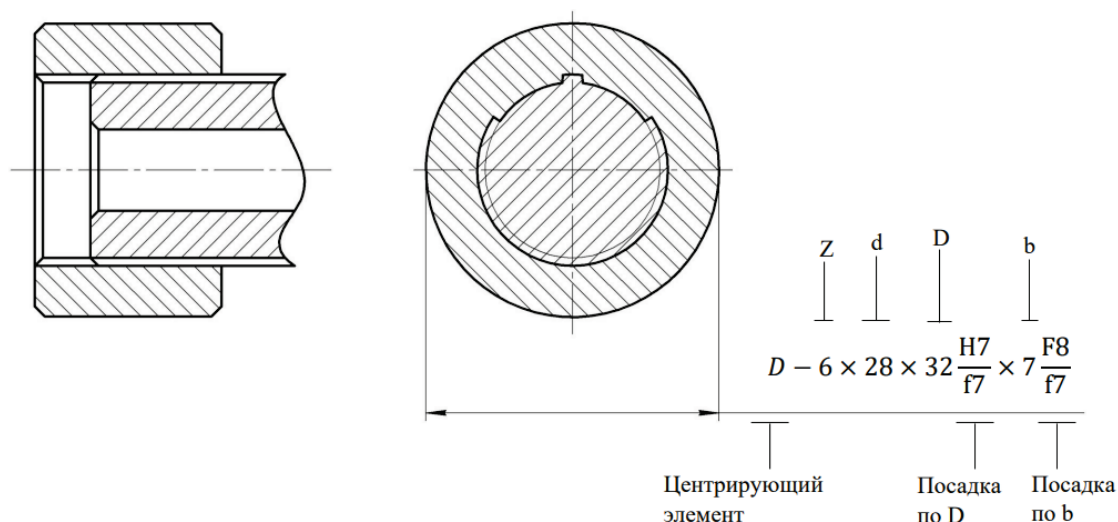


Рис. 4. Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по D на чертеже

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по d:

- для соединения: $d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$;
- для отверстия этого соединения: $d - 8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 D9$;
- для вала: $d - 8 \times 36 f7 \times 40 a11 \times 7 h9$.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по b:

- для соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$;
- для отверстия этого соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 H12 \times 7 D9$;
- для вала: $b - 8 \times 36 \times 40 a11 \times 7 f8$.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «ВЫБОР ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ШЛИЦЕВОГО ПРЯМОБОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ»

Необходимо произвести выбор полей допусков и посадок для шлицевого соединения с прямобочным профилем зубьев.

При выполнении задания студент должен:

1. Выписать из таблицы 5 свой вариант задания (оформить в виде таблицы).
2. Определить режим работы шлицевого соединения и ширину щлица b по таблице 1 данных методических указаний. При этом следует иметь в виду, что шлицевые соединения легкой серии применяются при легком режиме работы, средней серии – при среднем, тяжелой серии – при тяжелом режиме. Средняя

серия отличается от легкой серии повышенной высотой зуба, а тяжелая серия также большим числом зубьев.

3. Выбрать способ центрирования заданного шлицевого соединения: по наружному диаметру D , по внутреннему диаметру d или по боковым поверхностям зубьев b .

4. В зависимости от способа центрирования и характера соединения (подвижное или неподвижное) выбрать поля допусков и посадки по таблице 2 данных методических указаний.

Поля допусков нецентрирующих диаметров следует выбирать по таблице 3.

5. Найти предельные отклонения для всех выбранных полей допусков по таблице 6 данных методических указаний.

6. Построить схемы расположения полей допусков и проставить на них номинальный размер соединения, предельные отклонения и зазоры.

7. Подсчитать значения допусков и зазоров для сопряжений по D , по d и по b .

8. Нанести на шаблон чертежей общего вида шлицевого соединения, а также втулки и вала все условные обозначения. На общем виде шлицевого соединения на первом месте (слева) указывается центрирующий элемент, затем число зубьев и далее номинальный размер и посадки по d , по D и по b (рис.7, 10, 13). На чертежах втулки и вала указываются соответствующие поля допусков, хотя по ГОСТу и допускается не указывать в условном обозначении поля допусков и посадку по нецентрирующему элементу, но по методическим соображениям в данном задании их необходимо указывать.

9. Проставить на чертежах втулки и вала номинальные размеры, поля допусков и предельные отклонения их элементов.

10. Определить и указать на чертежах втулки и вала наибольшие допускаемые значения параметра шероховатости Ra для всех рабочих поверхностей.

Таблица 5 – Варианты заданий

п/п	Тип шлицевого соединения	Номинальные размеры шлицевого соединения $Z*d*D$	Необходимая точность центрирования	Закаливаемая деталь
1	2	3	4	5
1	неподвижное	6*23*26	точное	втулка
2	подвижное	6*26*30	точное	втулка
3	подвижное	6*11*4	неточное	-
4	подвижное	8*32*36	точное	вал

Продолжение табл. 5

5	неподвижное	6*28*34	точное	вал
6	неподвижное	8*36*40	точное	втулка
7	подвижное	10*32*40	точное	вал
8	неподвижное	16*52*60	точное	втулка
9	подвижное	6*82*92	точное	вал
10	неподвижное	6*13*16	неточное	-
11	подвижное	8*42*48	точное	втулка
12	неподвижное	8*46*50	точное	вал
13	подвижное	20*112*125	неточное	-
14	подвижное	8*52*60	точное	вал
15	неподвижное	8*56*62	точное	втулка
16	подвижное	8*62*68	неточное	-
17	неподвижное	10*72*82	точное	вал
18	подвижное	10*82*88	точное	вал
19	подвижное	10*92*98	неточное	-
20	подвижное	6*16*20	неточное	-
21	неподвижное	6*18*22	точное	вал
22	неподвижное	10*102*112	точное	втулка
23	подвижное	10*112*120	точное	втулка
24	подвижное	20*92*102	неточное	-
25	подвижное	8*32*38	неточное	-
26	неподвижное	6*13*16	точное	вал
27	подвижное	6*16*20	точное	вал
28	подвижное	6*18*22	неточное	-
29	неподвижное	6*21*25	точное	втулка
30	неподвижное	6*52*60	точное	вал
31	неподвижное	10*72*82	точное	втулка

Продолжение табл. 5

32	подвижное	8*62*72	неточное	втулка
33	неподвижное	20*102*115	точное	втулка
34	подвижное	6*23*28	точное	втулка
35	подвижное	6*26*32	неточное	-
36	подвижное	10*82*92	точное	вал
37	подвижное	10*92*102	неточное	-
38	неподвижное	6*16*20	точное	втулка
39	неподвижное	6*28*34	точное	втулка
40	подвижное	8*32*38	точное	втулка
41	подвижное	8*36*42	неточное	-
42	неподвижное	8*42*46	точное	втулка
43	подвижное	10*72*82	неточное	-
44	подвижное	6*21*26	точное	вал
45	подвижное	16*56*65	точное	втулка
46	подвижное	8*46*54	точное	втулка
47	неподвижное	8*56*65	точное	вал
48	подвижное	8*52*60	неточное	-
49	подвижное	8*62*72	точное	вал
50	неподвижное	10*82*88	точное	втулка
51	неподвижное	10*92*102	точное	втулка
52	подвижное	10*102*112	неточное	-
53	подвижное	16*62*72	неточное	-
54	неподвижное	16*72*82	точное	вал
55	подвижное	6*23*28	неточное	-
56	неподвижное	6*26*32	точное	втулка
57	неподвижное	10*112*125	точное	вал
58	неподвижное	10*36*45	неточное	-

59	неподвижное	10*10*23	точное	втулка
60	подвижное	6*28*34	точное	втулка
61	подвижное	8*46*54	неточное	-
62	подвижное	8*52*60	точное	втулка
63	подвижное	8*56*62	точное	втулка
64	подвижное	16*52*60	неточное	-
65	подвижное	10*21*26	точное	вал
66	неподвижное	10*23*29	точное	вал
67	подвижное	10*26*32	точное	вал
68	неподвижное	10*28*35	точное	втулка
69	подвижное	10*36*45	точное	втулка
70	неподвижное	10*42*52	точное	вал
71	подвижное	10*46*56	точное	вал
72	неподвижное	10*102*112	точное	втулка
73	подвижное	10*112*125	точное	втулка
74	неподвижное	8*36*42	точное	вал
75	подвижное	8*42*48	точное	вал
76	неподвижное	10*18*23	точное	вал
77	подвижное	10*21*26	точное	втулка
78	подвижное	10*23*29	неточное	-
79	неподвижное	10*26*32	точное	втулка
80	подвижное	10*28*35	точное	втулка
81	подвижное	10*32*40	неточное	-
82	неподвижное	10*36*45	точное	вал
83	подвижное	10*42*52	точное	вал
84	подвижное	10*46*56	неточное	-
85	подвижное	16*72*82	точное	втулка

86	неподвижное	20*82*92	точное	втулка
87	подвижное	10*36*45	неточное	-
88	неподвижное	10*46*56	точное	втулка
89	подвижное	10*112*125	неточное	-
90	неподвижное	6*11*14	точное	вал
91	подвижное	6*23*26	точное	втулка
92	неподвижное	8*32*36	точное	втулка
93	неподвижное	6*26*30	неточное	-
94	неподвижное	10*82*92	точное	вал
95	неподвижное	8*62*72	точное	втулка
96	подвижное	8*56*65	неточное	-
97	подвижное	6*13*16	точное	вал
98	неподвижное	20*112*125	неточное	-
99	неподвижное	8*46*54	точное	втулка
100	подвижное	16*52*60	точное	вал

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 4

ПРИМЕР 1. Рассматривается неподвижное шлицевое соединение.
Центрирование по внутреннему диаметру.

