

## Цель, задачи и объем расчетно-графической работы

Важнейшей проблемой современного машиностроения является повышение качества и надежности изготавливаемых машин и приборов. В решении этой проблемы большое значение имеют вопросы взаимозаменяемости и стандартизации, изучаемые в курсе «Метрология, стандартизация и сертификация». В процессе обучения студенты должны не только познакомиться с методами расчета и выбором полей допусков и посадок для различных сопряжений деталей машин, но и получить навыки в применении знаний на практике; уметь самостоятельно выбирать допуски и посадки гладких сопряжений, соединений с подшипниками качения, шпоночных, шлицевых, резьбовых соединений и зубчатых передач, а также уметь производить расчеты размерных цепей, правильно оформлять чертежи проектируемых деталей и узлов, свободно разбираться в готовых чертежах машин и приборов, пользоваться справочниками и стандартами. Приобретение таких знаний и практических навыков в дальнейшем облегчит студентам выполнение курсовых проектов по курсам «Детали машин» и «Основы технологии машиностроения», дипломного проекта.

Большое значение в приобретении практических навыков имеет выполнение расчетно-графической работы, охватывающей основные разделы курса.

Расчетно-графическая работа состоит из шести частей:

1. Построение и анализ полей допусков для посадок гладких цилиндрических соединений.
2. Выбор посадок и построение полей допусков для сопряжений подшипникового узла.
3. Выбор полей допусков и посадок для шпоночных соединений.
4. Выбор посадок и построение полей допусков для шлицевого соединения с прямобочным профилем зубьев.
5. Размерные цепи: прямая задача.
6. Размерные цепи: обратная задача.

Студенту дневной формы обучения номер варианта работы определяет преподаватель, а студент заочной формы обучения выбирает вариант, номер которого совпадает с двумя последними цифрами его шифра. Затем студенты получают на кафедре соответствующие шаблоны чертежей, которые необходимо оформить согласно стандартам ГОСТ (см. методические пособия по выполнению заданий). Требуемые для выполнения расчетно-графической работы расчеты и графические построения выполняют-

ся на листах формата А4 с рамкой по ГОСТ. Все листы работы нумеруются, аккуратно сшиваются в папку. На титульном листе указываются: фамилии и инициалы студента и преподавателя, вариант или шифр, номер группы (см. пример оформления титульного листа).

При выполнении заданий следует пользоваться таблицами, приведенными в настоящих методических указаниях.

## **Методические указания по выполнению задания № 1 «Выбор допусков и посадок гладких цилиндрических соединений»**

Расчетно-пояснительная записка должна содержать расчет всех параметров данного соединения: необходимо указать взятые из таблиц предельные отклонения и привести расчет остальных элементов посадки: допусков отверстия, вала и посадки, наибольшего, наименьшего и среднего зазоров или натягов. Для переходной посадки определяются наибольшие зазор и натяг, а также среднее значение большего из них по абсолютной величине. Также к ней прилагают схему расположения полей допусков и заполненные шаблоны чертежей.

Для выполнения задания студент получает три листа чертежей, каждый из которых включает сборочный чертеж (соединение двух деталей, образующих одну из трех посадок – с зазором, переходную или с натягом) и чертежи сопрягаемых деталей. В условиях задания, приведенных в табл. 1, для каждой посадки указано значение номинального диаметра, общее для отверстия и вала, и обозначение посадки. Каждый вариант задания включает три разные посадки, заданные по ГОСТ 25346-89.

Студент должен вписать обозначение заданной посадки в соответствующую таблицу на чертеже (рис.1-3). Предельные отклонения отверстия и вала по ГОСТ 25346-89 определяются по табл. 2 настоящих методических указаний.

В верхней рамке чертежа необходимо указать характер посадки (с зазором, переходная или с натягом), систему (вала, отверстия или комбинированную) и номера качеств для отверстия и вала.

На сборочном чертеже и на других чертежах необходимо проставить номинальный размер и его предельные отклонения. Предельные отклонения указывают на чертежах условными (буквенными) обозначениями полей допусков ( $\varnothing 12e8$ ) или числовыми значениями ( $\varnothing 12_{-0,059}^{-0,032}$ ) либо одно-

временно и тем и другим способами. В последнем случае числовое значение отклонений указывается в скобках после буквенного обозначения:

$\varnothing 12e8 \left( \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix} \right)$ . По методическим соображениям, в расчетно-графической работе следует использовать этот способ обозначения отклонений.

Верхнее отклонение с соответствующим знаком указывается сверху, а нижнее – снизу. Высота цифр отклонений должна быть вдвое меньше, чем у цифр, указывающих номинальный размер. Отклонение, равное нулю, на чертежах не предоставляется ( $\varnothing 18^{+0,018}$ ). Если оба отклонения одинаковы (отличаются только знаками), то после номинального размера ставятся знаки  $\pm$ , а рядом – значение отклонений; в этом случае цифры отклонений и номинального размера имеют одинаковую высоту ( $\varnothing 35 \pm 0,012$ ). Линейные размеры и предельные отклонения на чертежах указывают в мм без обозначения единицы измерения. Число знаков после запятой у верхнего и нижнего отклонений должно быть одинаковым, но они не должны оба заканчиваться нулями.

Примеры правильного обозначения  $\varnothing 60 \begin{smallmatrix} -0,10 \\ -0,29 \end{smallmatrix}$  ;  $\varnothing 15 \begin{smallmatrix} +0,06 \\ +0,03 \end{smallmatrix}$  ;  
неправильного  $\varnothing 60 \begin{smallmatrix} -0,1 \\ -0,29 \end{smallmatrix}$  ;  $\varnothing 60 \begin{smallmatrix} -0,100 \\ -0,250 \end{smallmatrix}$  .

В обозначение посадки входит номинальный размер, общий для обоих соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следуют обозначения полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия

( $\varnothing 40 \text{ H7/g6}$  или  $\varnothing 40 \text{ H7 – g6}$  или  $\varnothing 40 \frac{\text{H7}}{\text{g6}}$ ).

При выполнении задания на сборочном чертеже следует проставить условное обозначение посадки, а на рабочих чертежах деталей – условное обозначение и числовое значение.

Необходимо также нанести на чертежи деталей обозначение шероховатости поверхностей. Под шероховатостью поверхности по ГОСТ 2789-73 понимается совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами. Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонение формы и волнистость) ее рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется базовой длиной. Шероховатость поверхности, наряду с другими параметрами поверхности, влияет на многие эксплуатационные характеристики, например, на трение и износ трущихся поверхностей, характер соединения деталей (на значения зазоров и натягов в соединении), прочность деталей, антикоррозионную стойкость, плотность и герметичность соединения, отражательную способность и некоторые другие. Для

обеспечения заданного качества изделий устанавливаются определенные требования к шероховатости поверхности.

Стандартами установлено несколько параметров шероховатости, связанных с высотными свойствами неровностей. При выборе параметров шероховатости предпочтение следует отдать среднему арифметическому отклонению профиля  $R_a$  или высоте неровностей по десяти точкам  $R_z$ . Выбранное числовое значение шероховатости должно соответствовать наиболее грубой допускаемой величине неровностей.

При выполнении задания следует принимать значения  $R_a \leq 0,05 \cdot IT$  и  $R_z \leq 0,02 \cdot IT$ . Полученное в результате расчета значение  $R_a$  или  $R_z$  необходимо округлять до ближайшего меньшего значения, указанного в табл. 3.

