

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ.
ВЫБОР ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ГЛАДКИХ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Методические указания
к расчетно-графической работе
и практическим занятиям
по метрологии, стандартизации и сертификации

Санкт-Петербург

2015

УДК 621.922.02(07)

Основы взаимозаменяемости. Выбор допусков и посадок гладких цилиндрических соединений: методические указания к расчетно-графической работе и практическим занятиям по метрологии, стандартизации и сертификации/ сост. М.Н. Жукова; СПбГТУРП. - СПб., 2015. - 37 с.

Методические указания освещают вопросы, касающиеся построения и анализа полей допусков и посадок гладких цилиндрических соединений и грамотного оформления чертежей по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация».

Предназначены для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения.

Рецензент: зам.директора института безотрывных форм обучения
СПбГТУРП, канд. техн. наук, доцент В.О. Варганов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения СПбГТУРП (протокол № 4 от 2 ноября 2015 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией института технологии СПбГТУРП (протокол № 2 от 6 ноября 2015 г.).

© Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров,
2015

Мария Николаевна Жукова

**ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ.
ВЫБОР ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ГЛАДКИХ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Методические указания к расчетно-графической работе
и практическим занятиям
по метрологии, стандартизации и сертификации**

Редактор и корректор Н.П. Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Компьютерный набор и верстка М.С. Локтевой

Темплан 2015 г., поз. 71

Подп. к печати 15.10.15. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Объем 2,5 печ. л., 2,5 уч. - изд. л.

Тираж 50 экз. Изд. № 71. Цена "С". Заказ №

Ризограф Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров.
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

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:

Ø 12e8 (${}_{-0,059}^{-0,032}$). 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 (Ø 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 (Ø 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 Ø 60 ${}_{-0,29}^{-0,10}$; Ø 15 ${}_{+0,03}^{+0,06}$;
неправильного Ø 60 ${}_{-0,29}^{-0,1}$; Ø 60 ${}_{-0,250}^{-0,100}$.

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

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

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 соединение, 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

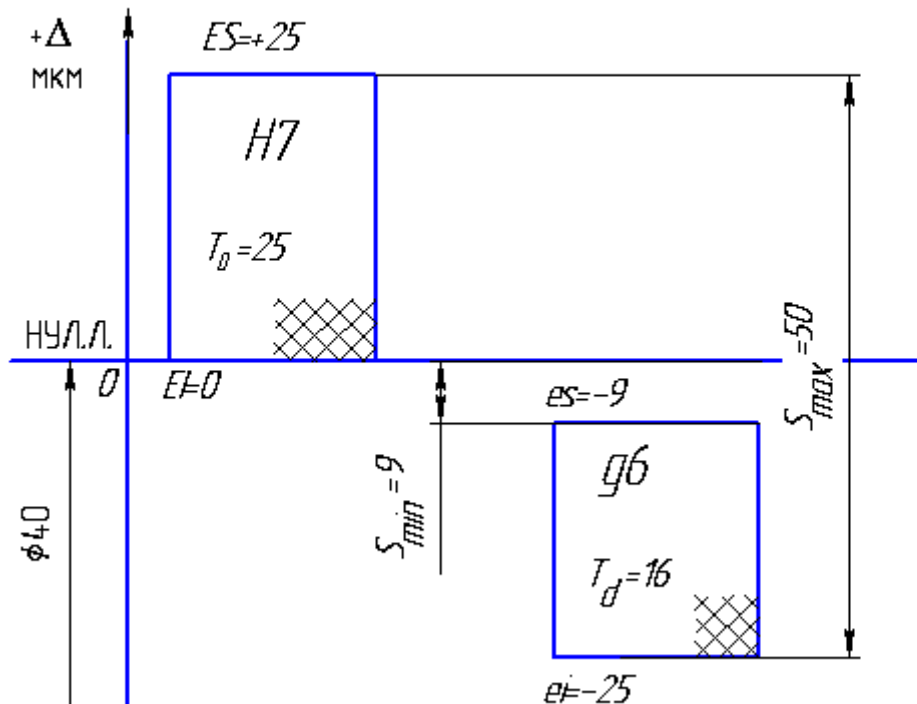


Рис.1. Схема расположения полей допусков посадки с зазором

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.