№ п/п	Тип шлицевого соединения	Номинальные размеры шлицевого соединения $z*d*D$	Необходимая точность центрирования	Закаливаемая деталь
1	Неподвижное	10×102×112	точное	втулка

Номинальные размеры: $z=10$ мм; $d=102$ мм; $D=112$ мм.

Режим работы шлицевого соединения 10×102×112 из средней серии, соответственно:

Режим работы – средний.

Ширина шлица $b=16$ мм.

Способ центрирования зависит от необходимой точности центрирования и от того, какая деталь закалена. В данном примере центрирование должно быть точным, а закаливаемой деталью является втулка. Поэтому выбираем

центрирование по d , которое применяют в случаях повышенных требований к совпадению геометрических осей вала и закаленной втулки.

Для способа центрирования по d и неподвижного соединения выбираем наиболее подходящие посадки для размеров d и b :

Посадка для размера $d = 102 \frac{H7}{n6} \left(\begin{smallmatrix} +0,035 \\ +0,045 \\ +0,023 \end{smallmatrix} \right)$

- для d втулки: $ES = +0,035$ мм; $EI = 0$ мм;
- для d вала: $es = +0,045$ мм; $ei = +0,023$ мм.

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,035 - 0 = 0,035$ мм;
- вала: $T_d = es - ei = 0,045 - 0,023 = 0,022$ мм.

Схема расположения полей допусков для данного шлицевого соединения:

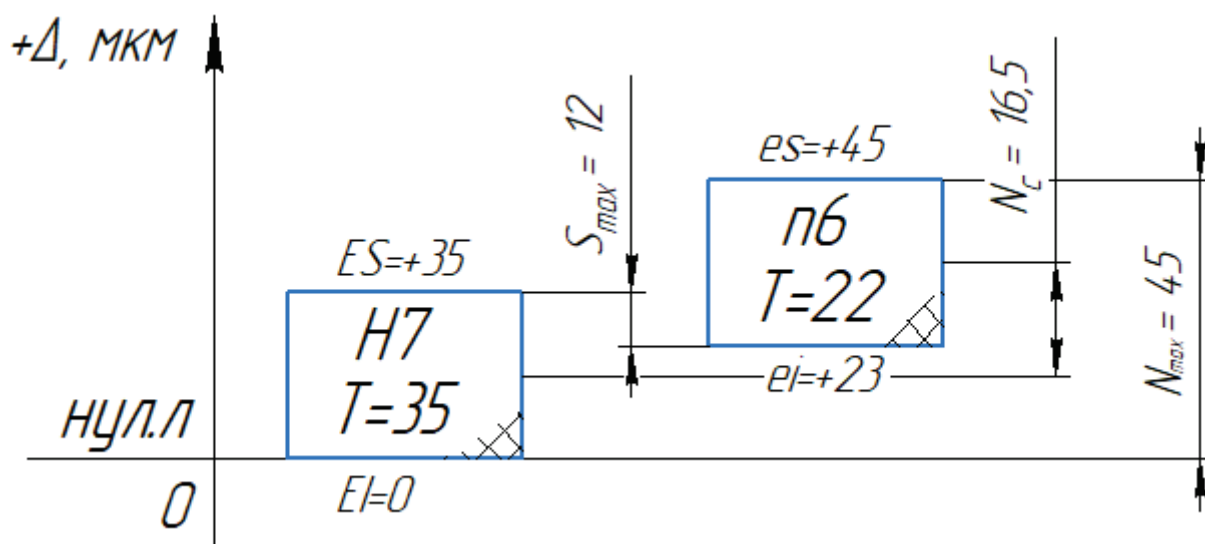


Рис. 5. Характер соединения по d

Центрирование по d :

Расчет зазоров и натягов:

Для соединения по d :

$$S_{\max} = ES - ei = 0,035 - 0,023 = 0,012 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = es - EI = 0,045 - 0 = 0,045 \text{ мм};$$

$$N_c = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} = \frac{0,045 - 0,012}{2} = 0,0165 \text{ мм}.$$

Посадка для размера $b = 16 \frac{D9}{k7} \left(\begin{smallmatrix} +0,093 \\ +0,050 \\ +0,019 \\ +0,001 \end{smallmatrix} \right)$

- для b втулки: $ES = +0,093$ мм; $EI = +0,050$ мм;
- для b вала: $es = +0,016$ мм; $ei = +0,001$ мм.

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,093 - 0,050 = 0,043$ мм;

- вала: $T_d = es - ei = 0,019 - 0,001 = 0,018$ мм.

Схема расположения полей допусков для данного шлицевого соединения:

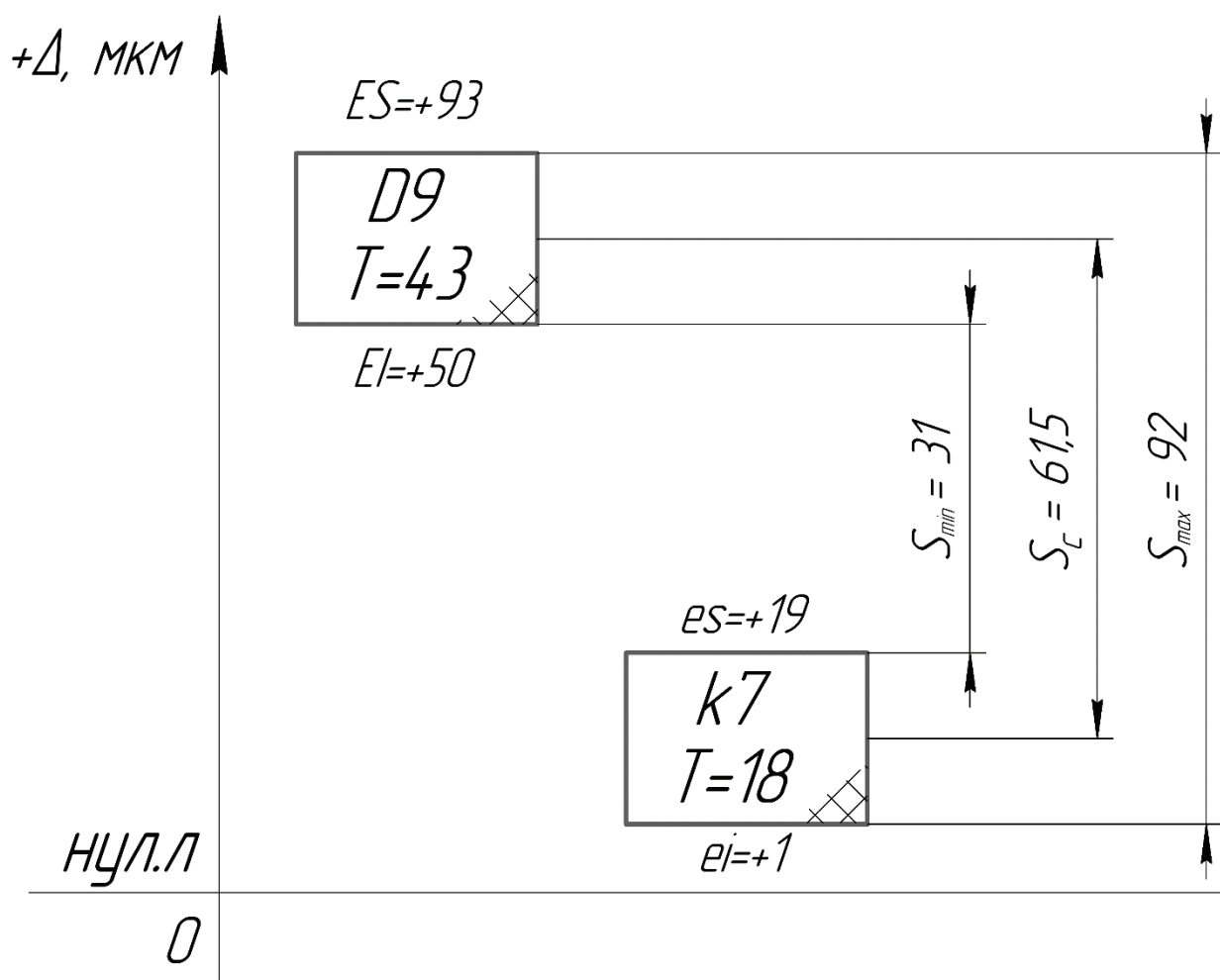


Рис. 6. Характер соединения по b

Для соединения по b:

Расчет зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,093 - 0,001 = 0,092 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0,050 - 0,019 = 0,031 \text{ мм}$$

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,092 + 0,031}{2} = 0,0615 \text{ мм}.$$

Посадка для нецентрирующего диаметра D:

$$D = 112 \frac{H_{12}}{a_{11}} \begin{pmatrix} +0,35 \\ -0,41 \\ -0,63 \end{pmatrix}$$

- для D втулки: $ES = +0,35$ мм; $EI = 0$ мм;

- для D вала: $es = +0,41$ мм; $ei = +0,63$ мм.

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,35 - 0 = 0,35$ мм;

- вала: $T_d = es - ei = -0,41 - (-0,63) = 0,22$ мм.

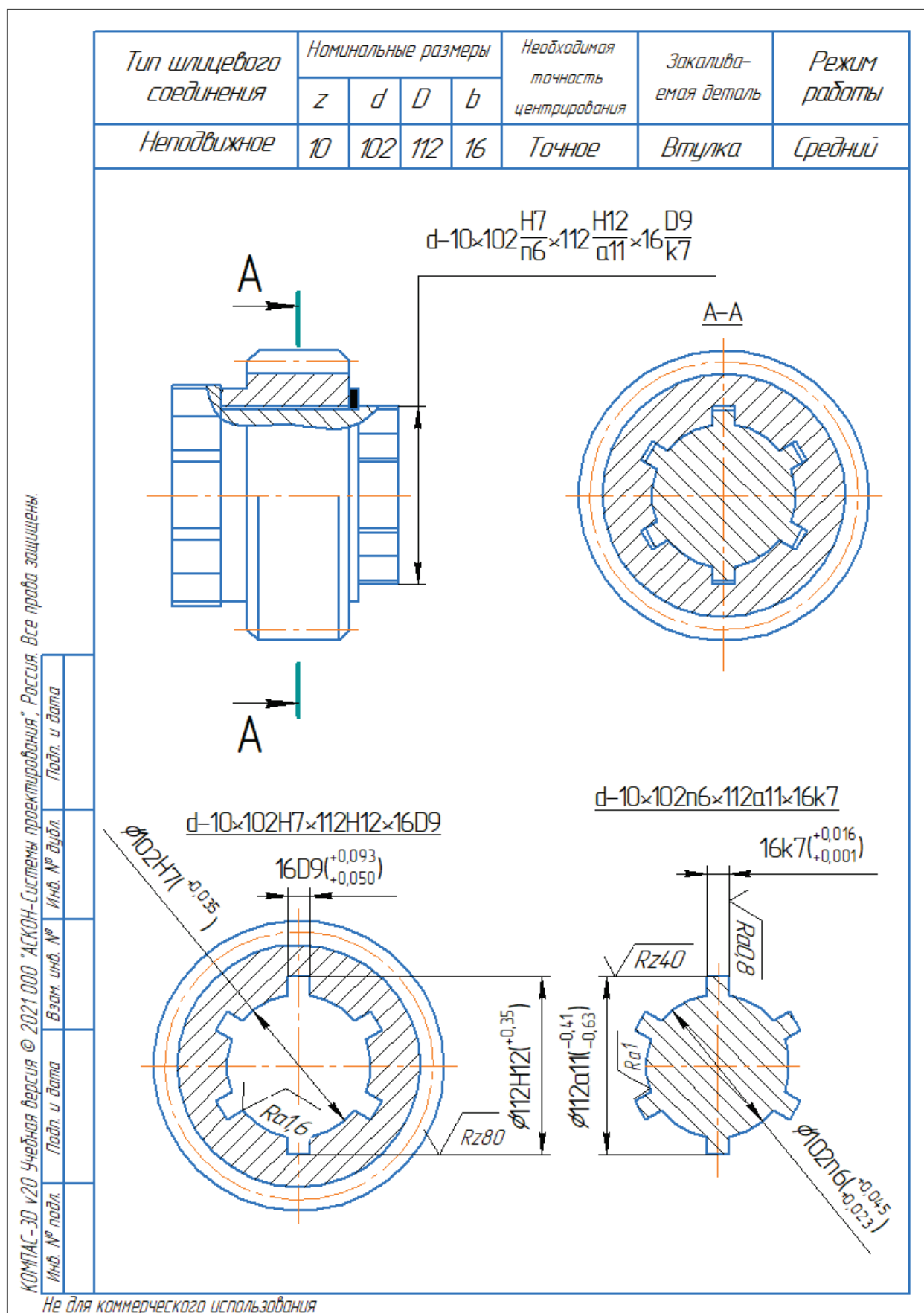


Рис. 7. Чертеж

ПРИМЕР 2. Рассматривается подвижное шлицевое соединение.
Центрирование по ширине шлица.

№ п/п	Тип шлицевого соединения	Номинальные размеры шлицевого соединения $z*d*D$	Необходимая точность центрирования	Закаливаемая деталь
2	Подвижное	$8 \times 56 \times 62$	точное	вал

Номинальные размеры: $z=8$ мм; $d=56$ мм; $D=62$ мм.

Размеры шлицевого соединения $8 \times 56 \times 62$ из легкой серии, соответственно:

Режим работы – легкий.

Ширина шлица $b=10$ мм.

Рекомендуется центрирование по наружному диаметру D , так как требования к соосности элементов соединения высоки и закален только вал.

Для способа центрирования по D и подвижного соединения выбираем наиболее подходящие посадки для размеров D и b :

$$\text{Посадка для размера } D = 62 \frac{H7}{f7} \left(\begin{matrix} +0,03 \\ -0,03 \\ -0,06 \end{matrix} \right)$$

- для D втулки: $ES = +0,03$ мм; $EI = 0$ мм;

- для D вала: $es = -0,03$ мм; $ei = -0,06$ мм.

Допуски:

$T_D = ES - EI = 0,03 - 0 = 0,03$ мм;

$T_d = es - ei = (-0,03) - (-0,06) = 0,03$ мм.

Схемы расположения полей допусков для данного шлицевого соединения:

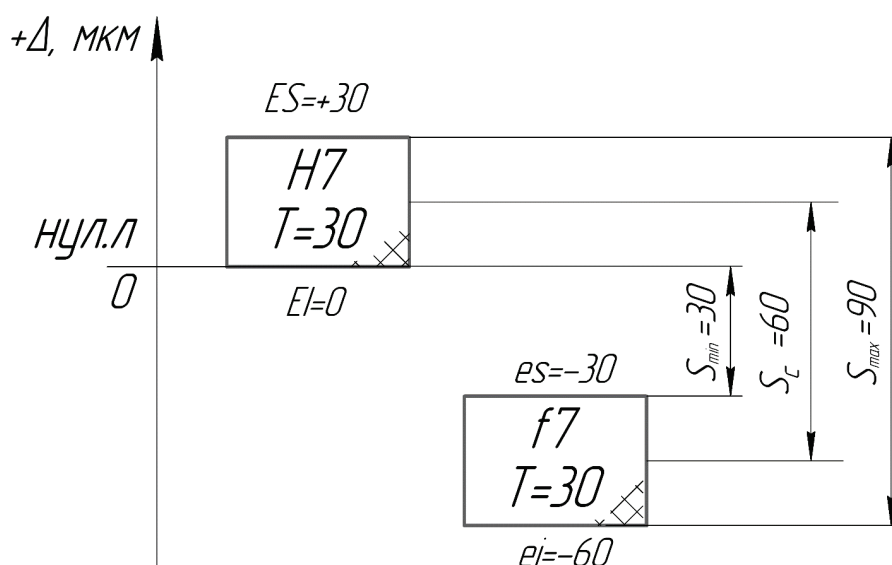


Рис. 8. Характер соединения по D

Для соединения по D:

Расчет зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,030 - (-0,060) = 0,090 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,030) = 0,030 \text{ мм};$$