Для торцовых поверхностей, получаемых чистовым обтачиванием поперечной подачей, значения  $R_a$  или  $R_z$  могут быть приняты в два раза больше, чем для цилиндрических поверхностей, получаемых шлифованием или тонким точением.

### **Общие сведения о допусках, посадках и предельных отклонениях размеров**

Основные обозначения и расчётные зависимости, применяемые при решении задач:

ES – верхнее отклонение отверстия;  
EI – нижнее отклонение отверстия;  
es – верхнее отклонение вала;  
ei – нижнее отклонение вала;  
D – номинальный размер отверстия;  
d – номинальный размер вала;  
D, d – номинальный размер соединения ( $D=d$ );  
T – допуск (общее обозначение от англ. Tolerance);  
 $T_D$  – допуск отверстия;  
 $T_d$  – допуск вала;  
S – зазор (общее обозначение);  
 $S_{min}$  – зазор наименьший;  
 $S_{max}$  – зазор наибольший;  
 $S_m$  – зазор средний;  
N – натяг (общее обозначение);  
 $N_{min}$  – натяг наименьший;  
 $N_{max}$  – натяг наибольший;  
 $N_m$  – натяг средний;  
 $T_s$  – допуск зазора;

$T_N$  – допуск натяга;  
 $T_{(S,N)}$  – допуск посадки;  
 $D_{\max}$  – наибольший предельный размер отверстия;  
 $D_{\min}$  – наименьший предельный размер отверстия;  
 $d_{\max}$  – наибольший предельный размер вала;  
 $d_{\min}$  – наименьший предельный размер вала;

### Основные расчётные зависимости

Определение предельных размеров:

отверстия:

$$D_{\max} = D + ES; \quad D_{\min} = D + EI;$$

вала:

$$d_{\max} = d + es; \quad d_{\min} = d + ei.$$

Определение размеров допусков:

$$\text{отверстия: } T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI;$$

$$\text{вала: } T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei.$$

Допуск посадки:

$$T_s = T_N = T_D + T_d.$$

Определение зазоров в соединении (для посадок с зазором):

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es;$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei;$$

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}.$$

Определение натягов в соединении (для посадок с натягом):

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES;$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI;$$

$$N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}.$$

Максимальные значения зазора и натяга (для переходной посадки):

$$S_{\max} = ES - ei,$$

$$N_{\max} = es - EI.$$

Значение среднего зазора или натяга для переходных посадок определяется в зависимости от их абсолютных величин:

$$\text{если } S_{\max} > N_{\max}, \text{ то } S_m = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2};$$

$$\text{если } N_{\max} > S_{\max}, \text{ то } N_m = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2}.$$

Более точные представления о посадке дают вероятностные значения предельных и средних зазоров или натягов и допуска посадки, определенных с учетом характеристик рассеяния размеров деталей.

При ориентировочных проектных расчетах, когда заранее неизвестны параметры распределения погрешностей размеров отверстия и вала, обра-

зующих соединении, для определения вероятностных характеристик посадки достаточен приближенный метод. В его основу положено предположение, что размеры отверстия вала распределяются по нормальному закону с центром группирования в середине поля допуска и средним квадратическим отклонением:

$$\sigma = \frac{1}{6}IT(\sigma_{\pi} = \frac{1}{6}IT_{\pi}; \sigma_D = \frac{1}{6}IT_D; \sigma_d = \frac{1}{6}IT_d).$$

Тогда значения зазора или натяга будут также распределяться по нормальному закону, симметрично относительно среднего значения. Среднее квадратичное отклонение для посадки:

$$\sigma_{\pi} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2},$$

вероятностный допуск посадки:

$$IT_{\pi}^6 = 6\sigma_{\pi} = \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2}.$$

Вероятностные предельные зазоры или натяги:

$$S_{\max}^B = S_c + 3\sigma_{\pi} = S_c + IT_{\pi}^B/2;$$

$$S_{\min}^B = S_c - \sigma_{\pi} = S_c - IT_{\pi}^B/2;$$

$$N_{\max}^B = N_c + 3\sigma_{\pi} = N_c + IT_{\pi}^B/2;$$

$$N_{\min}^B = N_c - 3\sigma_{\pi} = N_c - IT_{\pi}^B/2.$$

После этого необходимо начертить схему расположения полей допусков отверстия и вала в выбранном масштабе и проставить на ней обозначения и значения всех элементов посадки. На схеме поле допуска отверстия располагается слева, а поле допуска вала – справа.

## Варианты условий заданий

№ варианта	Исходные данные		
1	$\varnothing 6 \frac{H9}{d9}$	$\varnothing 80 \frac{Js8}{h7}$	$\varnothing 200 \frac{U8}{h7}$
2	$\varnothing 10 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 80 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 75 \frac{H7}{p6}$
3	$\varnothing 16 \frac{H8}{e9}$	$\varnothing 40 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 150 \frac{H7}{r6}$
4	$\varnothing 71 \frac{H7}{f6}$	$\varnothing 400 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 90 \frac{H7}{r6}$
5	$\varnothing 300 \frac{H7}{f7}$	$\varnothing 60 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 25 \frac{P7}{h6}$
6	$\varnothing 50 \frac{E9}{h8}$	$\varnothing 80 \frac{G7}{k6}$	$\varnothing 45 \frac{H7}{p6}$
7	$\varnothing 12 \frac{H8}{d9}$	$\varnothing 90 \frac{H6}{m6}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{s6}$
8	$\varnothing 36 \frac{G7}{f6}$	$\varnothing 20 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 130 \frac{T7}{h6}$
9	$\varnothing 120 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 25 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{r6}$
10	$\varnothing 300 \frac{F8}{e8}$	$\varnothing 100 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 75 \frac{F8}{u7}$
11	$\varnothing 24 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 10 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 300 \frac{H7}{s6}$
12	$\varnothing 125 \frac{H8}{f7}$	$\varnothing 30 \frac{F7}{h6}$	$\varnothing 124 \frac{T7}{h6}$
13	$\varnothing 18 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 10 \frac{N8}{h7}$	$\varnothing 250 \frac{P7}{h6}$
14	$\varnothing 32 \frac{G7}{f6}$	$\varnothing 3 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 85 \frac{H7}{r6}$
15	$\varnothing 20 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 130 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 85 \frac{H7}{p6}$

Продолжение табл. 1

№ варианта	Исходные данные		
17	$\varnothing 220 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 400 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 25 \frac{H7}{r9}$
18	$\varnothing 10 \frac{G7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 85 \frac{H8}{s7}$
19	$\varnothing 250 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 130 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 300 \frac{H7}{p7}$
20	$\varnothing 30 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 10 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 219 \frac{R7}{h6}$
21	$\varnothing 250 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 18 \frac{U8}{h7}$
22	$\varnothing 30 \frac{F9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 180 \frac{T7}{h6}$
23	$\varnothing 3 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 10 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 400 \frac{H7}{s7}$
24	$\varnothing 200 \frac{D8}{h8}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{Js6}$	$\varnothing 10 \frac{S7}{h6}$
25	$\varnothing 50 \frac{H9}{d9}$	$\varnothing 120 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 200 \frac{R7}{h6}$
26	$\varnothing 500 \frac{H8}{c8}$	$\varnothing 250 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 80 \frac{H8}{s7}$
27	$\varnothing 18 \frac{F7}{h7}$	$\varnothing 30 \frac{N8}{h7}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{t6}$
28	$\varnothing 10 \frac{D10}{h9}$	$\varnothing 6 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 400 \frac{H7}{p6}$
29	$\varnothing 400 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 180 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 40 \frac{H7}{p6}$
30	$\varnothing 10 \frac{H8}{e7}$	$\varnothing 30 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 120 \frac{R7}{h7}$
31	$\varnothing 30 \frac{H9}{e8}$	$\varnothing 80 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 250 \frac{S7}{h9}$
32	$\varnothing 50 \frac{F7}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{M8}{h7}$	$\varnothing 315 \frac{H7}{s7}$