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,090 + 0,030}{2} = 0,060 \text{ мм}.$$

Посадка для размера $b = 10 \frac{F8}{f7} \begin{pmatrix} +0,043 \\ +0,016 \\ -0,016 \\ -0,034 \end{pmatrix}$

- для b втулки: $ES = +0,043 \text{ мм}; EI = +0,016 \text{ мм};$

- для b вала: $es = -0,016 \text{ мм}; ei = -0,034 \text{ мм}.$

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,043 - 0,016 = 0,027 \text{ мм};$

- вала: $T_d = es - ei = (-0,016) - (-0,034) = 0,018 \text{ мм}.$

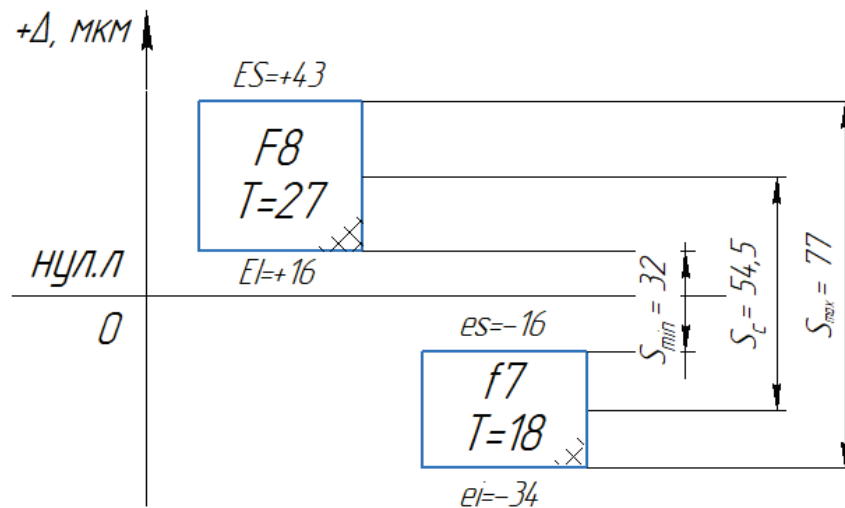


Рис. 9. Характер соединения по b

Для соединения по b :

Расчет зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,043 - (-0,034) = 0,077 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0,013 - (-0,013) = 0,032 \text{ мм};$$

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,077 + 0,032}{2} = 0,00545 \text{ мм}.$$

Посадка для нецентрирующего диаметра d :

$$d = 56 \frac{H11}{a11} \begin{pmatrix} +0,19 \\ -0,34 \\ -0,53 \end{pmatrix}$$

- для d втулки: $ES = +0,19 \text{ мм}; EI = 0 \text{ мм};$

- для d вала: $es = -0,34 \text{ мм}; ei = -0,53 \text{ мм}.$

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,19 - 0 = 0,19 \text{ мм};$

- вала: $T_d = es - ei = (-0,34) - (-0,53) = 0,19 \text{ мм}.$

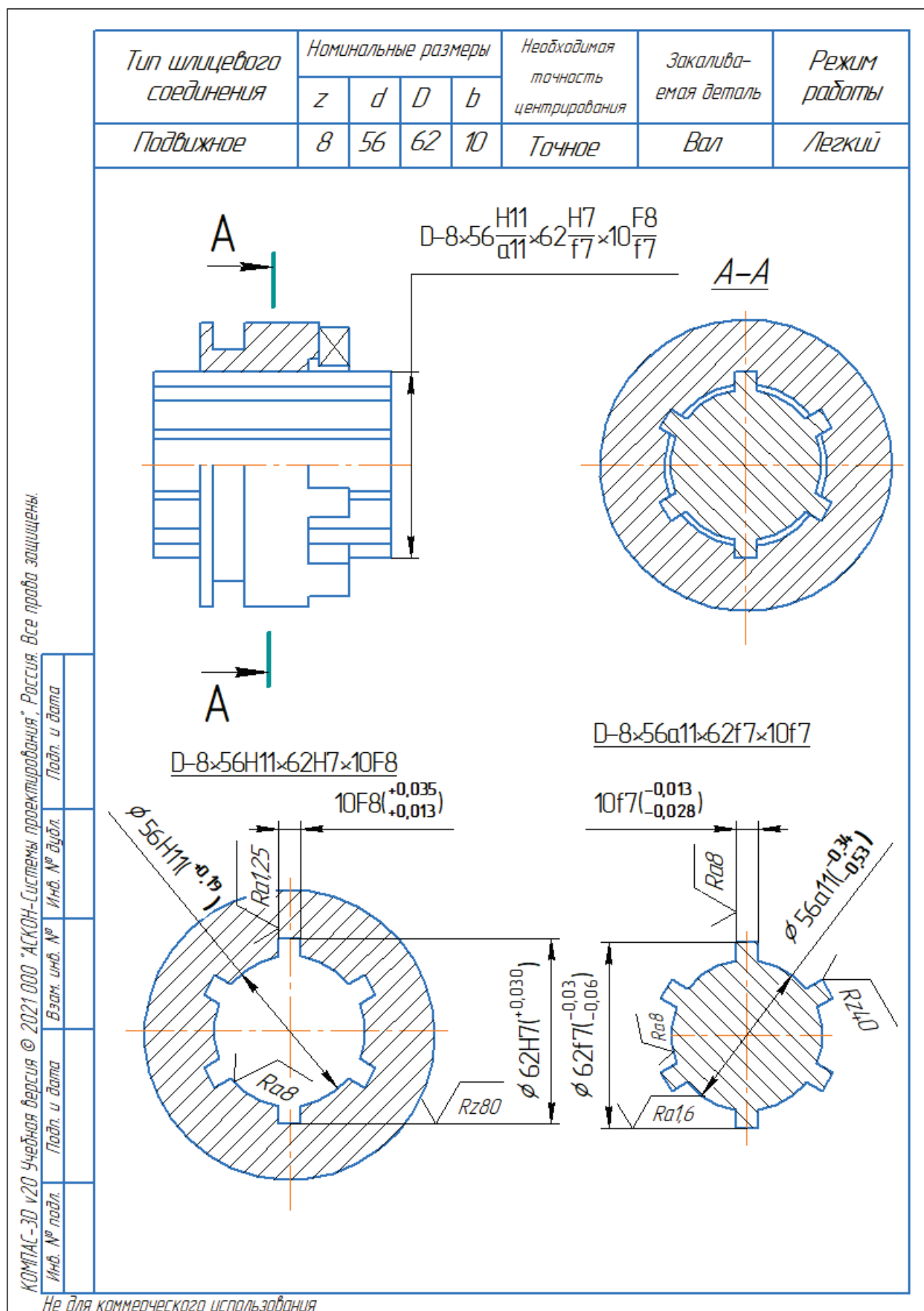


Рис. 10. Чертеж

ПРИМЕР 3. Рассматривается подвижное шлицевое соединение.
Центрирование по наружному диаметру

№ п/п	Тип шлицевого соединения	Номинальные размеры шлицевого соединения $z*d*D$	Необходимая точность центрирования	Закаливаемая деталь
3	Подвижное	$6 \times 11 \times 14$	неточное	—

Номинальные размеры: $z=6$ мм; $d=11$ мм; $D=14$ мм.

Размеры шлицевого соединения $6 \times 11 \times 14$ из средней серии,
соответственно:

Режим работы – легкий.

Ширина шлица $b=3$ мм.

Рекомендуется центрирование по боковым поверхностям зубьев b , так как требования к соосности элементов соединения невысоки и обе детали незакалены.

Для способа центрирования по b и подвижного соединения выбираем наиболее подходящие посадки для размера b :

$$\text{Посадка для размера } b = 3 \frac{D9}{e8} \begin{pmatrix} +0,060 \\ +0,030 \\ -0,020 \\ -0,038 \end{pmatrix}$$

- для b втулки: $ES = +0,060$ мм; $EI = +0,030$ мм;

- для b вала: $es = -0,020$ мм; $ei = -0,038$ мм.

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,060 - 0,030 = 0,030$ мм;

- вала: $T_d = es - ei = (-0,020) - (-0,038) = 0,018$ мм.

Схемы расположения полей допусков для данного шлицевого соединения:

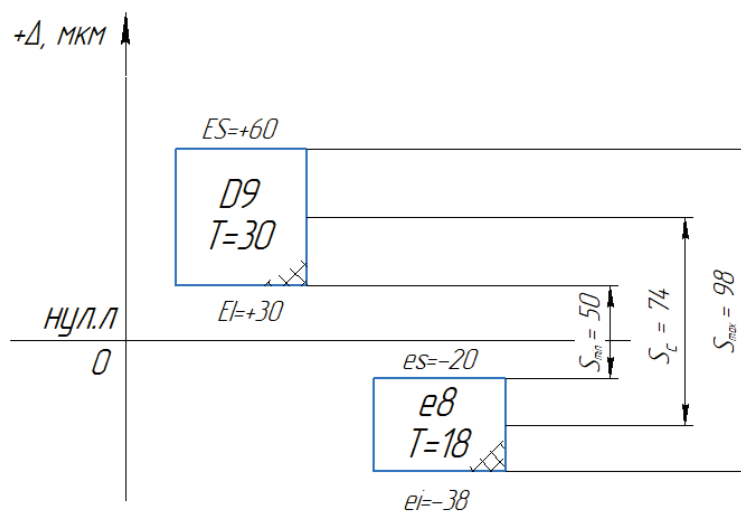


Рис. 11. Характер соединения по b

Центрирование по b:

Расчет зазоров:

Для соединения по b:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,060 - (-0,038) = 0,098 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0,030 - (-0,020) = 0,050 \text{ мм};$$

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,098 + 0,050}{2} = 0,074 \text{ мм}.$$

Посадки для нецентрирующих диаметров d и D:

$$d = 11 \frac{H11}{a11} \begin{pmatrix} +0,11 \\ -0,29 \\ -0,40 \end{pmatrix}$$

- для d втулки: $ES = +0,11 \text{ мм}; EI = 0 \text{ мм};$

- для d вала: $es = -0,29 \text{ мм}; ei = -0,40 \text{ мм}.$

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,11 - 0 = 0,11 \text{ мм};$

- вала: $T_d = es - ei = (-0,29) - (-0,40) = 0,11 \text{ мм}.$

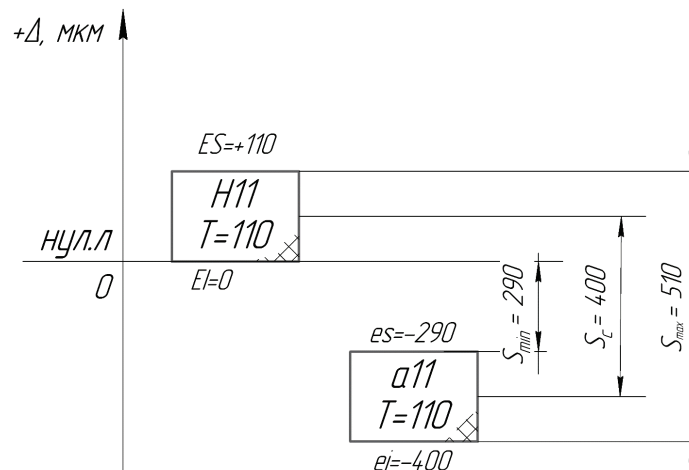


Рис. 12. Характер соединения по d

Для соединения по d:

Расчет зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,11 - (-0,40) = 0,51 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,29) = 0,29 \text{ мм};$$

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,51 + 0,29}{2} = 0,40 \text{ мм}.$$

$$D = 14 \frac{H12}{a11} \begin{pmatrix} +0,18 \\ -0,29 \\ -0,40 \end{pmatrix}$$

- для D втулки: $ES = +0,18 \text{ мм}; EI = 0 \text{ мм};$

- для D вала: $es = -0,29 \text{ мм}; ei = -0,40 \text{ мм}.$

Допуски:

- втулки: $T_D = ES - EI = 0,18 - 0 = 0,18 \text{ мм};$

- вала: $T_d = es - ei = (-0,29) - (-0,40) = 0,11 \text{ мм}.$

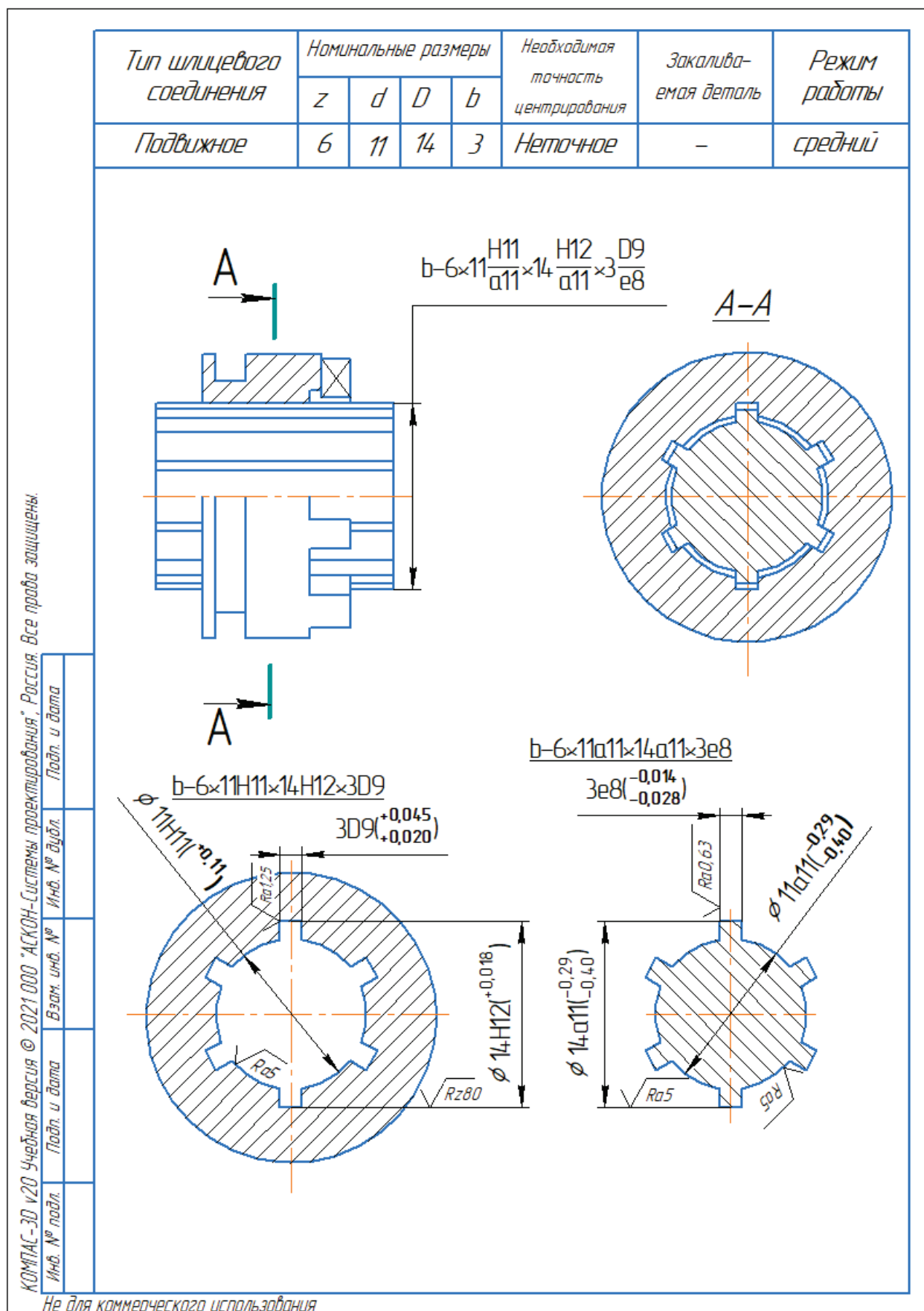


Рис. 13. Чертеж

Таблица 6 – Допуски и посадки

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 5-го качества								
	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм								
Св. 3 до 6	-4	0	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24
	-9	-5	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19
Св. 6 до 10	-5	0	+3	+7	+12	+16	+21	+25	+29
	-11	-6	-3	+1	+6	+10	+15	+19	+23
Св. 10 до 18	-6	0	+4	+9	+15	+20	+26	+31	+36
	-14	-8	-4	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Св. 18 до 30	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Св. 30 до 50	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Св. 50 до 65	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54	+66
		-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53
Св. 65 до 80	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+56	+72
								+43	+59
Св. 80 до 100	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66	+86
								+51	+71
Св. 100 до 120	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+69	+94
								+54	+79
Св. 120 до 140	-14	0	+9	+21	+33	+45	+61	+81	+110
								+63	+92
Св. 140 до 160	-32	-18	-9	+3	+15	+27	+43	+83	+118
								+65	+100
Св. 160 до 180								+86	+126
								+68	+108
Св. 180 до 200								+97	+142
								+77	+122
Св. 200 до 225	-15	0	+10	+24	+37	+51	+70	+100	+150
								+80	+130
Св. 225 до 250	-3,5	-20	-10	+4	+17	+31	+50	+104	+160
								+84	+140
Св. 250 до 280	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117	+181
								+94	+158
Св. 280 до 315	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+121	+193
								+98	+170
Св. 315 до 355	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+133	+215
								+108	+190
Св. 355 до 400	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+139	+233
								+114	+208
Св. 400 до 450	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+258
								+126	+232
Св. 450 до 500	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
								+132	+252