Продолжение табл. 1

№ варианта	Исходные данные		
33	$\varnothing 450 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 210 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 80 \frac{S7}{h6}$
34	$\varnothing 315 \frac{H9}{f8}$	$\varnothing 180 \frac{H8}{m7}$	$\varnothing 50 \frac{T7}{h6}$
35	$\varnothing 280 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 160 \frac{N8}{h7}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{r6}$
36	$\varnothing 220 \frac{H8}{e8}$	$\varnothing 120 \frac{Js8}{h7}$	$\varnothing 100 \frac{H7}{t6}$
37	$\varnothing 3 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 18 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{s6}$
38	$\varnothing 6 \frac{G7}{h6}$	$\varnothing 30 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{u8}$
39	$\varnothing 10 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 40 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 80 \frac{P7}{h6}$
40	$\varnothing 18 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 50 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 120 \frac{H8}{u8}$
41	$\varnothing 30 \frac{H7}{f6}$	$\varnothing 80 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 180 \frac{H8}{x8}$
42	$\varnothing 50 \frac{D8}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 250 \frac{H7}{p6}$
43	$\varnothing 450 \frac{H8}{f7}$	$\varnothing 315 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 18 \frac{S7}{h6}$
44	$\varnothing 400 \frac{E9}{h9}$	$\varnothing 250 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 10 \frac{H8}{s7}$
45	$\varnothing 315 \frac{H9}{e9}$	$\varnothing 180 \frac{H8}{m7}$	$\varnothing 30 \frac{P7}{h6}$
46	$\varnothing 250 \frac{F7}{h6}$	$\varnothing 120 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 18 \frac{H6}{s6}$
47	$\varnothing 3 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 180 \frac{T7}{h6}$
48	$\varnothing 6 \frac{H8}{f7}$	$\varnothing 50 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 250 \frac{R7}{h6}$

Продолжение табл. 1

№ варианта	Исходные данные		
49	$\varnothing 10 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 65 \frac{H7}{n7}$	$\varnothing 315 \frac{P7}{h6}$
50	$\varnothing 18 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 80 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 350 \frac{H7}{t6}$
51	$\varnothing 30 \frac{H8}{e7}$	$\varnothing 95 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 400 \frac{U8}{h7}$
52	$\varnothing 50 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 500 \frac{P6}{h5}$
53	$\varnothing 450 \frac{H9}{h8}$	$\varnothing 180 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 3 \frac{S7}{h6}$
54	$\varnothing 400 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 150 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 6 \frac{H7}{r6}$
55	$\varnothing 315 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 10 \frac{H8}{s7}$
56	$\varnothing 250 \frac{D9}{h8}$	$\varnothing 80 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 18 \frac{H7}{r6}$
57	$\varnothing 180 \frac{F9}{h8}$	$\varnothing 65 \frac{Js7}{h6}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{p6}$
58	$\varnothing 300 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 3 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 50 \frac{U8}{h7}$
59	$\varnothing 280 \frac{G7}{h6}$	$\varnothing 6 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 60 \frac{H8}{s7}$
60	$\varnothing 250 \frac{E8}{h7}$	$\varnothing 10 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 80 \frac{H7}{t6}$
61	$\varnothing 180 \frac{H9}{f8}$	$\varnothing 18 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 100 \frac{R7}{h6}$
62	$\varnothing 6 \frac{G7}{h6}$	$\varnothing 80 \frac{M7}{h6}$	$\varnothing 180 \frac{H7}{u7}$
63	$\varnothing 10 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 120 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 200 \frac{P7}{h6}$
64	$\varnothing 18 \frac{H8}{d8}$	$\varnothing 150 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 250 \frac{S7}{h6}$

№ варианта	Исходные данные		
65	$\varnothing 30 \frac{D9}{h8}$	$\varnothing 180 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 315 \frac{H8}{u8}$
66	$\varnothing 50 \frac{H7}{e7}$	$\varnothing 200 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 400 \frac{S7}{h6}$
67	$\varnothing 50 \frac{H8}{f7}$	$\varnothing 6 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 450 \frac{U8}{h7}$
68	$\varnothing 65 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 10 \frac{N8}{h7}$	$\varnothing 500 \frac{H7}{p6}$
69	$\varnothing 80 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 18 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 350 \frac{H8}{s7}$
70	$\varnothing 95 \frac{F9}{h9}$	$\varnothing 30 \frac{M8}{h7}$	$\varnothing 315 \frac{H7}{p6}$
71	$\varnothing 120 \frac{F8}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{m7}$	$\varnothing 280 \frac{H6}{s5}$
72	$\varnothing 150 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 80 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 250 \frac{R7}{h6}$
73	$\varnothing 180 \frac{F7}{h6}$	$\varnothing 3 \frac{K8}{h7}$	$\varnothing 80 \frac{H6}{r6}$
74	$\varnothing 250 \frac{H8}{h7}$	$\varnothing 60 \frac{R7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{x8}$
75	$\varnothing 250 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 120 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 80 \frac{P7}{h6}$
76	$\varnothing 180 \frac{H8}{h8}$	$\varnothing 100 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 50 \frac{P7}{h6}$
77	$\varnothing 120 \frac{F8}{h8}$	$\varnothing 80 \frac{H8}{m7}$	$\varnothing 30 \frac{H8}{s7}$
78	$\varnothing 80 \frac{H7}{f6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 18 \frac{T7}{h6}$
79	$\varnothing 50 \frac{H8}{d9}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 120 \frac{S7}{h6}$
80	$\varnothing 30 \frac{F8}{h7}$	$\varnothing 18 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 180 \frac{R7}{h6}$

Для заданных посадок определить:

1. Предельные отклонения.
2. Допуски.
3. Предельные размеры.
4. Построить схему расположения полей допусков.  
На схемах все размеры, кроме диаметральных, указывают в **МИКРОМЕТРАХ**.
5. Сделать вывод о характере посадки.
6. Определить предельные значения зазоров и (или) натягов.
7. Определить систему посадки.
8. Определить значения параметров шероховатости поверхности.
9. Заполнить шаблоны чертежей.

**Пример выполнения задания первой части  
расчетно-графической работы  
«Построение и анализ полей допусков  
гладких цилиндрических соединений»**

№ варианта	Исходные данные		
xx	$\varnothing 40 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 200 \frac{R7}{h6}$	$\varnothing 1500 \frac{F8}{m6}$

Расчет посадки  $\varnothing 40 \frac{H7}{g6}$

1. Определим отклонения отверстия и вала по таблице допусков и посадок:

$$\varnothing 40 \frac{H7}{g6} \begin{pmatrix} +0,025 \\ -0,009 \\ -0,025 \end{pmatrix}$$

Отклонения отверстия:  $ES = +0,025$  мм;  $EI = 0$  мм;

отклонения вала:  $es = -0,009$  мм;  $ei = -0,025$  мм.