Продолжение табл. 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 6-го качества										
	f6	g6	h6	is6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм										
Св. 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-
Св. 6 до 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-
Св. 10 до 18	-16 -27	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	-
Св. 18 до 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-
Св. 24 до 30	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
Св. 30 до 40	-25	-9	0	+8	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
Св. 40 до 50	-41	-25	-16	-8	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
Св. 50 до 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
Св. 65 до 80	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
Св. 80 до 100	-36	-12	0	+11	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
Св. 100 до 120	-58	-34	-22	-11	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
Св. 120 до 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
Св. 140 до 160	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134
Св. 160 до 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
Св. 180 до 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
Св. 200 до 225	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +1080
Св. 225 до 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
Св. 250 до 280	-56	-17	0	+16	+36	+52	+66	+88	+126 +94	+190 +158	+250 +218
Св. 280 до 315	-88	-49	-32	-16	+4	+20	+34	+56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
Св. 315 до 355	-62	-18	0	+18	+40	+57	+73	+98	+144 +108	+226 +190	+304 +268
Св. 355 до 400	-98	-54	-36	-18	+4	+21	+37	+62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
Св. 400 до 450	-68 -108	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126	+272 +232	+370 +330
Св. 450 до 500	-68 -108	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 7-го качества								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм								
Св. 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23
Св. 6 до 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28
Св. 10 до 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
Св. 18 до 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
Св. 24 до 30	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
									+69
Св. 30 до 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
Св. 40 до 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
									+95
Св. 50 до 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
Св. 65 до 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
								+89	+132
Св. 80 до 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+59	+102
Св. 100 до 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+106	+159
								+71	+124
Св. 120 до 140								+114	+179
Св. 140 до 160								+79	+144
								+132	+210
Св. 160 до 180								+92	+170
Св. 180 до 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+140	+230
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+100	+190
Св. 200 до 225								+148	+250
Св. 225 до 250								+108	+210
								+168	+282
Св. 250 до 280								+122	+236
Св. 280 до 315	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+176	+304
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+130	+258
Св. 315 до 355								+186	+330
Св. 355 до 400								+140	+284
								+210	+367
Св. 400 до 450	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+158	+315
Св. 450 до 500	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+222	+402
								+170	+350
Св. 500 до 553								+247	+447
Св. 553 до 603	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+190	+390
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+265	+492
Св. 603 до 635								+208	+435
Св. 635 до 680								+295	+553
Св. 680 до 725	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+232	+490
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+315	+603
Св. 725 до 760								+252	+540

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 8-го качества							
	c8	d8	e8	f8	h8	u8	x8	z8
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм							
Св. 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+41	+46	+53
	-88	-48	-38	-28	-18	+23	+28	+35
Св. 6 до 10	-80	-40	-25	-13	0	+50	+56	+64
	-102	-62	-47	-35	-22	+28	+34	+42
Св. 10 до 14	-95	-50	-32	-16	0	+60	+67	+77
Св. 14 до 18	-122	-77	-59	-43	-27	+33	+40	+50
							+72	+87
Св. 18 до 24							+45	+60
Св. 24 до 30	-110	-65	-40	-20	0	+74	+87	+106
	-143	-98	-73	-53	-33	+41	+54	+73
Св. 30 до 40						+81	+97	+121
Св. 40 до 50	-120	-80	-50	-25	0	+48	+64	+88
	-159	-119	-89	-64	-39	+99	+119	+151
Св. 50 до 65	-130					+60	+80	+112
	-169					+109	+136	+175
Св. 65 до 80						+70	+97	+136
Св. 80 до 100	-140	-100	-60	-30	0	+133	+168	+218
	-186	-146	-106	-76	-46	+87	+122	+172
Св. 100 до 120	-150					+148	+192	+256
	-196					+102	+146	+210
Св. 120 до 140	-170	-120	-72	-36	0	+178	+232	+312
	-224	-174	-126	-90	-54	+124	+178	+258
Св. 140 до 160	-180					+198	+264	+364
	-234					+144	+210	+310
Св. 160 до 180	-200	-145	-85	-43	0	+233	+311	+428
	-263	-208	-148	-106	-63	+170	+248	+365
Св. 180 до 200	-210					+253	+343	+478
	-273					+190	+280	+415
Св. 200 до 225	-230					+273	+373	+528
	-293					+210	+310	+465
Св. 225 до 250	-240	-170	-100	-50	0	+308	+422	+592
	-312	-242	-172	-122	-72	+236	+350	+520
Св. 250 до 280	-260					+330	+457	+647
	-332					+258	+385	+575
Св. 280 до 315	-280					+356	+497	+712
	-352					+284	+425	+640
Св. 315 до 355	-300	-190	-110	-56	0	+396	+556	+791
	-381	-271	-191	-137	-81	+315	+475	+710
Св. 355 до 400	-330					+431	+606	+871
	-411					+350	+525	+790
Св. 400 до 450	-360	-210	-125	-62	0	+479	+679	+989
	-449	-299	-214	-151	-89	+390	+590	+900
Св. 450 до 500	-400					+524	+749	+1089
	-489					+435	+660	+1000
Св. 500 до 550	-440	-230	-135	-68	0	+587	+837	+1197
	-537	-327	-232	-165	-97	+490	+740	+1100
Св. 550 до 600	-480					+637	+917	+1347
	-577					+540	+820	+1250

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 9-11-го квалитетов										
	d9	e9	f9	h9	d10	h10	a11	b11	c11	d11	h11
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм										
Св. 3 до 6	-30	-20	-10	0	-30	0	-270	-140	-70	-30	0
	-60	-50	-40	-30	-78	-48	-345	-215	-145	-105	-75
Св. 6 до 10	-40	-25	-13	0	-40	0	-280	-150	-80	-40	0
	-76	-61	-49	-36	-98	-58	-370	-240	-170	-130	-90
Св. 10 до 18	-50	-32	-16	0	-50	0	-290	-150	-95	-50	0
	-93	-75	-59	-43	-120	-70	-400	-260	-205	-160	110
Св. 18 до 30	-65	-40	-20	0	-65	0	-300	-160	-110	-65	0
	-117	-92	-72	-52	-149	-84	-430	-290	-240	-195	130
Св. 30 до 40	-80	-50	-25	0	-80	0	-310	-170	-120	-80	0
Св. 40 до 50	-142	-112	-87	-62	-180	100	-470	-330	-280	-240	0
							-320	-180	-130		160
Св. 50 до 65	-100	-60	-30	0	-100	0	-480	-340	-290	-100	0
	-174	-134	-104	-74	-220	120	-340	-190	-140	-290	0
Св. 65 до 80							-530	-380	-330		190
							-360	-200	-150		
Св. 80 до 100	-120	-72	-36	0	-120	0	-550	-390	-340	-120	0
	-207	-159	-123	-87	-260	140	-600	-440	-390	-340	0
Св. 100 до 120							-410	-240	-180		220
							-630	-460	-400		
Св. 120 до 140						0	-460	-260	-200		0
Св. 140 до 160	-145	-85	-43	0	-145	0	-710	-510	-450	-145	0
	-245	-185	-143	-100	-305	160	-520	-280	-210	-395	250
Св. 160 до 180							-770	-530	-460		
							-580	-310	-230		
Св. 180 до 200							-830	-560	-480		
							-660	-340	-240		0
Св. 200 до 225	-170	-100	-50	0	-170	0	-950	-630	-530	-170	0
	-285	-215	-165	-115	-355	185	-740	-380	-260	-460	290
Св. 225 до 250							-1030	-670	-550		
							-820	-420	-280		
Св. 250 до 280	-190	-110	-56	0	-190	0	-1110	-710	-570	-190	0
	-320	-240	-186	-130	-400	210	-920	-480	-300	-510	320
Св. 280 до 315							-1240	-800	-620		
							-1050	-540	-330		
Св. 315 до 355	-210	-125	-62	0	-210	0	-1370	-860	-650	-210	0
	-350	-265	-202	-140	-440	230	-1200	-600	-360	-570	360
Св. 355 до 400							-1560	-960	-720		
							-1350	-680	-400		
Св. 400 до 450	-230	-135	-68	0	-230	0	-1710	-1040	-760	-230	0
	-385	-290	-223	-155	-480	250	-1500	-760	-440	-630	400
Св. 450 до 500							-1900	-1160	-840		
							-1650	-840	-480		
Св. 500 до 500							-2050	-1240	-880		

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 12-17-го квалитетов							
	b12	h12	js12*	h13*	h14*	h15*	h16*	h17*
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм							
От 1 до 3	-140	0	+50	0	0	0	0	0
	-240	-100	-50	-140	-250	-400	-600	-1000
Св. 3 до 6	-140	0	+60	0	0	0	0	0
	-260	-120	-60	-180	-300	-480	-750	-1200
Св. 6 до 10	-150	0	+75	0	0	0	0	0
	-300	-150	-75	-220	-360	-580	-900	-1500
Св. 10 до 18	-150	0	+90	0	0	0	0	0
	-330	-180	-90	-270	-430	-700	-1100	-1800
Св. 18 до 30	-160	0	+105	0	0	0	0	0
	-370	-210	-105	-330	-520	-840	-1300	-2100
Св. 30 до 40	-170	0	+125	0	0	0	0	0
	-420							
Св. 40 до 50	-180	-250	-125	-390	-620	-1000	-1600	-2500
	-430							
Св. 50 до 65	-190	0	+150	0	0	0	0	0
	-490							
Св. 65 до 80	-200	-300	-150	-460	-740	-1200	-1900	-3000
	-500							
Св. 80 до 100	-200	0	+175	0	0	0	0	0
	-570							
Св. 100 до 120	-240	-350	-175	-540	-870	-1400	-2200	-3500
	-590							
Св. 120 до 140	-260	0	+200	0	0	0	0	0
	-660							
Св. 140 до 160	-280	-400	-200	-630	-1000	-1600	-2500	-4000
	-680							
Св. 160 до 180	-310	0	+230	0	0	0	0	0
	-710							
Св. 180 до 200	-340	-460	-230	-720	-1150	-1850	-2900	-4600
	-800							
Св. 200 до 225	-380	0	+260	0	0	0	0	0
	-840							
Св. 225 до 250	-420	-520	-260	-810	-1300	-2100	-3200	-5200
	-880							
Св. 250 до 280	-480	0	+285	0	0	0	0	0
	-1000							
Св. 280 до 315	-540	-570	-285	-890	-1400	-2300	-3600	-5700
	-1060							
Св. 315 до 355	-600	0	+315	0	0	0	0	0
	-1170							
Св. 355 до 400	-680	-630	-315	-970	-1550	-2500	-4000	-6300
	-1250							
Св. 400 до 450	-760	0	+315	0	0	0	0	0
	-1390							
Св. 450 до 500	-840	-630	-315	-970	-1550	-2500	-4000	-6300
	-1470							

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 5-6-го квалитетов							
	G5	H5	JS5	K5	M5	N5	G6	H6
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения							
Св. 3 до 6	+9	+5	+2,5	0	-3	-7	+12	+8
	+4	0	-2,5	-5	-8	-12	+4	0
Св. 6 до 10	+11	+6	+3	+1	-4	-8	+14	+9
	+5	0	-3	-5	-10	-14	+5	0
Св. 10 до 18	+14	+8	+4	+2	-4	-9	+17	+11
	+6	0	-4	-6	-12	-17	+6	0
Св. 18 до 30	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13
	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0
Св. 30 до 50	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16
	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0
Св. 50 до 80	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19
	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0
Св. 80 до 120	+27	+15	+7,5	+2	-8	-18	+34	+22
	+12	0	-7,5	-13	-23	-33	+12	0
Св. 120 до 180	+32	+18	+9	+3	-9	-21	+39	+25
	+14	0	-9	-15	-27	-39	+14	0
Св. 180 до 250	+35	+20	+10	+2	-11	-25	+44	+29
	+15	0	-10	-18	-31	-45	+15	0
Св. 250 до 315	+40	+23	+11,5	+3	-13	-27	+49	+32
	+17	0	-11,5	-20	-36	-50	+17	0
Св. 315 до 400	+43	+25	+12,5	+3	-14	-30	+54	+36
	+18	0	-12,5	-22	-39	-55	+18	0
Св. 400 до 500	+47	+27	+13,5	+2	-16	-33	+60	+40
	+20	0	-13,5	-25	-43	-60	+20	0

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 6-7-го квалитетов							
	JS6	K6	M6	N6	P6	F7	G7	H7
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения							
Св. 3 до 6	+4	+2	-1	-5	-9	+22	+16	+12
	-4	-6	-9	-13	-17	+10	+4	0
Св. 6 до 10	+4.5	+2	-3	-7	-12	+28	+20	+15
	-4.5	-7	-12	-16	-21	+13	+5	0
Св. 10 до 18	+5.5	+2	-4	-9	-15	+34	+24	+18
	-5.5	-9	-15	-20	-26	+16	+6	0
Св. 18 до 30	+6.5	+2	-4	-11	-18	+41	+28	+21
	-6.5	-11	-17	-24	-31	+20	+7	0
Св. 30 до 50	+8	+3	-4	-12	-21	+50	+34	+25
	-8	-13	-20	-28	-37	+25	+9	0
Св. 50 до 80	+9.5	+4	-5	-14	-26	+60	+40	+30
	-9.5	-15	-24	-33	-45	+30	+10	0
Св. 80 до 120	+11	+4	-6	-16	-30	+71	+47	+35
	-11	-18	-28	-38	-52	+36	+12	0
Св. 120 до 180	+12.5	+4	-8	-20	-36	+83	+54	+40
	-12.5	-21	-33	-45	-61	+43	+14	0
Св. 180 до 250	+14.5	+5	-8	-22	-41	+96	+61	+46
	-14.5	-24	-37	-51	-70	+50	+15	0
Св. 250 до 315	+16	+5	-9	-25	-47	+108	+69	+52
	-16	-27	-41	-57	-79	+56	+17	0
Св. 315 до 400	+18	+7	-10	-26	-51	+119	+75	+57
	-18	-29	-46	-62	-87	+62	+18	0
Св. 400 до 500	+20	+8	-10	-27	-55	+131	+83	+63
	-20	-32	-50	-67	-95	+68	+20	0

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 7-го качества							
	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения							
Св. 3 до 6	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-
Св. 6 до 10	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-
Св. 10 до 18	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-
Св. 18 до 24	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	-
Св. 24 до 30								-33 -54
Св. 30 до 40	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64
Св. 40 до 50								-45 -70
Св. 50 до 65	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
Св. 65 до 80						-32 -62	-48 -78	-64 -94
Св. 80 до 100	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
Св. 100 до 120						-41 -76	-66 -101	-91 -126
Св. 120 до 140	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147
Св. 140 до 160						-50 -90	-85 -125	-119 -159
Св. 160 до 180						-53 -93	-93 -133	-131 -171
Св. 180 до 200						-60 -106	-105 -151	-149 -195
Св. 200 до 225	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63 -109	-113 -159	-163 -209
Св. 225 до 250						-67 -113	-123 -169	-179 -225
Св. 250 до 280	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250
Св. 280 до 315						-78 -130	-150 -202	-220 -272
Св. 315 до 355	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304
Св. 355 до 400						-93 -150	-187 244	-273 -330
Св. 400 до 450	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -370
Св. 450 до 500						-109 -172	-229 -292	-337 -400

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 8-го квалитета								
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения, мкм								
Св. 3 до 6	+48	+38	+28	+18	+9	+5	+2	-2	-23
	+30	+20	+10	0	-9	-13	-16	-20	-41
Св. 6 до 10	+62	+47	+35	+22	+11	+6	+1	-3	-28
	+40	+25	+13	0	-11	-16	-21	-25	-50
Св. 10 до 18	+77	+59	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33
	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60
Св. 18 до 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-41
	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-74
Св. 24 до 30									-48
									-81
Св. 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	-3	-60
Св. 40 до 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-99
									-70
									-109
Св. 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87
Св. 65 до 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-133
									-102
									-148
Св. 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124
Св. 100 до 120	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-178
									-144
									-198
Св. 120 до 140									-170
									-233
Св. 140 до 160	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-190
	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-253
Св. 160 до 180									-210
									-273
Св. 180 до 200									-236
									-308
Св. 200 до 225	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-258
	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-330
Св. 225 до 250									-284
									-356
Св. 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315
Св. 280 до 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-396
									-350
									-431
Св. 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390
Св. 355 до 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-479
									-435
									-524
Св. 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490
Св. 450 до 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-587
									-540
									-637