2. Допуски (расчётные значения):

отверстия  $T_D = ES - EI = 0,025 - 0 = 0,025$  мм;

вала  $T_d = es - ei = -0,009 - (-0,025) = 0,016$  мм;

посадки  $T_s = T_D + T_d = 0,025 + 0,016 = 0,041$  мм;

3. Предельные размеры:

отверстия:  $D_{\max} = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025$  мм;

$$D_{\min} = D + EI = 40 + 0 = 40,000 \text{ мм};$$

$$\text{вала: } d_{\max} = d + es = 40 + (-0,009) = 39,991 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 40 + (-0,025) = 39,975 \text{ мм}.$$

4. Построим схему расположения полей допусков (рис.1).

*Схема расположения полей допусков посадки с зазором*

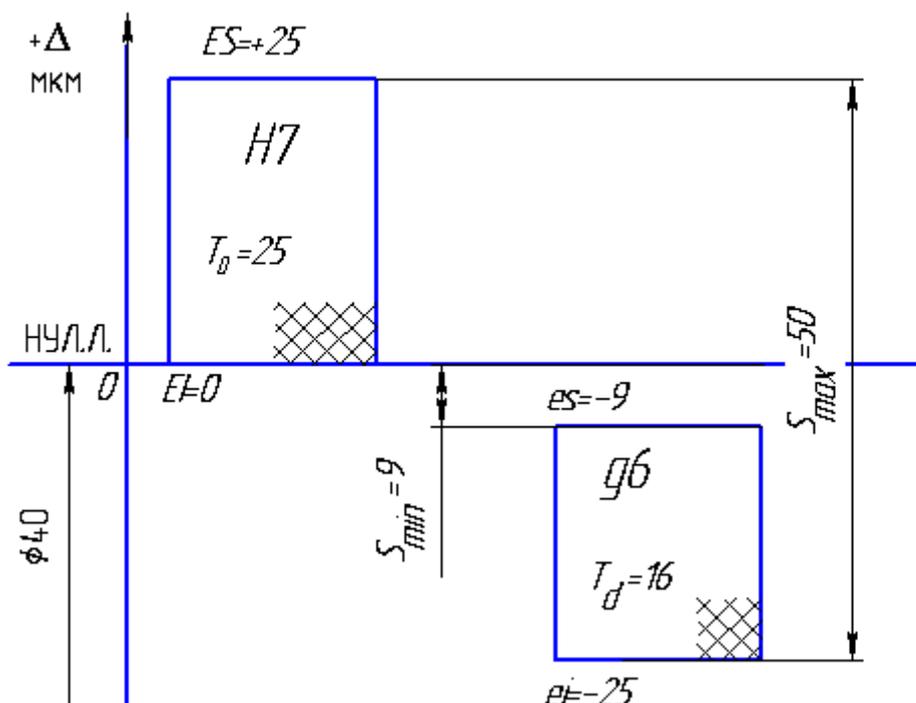


Рис.1. Схема расположения полей допусков посадки с зазором

5. Посадка с зазором, так как поле допуска отверстия расположено выше поля допуска вала.

6. Определим значения зазоров:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,025 - (-0,025) = 0,050 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,009) = 0,009 \text{ мм};$$

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,050 + 0,009}{2} = 0,0295 \text{ мм}.$$

Предельные вероятностные значения зазоров:

$$S_{\max}^B = S_c + \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2} / 2 = 29,5 + \sqrt{25^2 + 16^2} / 2 = 44,3 \text{ мкм};$$

$$S_{\min}^B = S_c - \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2} / 2 = 29,5 - \sqrt{25^2 + 16^2} / 2 = 14,7 \text{ мкм}.$$

7. Система отверстия, так как основное отверстие  $EI = 0$  мм.

8. Определим значения параметров шероховатости:  
цилиндрической поверхности отверстия  $R_a \leq 0,05 \cdot 25 \leq 1,25$  мкм;  
(принимаем  $R_a = 0,8$  мкм);  
торцевой поверхности отверстия  $R_a \leq 2 \cdot 0,8 = 1,6$  мкм;  
(принимаем  $R_a = 1,6$  мкм);  
цилиндрической поверхности вала  $R_a = 0,05 \cdot 16 = 0,8$  мкм;  
(принимаем  $R_a = 0,8$  мкм);  
торцевой поверхности буртика вала  $R_a \leq 2 \cdot 0,8 = 1,6$  мкм;  
(принимаем  $R_a = 1,6$  мкм).

9. Заполненный шаблон чертежа представлен на рис.2.

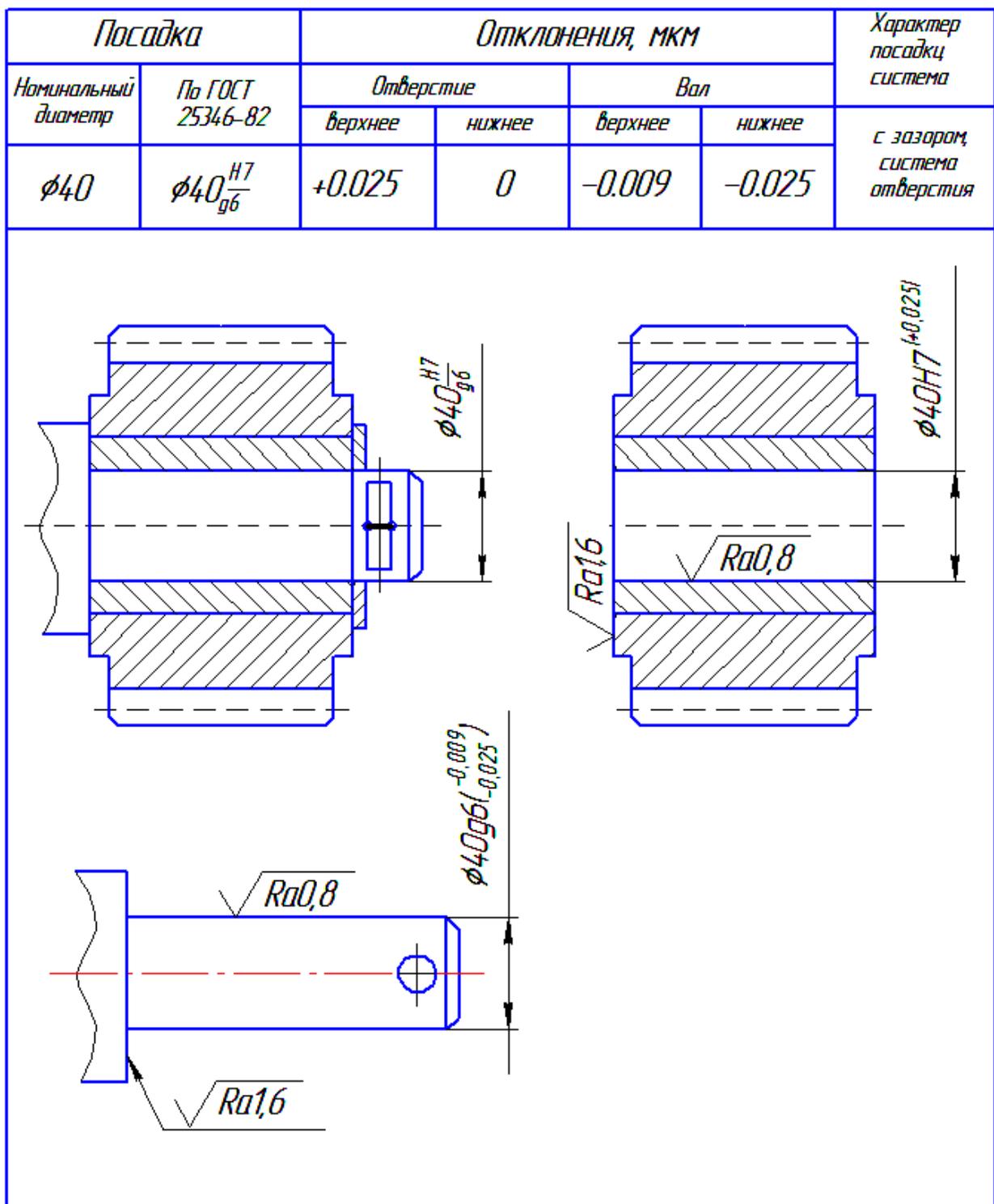


Рис.2. Шаблон чертежа посадки с зазором

## Расчет посадки $\varnothing 200 \frac{R7}{h6}$

1. Определим отклонения отверстия и вала по таблице допусков и посадок:

$$\varnothing 200 \frac{R7}{h6} \begin{pmatrix} -0,063 \\ -0,109 \\ -0,029 \end{pmatrix}$$

Отклонения отверстия:  $ES = -0,063$  мм;  $EI = -0,109$  мм;  
отклонения вала:  $es = 0$  мм;  $ei = -0,029$  мм.

2. Допуски (расчётные значения):

$$\text{отверстия } T_D = ES - EI = -0,063 - (-0,109) = 0,046 \text{ мм;}$$

$$\text{вала } T_d = es - ei = 0 - (-0,029) = 0,029 \text{ мм;}$$

$$\text{посадки } T_s = T_D + T_d = 0,046 + 0,029 = 0,075 \text{ мм.}$$

3. Предельные размеры:

$$\text{отверстия: } D_{\max} = D + ES = 200 + (-0,063) = 199,937 \text{ мм;}$$

$$D_{\min} = D + EI = 200 + (-0,109) = 199,891 \text{ мм;}$$

$$\text{вала: } d_{\max} = d + es = 200 + 0 = 200,000 \text{ мм;}$$

$$d_{\min} = d + ei = 200 + (-0,029) = 199,971 \text{ мм.}$$

4. Чтобы определить характер посадки, построим схему расположения полей допусков (рис.3)

*Схема расположения полей допусков посадки с натягом*

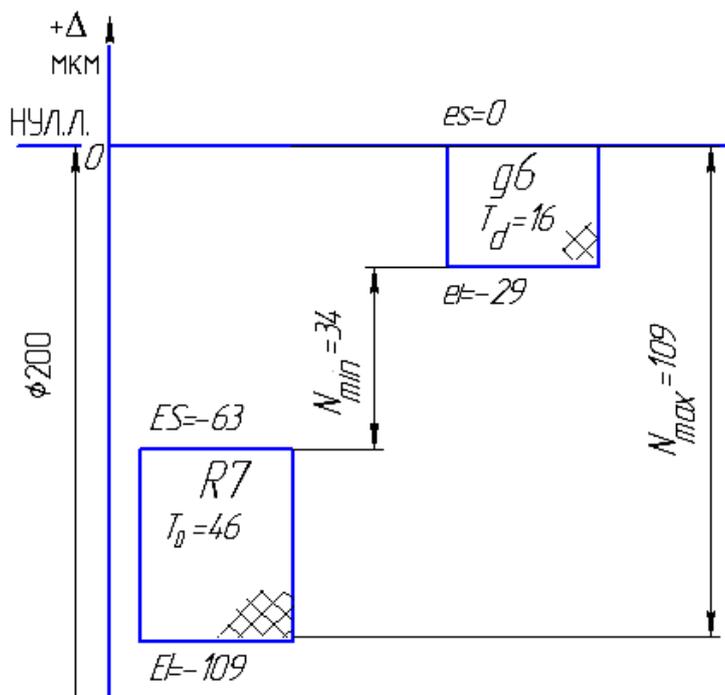


Рис.3. Схема расположения полей допусков посадки с натягом

5. Вывод: посадка с натягом, так как поле допуска вала расположено выше поля допуска отверстия.
6. Определим значения натягов:

$$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,109) = 0,109 \text{ мм};$$

$$N_{\min} = ei - ES = -0,029 - (-0,063) = 0,034 \text{ мм};$$

$$N_c = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{0,109 + 0,034}{2} = 0,0715 \text{ мм}.$$

Предельные вероятностные значения натягов:

$$N_{\max}^B = N_c + \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2}/2 = 71,5 + \sqrt{46^2 + 29^2}/2 = 98,7 \text{ мкм};$$

$$N_{\min}^B = N_c + \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2}/2 = 71,5 - \sqrt{46^2 + 29^2}/2 = 44,31 \text{ мкм}.$$

7. Система вала, так как основной вал  $es=0$ .
8. Определим значения параметров шероховатости:
  - цилиндрической поверхности отверстия  $R_a \leq 0,5 \cdot 46 = 2,3 \text{ мкм}$ ,  
(принимаем  $R_a = 2 \text{ мкм}$ );
  - торцевой поверхности отверстия  $R_a \leq 2 \cdot 2 = 4 \text{ мкм}$ ;
  - цилиндрической поверхности вала  $R_a \leq 0,5 \cdot 29 = 1,45 \text{ мкм}$ ;  
(принимаем  $R_a = 1,25 \text{ мкм}$ );
  - торцевой поверхности буртика вала  $R_a \leq 2 \cdot 1,25 = 2,5 \text{ мкм}$ ;  
(принимаем  $R_a = 2,5 \text{ мкм}$ ).
9. Заполненный шаблон чертежа представлен на рис. 4.