Продолжение табл.6

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 9-11-го квалитетов										
	D9	E9	F9	H9	D10	H10	A11	B11	C11	D11	H11
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения, мкм										
Св. 3 до 6	+60	+50	+40	+30	+78	+48	+345	+215	+145	+105	+75
	+30	+20	+10	0	+30	0	+270	+140	+70	+30	0
Св. 6 до 10	+76	+61	+49	+36	+98	+58	+370	+240	+170	+130	+90
	+40	+25	+13	0	+40	0	+280	+150	+80	+40	0
Св. 10 до 18	+93	+75	+59	+43	+120	+70	+400	+260	+205	+160	+110
	+50	+32	+16	0	+50	0	+290	+150	+95	+50	0
Св. 18 до 30	+117	+92	+72	+52	+149	+84	+430	+290	+240	+195	+130
	+65	+40	+20	0	+65	0	+300	+160	+110	+65	0
Св. 30 до 40	+142	+112	+87	+62	+180	+100	+470	+330	+280	+240	+160
							+310	+170	+120		
Св. 40 до 50	+80	+50	+25	0	+80	0	+480	+340	+290	+80	0
							+320	+180	+130		
Св. 50 до 65	+174	+134	+104	+74	+220	+120	+530	+380	+330	+290	+190
							+340	+190	+140		
Св. 65 до 80	+100	+60	+30	0	+100	0	+550	+390	+340	+100	0
							+360	+200	+150		
Св. 80 до 100	+207	+159	+123	+87	+260	+140	+600	+440	+390	+340	+220
							+380	+220	+170		
Св. 100 до 120	+120	+72	+36	0	+120	0	+630	+460	+400	+120	0
							+410	+240	+180		
Св. 120 до 140							+710	+510	+450		
							+460	+260	+200		
Св. 140 до 160	+245	+185	+143	+100	+305	+160	+770	+530	+460	+395	+250
							+520	+280	+210		
Св. 160 до 180							+830	+560	+480		
							+580	+310	+230		
Св. 180 до 200							+950	+630	+530		
							+660	+340	+240		
Св. 200 до 225	+285	+215	+165	+115	+355	+185	+1030	+670	+550	+460	+290
							+740	+380	+260		
Св. 225 до 250							+1110	+710	+570		
							+820	+420	+280		
Св. 250 до 280	+320	+240	+186	+130	+400	+210	+1240	+800	+620	+510	+320
							+920	+480	+300		
Св. 280 до 315	+190	+110	+56	0	+190	0	+1370	+860	+650	+190	0
							+1050	+540	+330		
Св. 315 до 355	+350	+265	+202	+140	+440	+230	+1560	+960	+720	+570	+360
							+1200	+600	+360		
Св. 355 до 400	+210	+125	+62	0	+210	0	+1710	+1040	+760	+210	0
							+1350	+680	+400		
Св. 400 до 450	+385	+290	+223	+155	+480	+250	+1900	+1160	+840	+630	+400
							+1500	+760	+440		
Св. 450 до 500	+230	+135	+68	0	+230	0	+2050	+1240	+880	+230	0
							+1650	+840	+480		

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 12-17-го квалитетов							
	B12	H12	JS12*	H13*	H14*	H15*	H16*	H17*
	Верхние (ES) и нижние (EI) отклонения, мкм							
Св. 3 до 6	+260 +140	+120 0	+60 -60	+180 0	+300 0	+480 0	+750 0	+1200 0
Св. 6 до 10	+300 +150	+150 0	+75 -75	+220 0	+360 0	+580 0	+900 0	+1500 0
Св. 10 до 18	+330 +150	+180 0	+90 -90	+270 0	+430 0	+700 0	+110 0	+1800 0
Св. 18 до 30	+370 +160	+210 0	+105 -105	+330 0	+520 0	+840 0	+1300 0	+2100 0
Св. 30 до 40	+420 +170	+250 0	+125 -125	+390 0	+620 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0
Св. 40 до 50	+430 +180							
Св. 50 до 65	+490 +190	+300 0	+150 -150	+460 0	+740 0	+1200 0	+1900 0	+3000 0
Св. 65 до 80	+500 +200							
Св. 80 до 100	+570 +220	+350 0	+175 -175	+540 0	+870 0	+1400 0	+2200 0	+3500 0
Св. 100 до 120	+590 +240							
Св. 120 до 140	+660 +260	+400 0	+200 -200	+630 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+4000 0
Св. 140 до 160	+680 +280							
Св. 160 до 180	+710 +310							
Св. 180 до 200	+800 +340	+460 0	+230 -230	+720 0	+1150 0	+1850 0	+2900 0	+4600 0
Св. 200 до 225	+840 +380							
Св. 225 до 250	+880 +420							
Св. 250 до 280	+1000 +480	+520 0	+260 -260	+810 0	+1300 0	+2100 0	+3200 0	+5200 0
Св. 280 до 315	+1060 +540							
Св. 315 до 355	+1170 +600	+570 0	+285 -285	+890 0	+1400 0	+2300 0	+3600 0	+5700 0
Св. 355 до 400	+1250 +680							
Св. 400 до 450	+1390 +760	+630 0	+315 -315	+970 0	+1550 0	+2500 0	+4000 0	+6300 0
Св. 450 до 500	+1470 +840							

Примечания:

Поля допусков, отмеченные знаком *, не предназначены для посадок.

Таблица 7 – Шероховатость поверхности и качества при различных видах обработки деталей

Квалитет	Параметры шероховатости, мкм		Способы обработки
	R _a	R _z	
17	125.0 – 80.0	500 – 400	Точное литье. Ковка, горячая штамповка, вырубка, пробивка. Литье в земляные формы.
	100.0 – 80.0	400 – 320	
14	80.0 – 63.0	320 – 250	Черновое точение, долбление, строгание черновое, отрезка.
	63.0 – 50.0	250 – 200	
	50.0 – 40.0	200 – 160	
13	40.0 – 32.0	160 – 125	Точение, фрезерование чистовое, развертывание получистовое, черновое строгание, шлифование получистовое, шабровка.
	32.0 – 25.0	125 – 100	
	25.0 – 20.0	100 – 80.0	
12	20.0 – 16.0	80.0 – 63.0	Сверление, обработка обдирочным резцом, предварительное фрезерование, черновое зенкерование.
	16.0 – 12.5	63.0 – 50.0	
	12.5 – 10.0	50.0 – 40.0	
11	10.0 – 8.0	40.0 – 32.0	Обработка чистовой фрезой, разверткой, резцом, зенкером, протяжкой, предварительное шлифование, чистовое строгание, зубонарезание модульными фрезами.
	8.0 – 6.3	32.0 – 25.0	
	6.3 – 5.0	25.0 – 20.0	
10	5.0 – 4.0	20.0 – 16.0	Обточка, фрезерование чистовое, развертывание однократное, шлифование черновое, строгание чистовое, зубонарезание червячными фрезами, протягивание чистовое.
	4.0 – 3.2	16.0 – 12.5	
	3.2 – 2.5	12.5 – 10.0	
9	2.5 – 2.0	10.0 – 8.0	Точение, развертывание получистовое, строгание тонкое, шлифование получистовое, шабровка, тонкое фрезерование цилиндрической фрезой.
	2.0 – 1.6	8.0 – 6.3	
	1.6 – 1.25	6.3 – 5.0	
8	1.25 – 1.0	5.0 – 4.0	Точение чистовое, развертывание, шлифование, строгание тонкое, торцовое фрезерование тонкое, опиловка бархатным напильником, обкатывание, притирка.
	1.0 – 0.8	4.0 – 3.2	
	0.8 – 0.63	3.2 – 2.5	
7	0.63 – 0.5	2.5 – 2.0	Шлифование чистовое, обтачивание алмазным резцом, развертывание чистовое, протягивание отделочное, шабровка.
	0.5 – 0.4	2.0 – 1.6	
	0.4 – 0.32	1.6 – 1.25	
6	0.32 – 0.25	1.25 – 1.0	Полирование тонкое, хонингование тонкое, ручная доводка, раскатывание и обкатывание роликами и шариками.
	0.25 – 0.2	1.0 – 0.8	
	0.2 – 0.16	0.8 – 0.6	
5	0.16 – 0.125	0.63 – 0.5	Полирование тонкое, хонингование тонкое, ручная доводка, раскатывание, обкатывание роликами и шариками.
	0.125 – 0.1	0.5 – 0.4	
	0.1 – 0.08	0.4 – 0.32	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анухин, В. И. Допуски и посадки [Текст]: учеб. пособие/В. И. Анухин. – СПб.: Питер, 2022. – 305 с.
2. Коротков, В. С., Афонасов, А. И. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебное пособие/ В. С. Коротков, А. И. Афонасов. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 187 с.
3. Жукова М. Н. Основы взаимозаменяемости. Выбор допусков и посадок гладких цилиндрических соединений [Текст]: методические указания к расчетно-графической работе и практическим занятиям по метрологии, стандартизации и сертификации; М-во образования и науки РФ; СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 37 с.