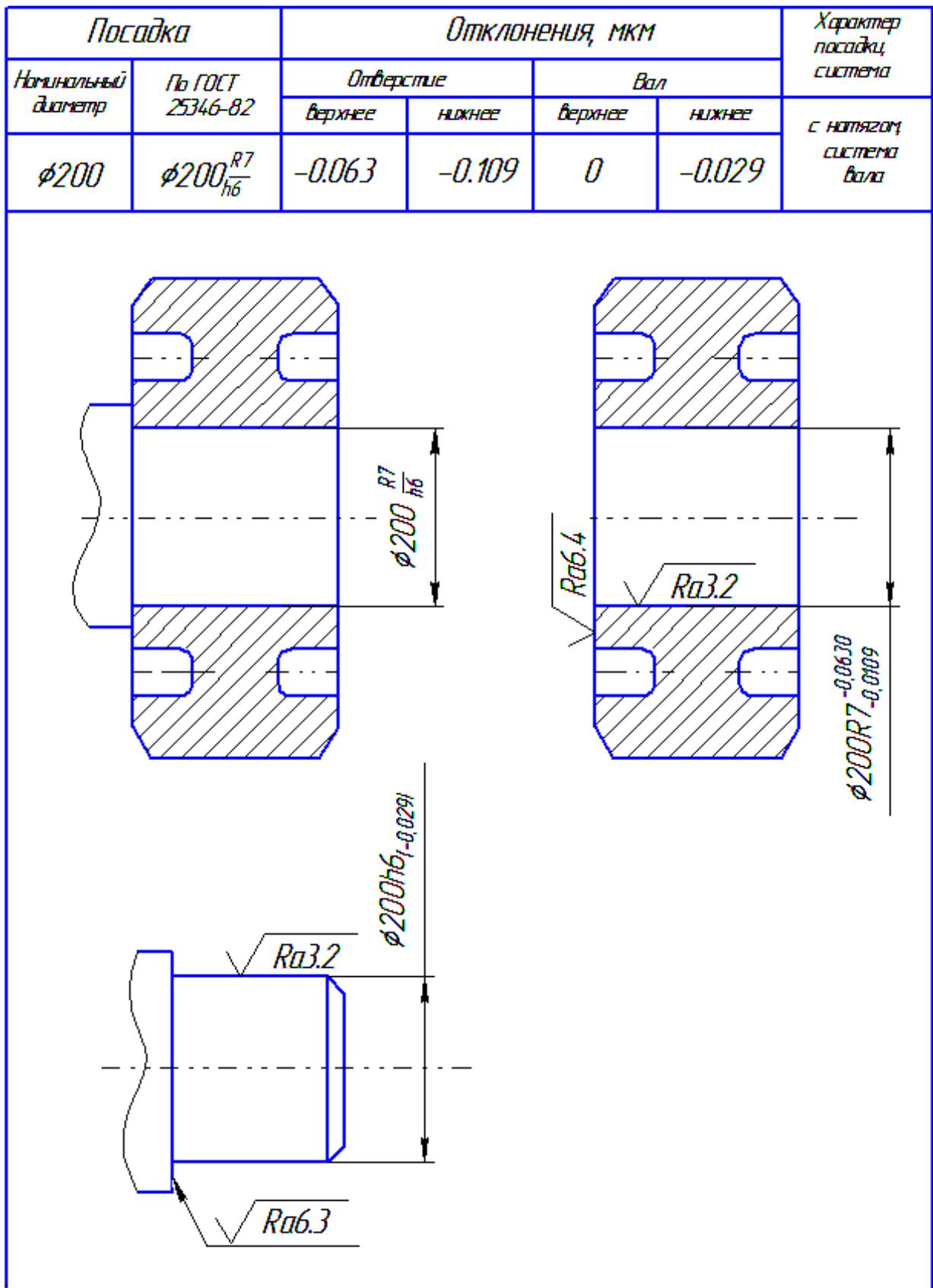


Рис.4. Шаблон чертежа посадки с натягом

## Расчет посадки $\text{Ø} 450 \frac{F8}{m6}$

1. Определим отклонения отверстия и вала по таблице допусков и посадок:

$$\text{Ø} 450 \frac{F8}{m6} \begin{pmatrix} +0,165 \\ +0,068 \\ +0,083 \\ +0,023 \end{pmatrix}$$

Отклонения отверстия:  $ES = +0,165$  мм;  $EI = +0,068$  мм;  
отклонения вала:  $es = +0,083$  мм;  $ei = +0,023$  мм.

2. Допуски (расчётные значения):

отверстия  $T_D = ES - EI = 0,165 - 0,068 = 0,097$  мм;

вала  $T_d = es - ei = 0,083 - 0,023 = 0,060$  мм;

посадки  $T_n = T_D + T_d = 0,097 + 0,060 = 0,157$  мм.

3. Предельные размеры:

отверстия:  $D_{\max} = D + ES = 450 + 0,165 = 450,165$  мм;

$D_{\min} = D + EI = 450 + 0,068 = 450,068$  мм.

вала:  $d_{\max} = d + es = 450 + 0,083 = 450,083$  мм;

$d_{\min} = d + ei = 450 + 0,023 = 450,023$  мм.

4. Чтобы определить характер посадки, построим схему расположения полей допусков (рис. 5.)

*Схема расположения полей допусков переходной посадки*

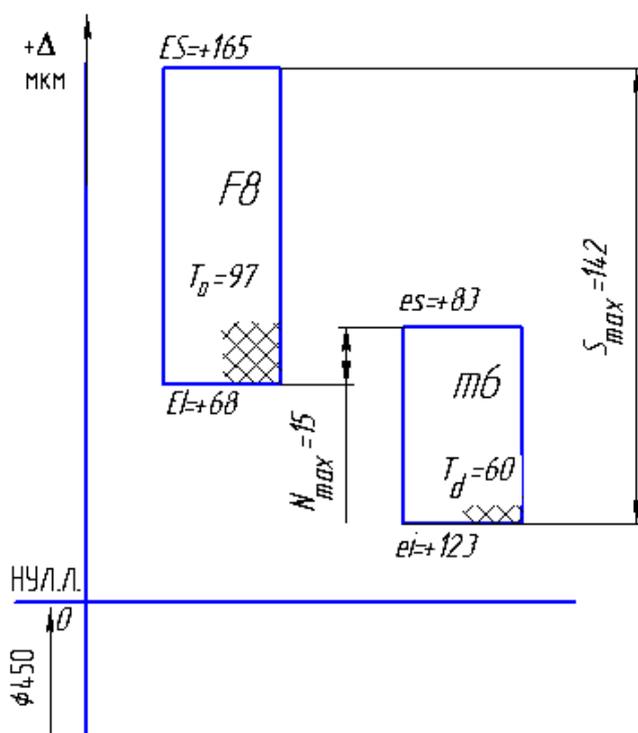


Рис.5. Схема расположения полей допусков переходной посадки

5. Посадка переходная, так как поле допуска отверстия и поле допуска вала пересекаются.

6. Определим значения зазоров и натягов:

$$N_{\max} = es - EI = 0,083 - 0,068 = 0,015 \text{ мм};$$

$$S_{\max} = ES - ei = 0,165 - 0,023 = 0,142 \text{ мм};$$

$$S_c = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2} = \frac{0,142 - 0,015}{2} = 0,0635 \text{ мм}.$$

Предельные вероятностные значения зазоров:

$$S_{\max}^B = S_c + \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2}/2 = 63,5 + \sqrt{97^2 + 60^2}/2 = 120,5 \text{ мкм};$$

$$S_{\min}^B = S_c - \sqrt{IT_D^2 + IT_d^2}/2 = 63,5 - \sqrt{97^2 + 60^2}/2 = 6,5 \text{ мкм}.$$

7. Внесистемная посадка, так как отсутствует основное отверстие и основной вал.

8. Определим значения параметров шероховатости:

цилиндрической поверхности отверстия  $R_a \leq 0,05 * 97 \leq 4,85 \text{ мкм};$

(принимаем  $R_a = 3,2 \text{ мкм};$

торцевой поверхности отверстия  $R_a = 3,2 * 2 = 6,4 \text{ мкм};$

(принимаем  $R_a = 6,4 \text{ мкм};$

цилиндрической поверхности вала  $R_a \leq 0,05 * 60 = 3 \text{ мкм};$

(принимаем  $R_a = 2,5 \text{ мкм};$

торцевой поверхности буртика вала  $R_a = 2,5 * 2 = 5 \text{ мкм}.$

9. Заполненный шаблон чертежа представлен на рис. 6.

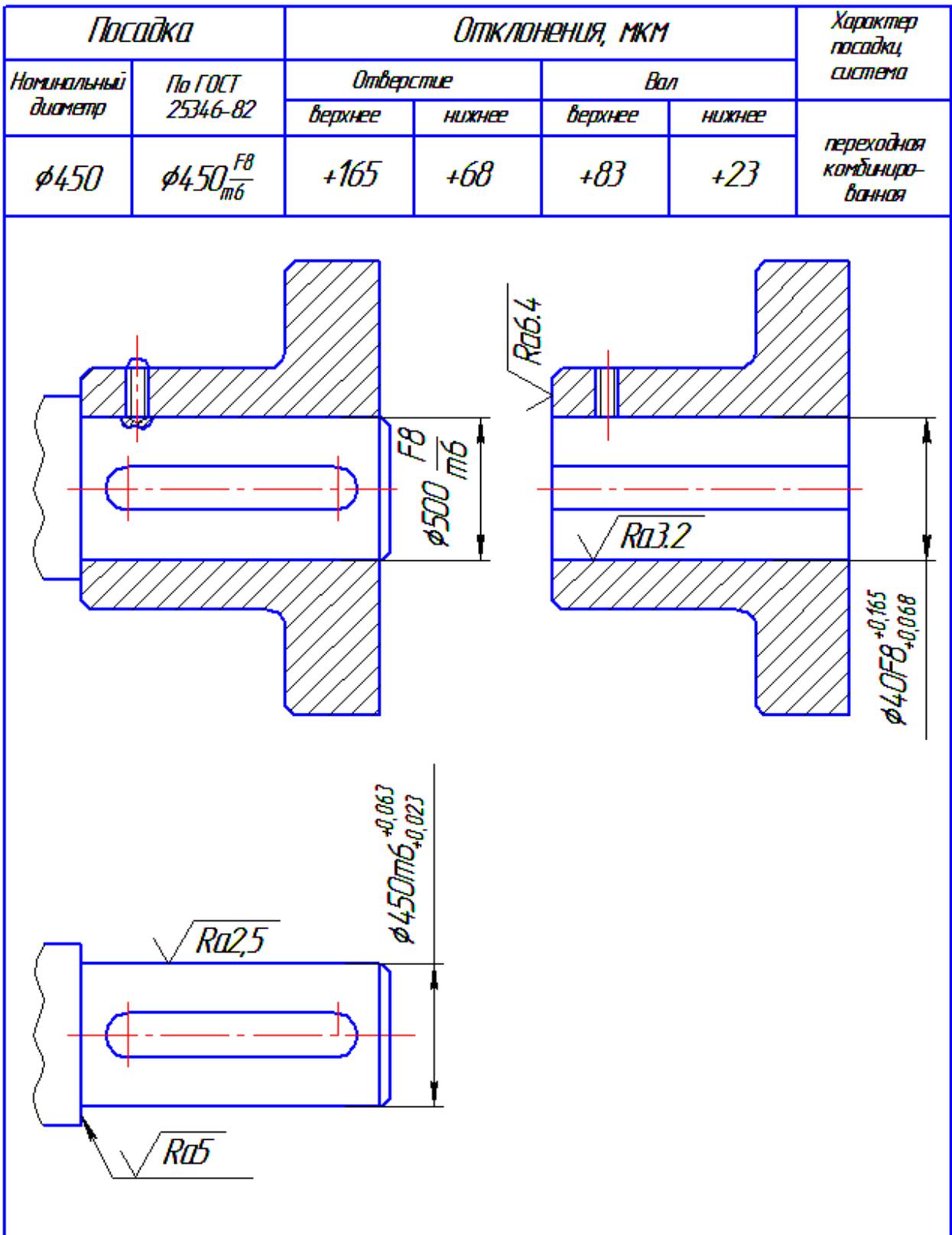


Рис.6. Шаблон чертежа переходной посадки

## Допуски и посадки

Интервал раз- меров, мм	Поля допусков валов 5-го качества								
	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Верхние (es) и нижние (ei) отклонения, мкм								
<b>Св. 3 до 6</b>	-4	0	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24
	-9	-5	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19
<b>Св. 6 до 10</b>	-5	0	+3	+7	+12	+16	+21	+25	+29
	-11	-6	-3	+1	+6	+10	+15	+19	+23
<b>Св. 10 до 18</b>	-6	0	+4	+9	+15	+20	+26	+31	+36
	-14	-8	-4	+1	+7	+12	+18	+23	+28
<b>Св. 18 до 30</b>	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
<b>Св. 30 до 50</b>	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
<b>Св. 50 до 65</b>	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54	+66
<b>Св. 65 до 80</b>	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53
								+56	+72
<b>Св. 80 до 100</b>	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+43	+59
<b>Св. 100 до 120</b>	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+51	+66
								+55	+71
<b>Св. 120 до 140</b>								+69	+86
<b>Св. 140 до 160</b>	-14	0	+9	+21	+33	+45	+61	+51	+66
	-32	-18	-9	+3	+15	+27	+43	+55	+71
<b>Св. 160 до 180</b>								+69	+86
<b>Св. 180 до 200</b>								+68	+86
<b>Св. 200 до 225</b>	-15	0	+10	+24	+37	+51	+70	+81	+97
	-3,5	-20	-10	+4	+17	+31	+50	+63	+77
<b>Св. 225 до 250</b>								+77	+92
<b>Св. 250 до 280</b>	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+83	+99
<b>Св. 280 до 315</b>	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+65	+81
								+65	+81
<b>Св. 315 до 355</b>	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+86	+102
<b>Св. 355 до 400</b>	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+68	+84
								+84	+100
<b>Св. 400 до 450</b>	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+86	+102
<b>Св. 450 до 500</b>	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+94	+110
								+117	+133
								+94	+110
								+121	+137
								+98	+114
								+108	+124
								+139	+155
								+114	+130
								+153	+169
								+126	+142
								+159	+175
								+132	+148

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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																		
<b>Св. 3 до 6</b>	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35										
	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23										
<b>Св. 6 до 10</b>	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43										
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28										
<b>Св. 10 до 18</b>	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51										
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33										
<b>Св. 18 до 24</b>	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62										
<b>Св. 24 до 30</b>									-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41	+69	+48
<b>Св. 30 до 40</b>	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85										
<b>Св. 40 до 50</b>									-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60	+95	+70
<b>Св. 50 до 65</b>	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117										
<b>Св. 65 до 80</b>									-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87	+132	+102
<b>Св. 80 до 100</b>	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159										
<b>Св. 100 до 120</b>									-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124	+179	+144
<b>Св. 120 до 140</b>	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210										
<b>Св. 140 до 160</b>									-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170	+230	+190
<b>Св. 160 до 180</b>									-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+148	+250		
<b>Св. 180 до 200</b>																+108	+210		
<b>Св. 200 до 225</b>	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282										
<b>Св. 225 до 250</b>									-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236	+304	+258
<b>Св. 250 до 280</b>									-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304		
<b>Св. 280 до 315</b>	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+210	+367										
<b>Св. 315 до 355</b>									-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+158	+315	+402	+350
<b>Св. 355 до 400</b>	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+222	+402										
<b>Св. 400 до 450</b>									-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+170	+350	+447	+390
<b>Св. 450 до 500</b>	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+295	+553										
<b>Св. 450 до 500</b>									-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+232	+490	+603	+540

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

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

Продолжение табл.2

Интервал раз- меров, 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										
<b>Св. 3 до 6</b>	+60	+50	+40	+30	+78	+48	+345	+215	+145	+105	+75
	+30	+20	+10	0	+30	0	+270	+140	+70	+30	0
<b>Св. 6 до 10</b>	+76	+61	+49	+36	+98	+58	+370	+240	+170	+130	+90
	+40	+25	+13	0	+40	0	+280	+150	+80	+40	0
<b>Св. 10 до 18</b>	+93	+75	+59	+43	+120	+70	+400	+260	+205	+160	+110
	+50	+32	+16	0	+50	0	+290	+150	+95	+50	0
<b>Св. 18 до 30</b>	+117	+92	+72	+52	+149	+84	+430	+290	+240	+195	+130
	+65	+40	+20	0	+65	0	+300	+160	+110	+65	0
<b>Св. 30 до 40</b>	+142	+112	+87	+62	+180	+100	+470	+330	+280	+240	+160
	+80	+50	+25	0	+80	0	+310	+170	+120	+80	0
<b>Св. 40 до 50</b>							+480	+340	+290		
							+320	+180	+130		
<b>Св. 50 до 65</b>	+174	+134	+104	+74	+220	+120	+530	+380	+330	+290	+190
	+100	+60	+30	0	+100	0	+340	+190	+140	+100	0
<b>Св. 65 до 80</b>							+550	+390	+340		
							+360	+200	+150		
<b>Св. 80 до 100</b>	+207	+159	+123	+87	+260	+140	+600	+440	+390	+340	+220
	+120	+72	+36	0	+120	0	+380	+220	+170	+120	0
<b>Св. 100 до 120</b>							+630	+460	+400		
							+410	+240	+180		
<b>Св. 120 до 140</b>							+710	+510	+450		
							+460	+260	+200		
<b>Св. 140 до 160</b>	+245	+185	+143	+100	+305	+160	+770	+530	+460	+395	+250
	+145	+85	+43	0	+145	0	+520	+280	+210	+145	0
<b>Св. 160 до 180</b>							+830	+560	+480		
							+580	+310	+230		
<b>Св. 180 до 200</b>							+950	+630	+530		
							+660	+340	+240		
<b>Св. 200 до 225</b>	+285	+215	+165	+115	+355	+185	+1030	+670	+550	+460	+290
	+170	+100	+50	0	+170	0	+740	+380	+260	+170	0
<b>Св. 225 до 250</b>							+1110	+710	+570		
							+820	+420	+280		
<b>Св. 250 до 280</b>	+320	+240	+186	+130	+400	+210	+1240	+800	+620	+510	+320
	+190	+110	+56	0	+190	0	+920	+480	+300	+190	0
<b>Св. 280 до 315</b>							+1370	+860	+650		
							+1050	+540	+330		
<b>Св. 315 до 355</b>	+350	+265	+202	+140	+440	+230	+1560	+960	+720	+570	+360
	+210	+125	+62	0	+210	0	+1200	+600	+360	+210	0
<b>Св. 355 до 400</b>							+1710	+1040	+760		
							+1350	+680	+400		
<b>Св. 400 до 450</b>	+385	+290	+223	+155	+480	+250	+1900	+1160	+840	+630	+400
	+230	+135	+68	0	+230	0	+1500	+760	+440	+230	0
<b>Св. 450 до 500</b>							+2050	+1240	+880		
							+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							
<b>Св. 3 до 6</b>	+260	+120	+60	+180	+300	+480	+750	+1200
	+140	0	-60	0	0	0	0	0
<b>Св. 6 до 10</b>	+300	+150	+75	+220	+360	+580	+900	+1500
	+150	0	-75	0	0	0	0	0
<b>Св. 10 до 18</b>	+330	+180	+90	+270	+430	+700	+110	+1800
	+150	0	-90	0	0	0	0	0
<b>Св. 18 до 30</b>	+370	+210	+105	+330	+520	+840	+1300	+2100
	+160	0	-105	0	0	0	0	0
<b>Св. 30 до 40</b>	+420	+250	+125	+390	+620	+1000	+1600	+2500
	+170							
<b>Св. 40 до 50</b>	+430	0	-125	0	0	0	0	0
	+180							
<b>Св. 50 до 65</b>	+490	+300	+150	+460	+740	+1200	+1900	+3000
	+190							
<b>Св. 65 до 80</b>	+500	0	-150	0	0	0	0	0
	+200							
<b>Св. 80 до 100</b>	+570	+350	+175	+540	+870	+1400	+2200	+3500
	+220							
<b>Св. 100 до 120</b>	+590	0	-175	0	0	0	0	0
	+240							
<b>Св. 120 до 140</b>	+660	+400	+200	+630	+1000	+1600	+2500	+4000
	+260							
<b>Св. 140 до 160</b>	+680	0	-200	0	0	0	0	0
	+280							
<b>Св. 160 до 180</b>	+710							
	+310							
<b>Св. 180 до 200</b>	+800	+460	+230	+720	+1150	+1850	+2900	+4600
	+340							
<b>Св. 200 до 225</b>	+840	0	-230	0	0	0	0	0
	+380							
<b>Св. 225 до 250</b>	+880							
	+420							
<b>Св. 250 до 280</b>	+1000	+520	+260	+810	+1300	+2100	+3200	+5200
	+480							
<b>Св. 280 до 315</b>	+1060	0	-260	0	0	0	0	0
	+540							
<b>Св. 315 до 355</b>	+1170	+570	+285	+890	+1400	+2300	+3600	+5700
	+600							
<b>Св. 355 до 400</b>	+1250	0	-285	0	0	0	0	0
	+680							
<b>Св. 400 до 450</b>	+1390	+630	+315	+970	+1550	+2500	+4000	+6300
	+760							
<b>Св. 450 до 500</b>	+1470	0	-315	0	0	0	0	0
	+840							

Примечания:

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

Шероховатость поверхности и качества  
при различных видах обработки деталей

Таблица 3

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.
	<b>100.0</b> – 80.0	<b>400</b> – 320	
14	80.0 – 63.0	320 – 250	Черновое точение, долбление, строгание черновое, отрезка.
	63.0 – 50.0	250 – 200	
	<b>50.0</b> – 40.0	<b>200</b> – 160	
13	40.0 – 32.0	160 – 125	Точение, фрезерование чистовое, развертывание получистовое, черновое строгание, шлифование получистовое, шабровка.
	32.0 – 25.0	125 – 100	
	<b>25.0</b> – 20.0	<b>100</b> – 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	
	<b>12.5</b> – 10.0	<b>50.0</b> – 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	
	<b>6.3</b> – 5.0	<b>25.0</b> – 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	
	<b>3.2</b> – 2.5	<b>12.5</b> – 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	
	<b>1.6</b> – 1.25	<b>6.3</b> – 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	
	<b>0.8</b> – 0.63	<b>3.2</b> – 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	
	<b>0.4</b> – 0.32	<b>1.6</b> – 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	
	<b>0.2</b> – 0.16	<b>0.8</b> – 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	
	<b>0.1</b> – 0.08	<b>0.4</b> – 0.32	

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Анухин В.И. Допуски и посадки.–СПб.–: Питер, 2012.
- Любомудров С.А., Смирнов А.А., Тарасов С.Б. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности.–М:НИЦ ИНФРА-М, 2013.
- Зайцев Г.Н., Любомудров С.А., Федюкин В.К. Нормирование точности геометрических параметров.– М.: Издат. центр «Академия», 2008.

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель, задачи и объем расчетно-графической работы.....	3
Методические указания по выполнению задания «Выбор допусков и посадок гладких цилиндрических соединений».....	4
Общие сведения о допусках, посадках и предельных отклонениях размеров.....	6
Варианты условий заданий.....	9
Пример выполнения задания первой части расчетно-графической работы «Построение и анализ полей допусков гладких цилиндрических соединений».....	14
Допуски и посадки.....	24
Шероховатость поверхности и качества при различных видах обработки деталей.....	36