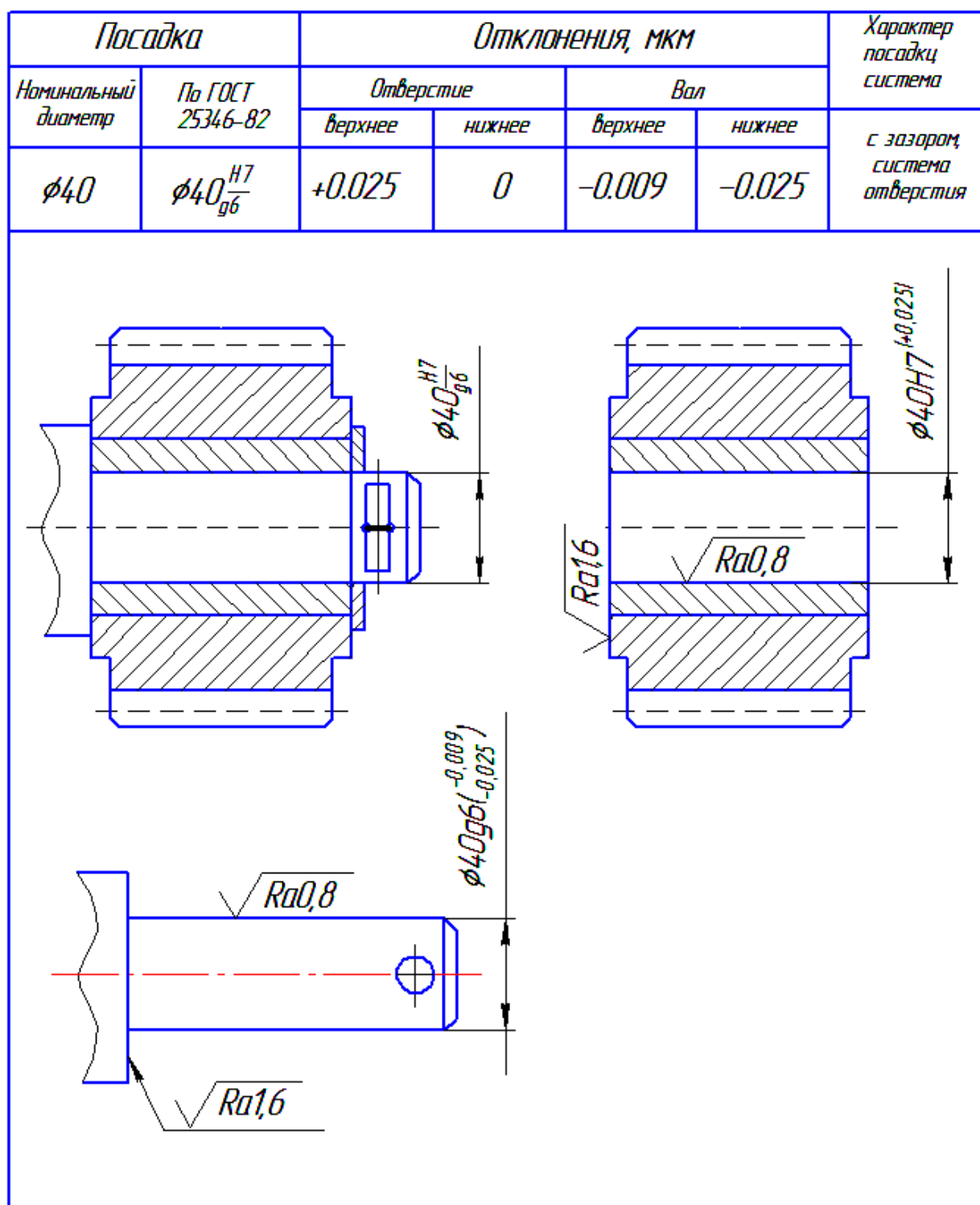


Рис.2. Шаблон чертежа посадки с зазором

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):

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

вала $T_d = es - ei = 0 - (-0,029) = 0,029$ мм;

посадки $T_s = T_D + T_d = 0,046 + 0,029 = 0,075$ мм.

3. Предельные размеры:

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

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

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

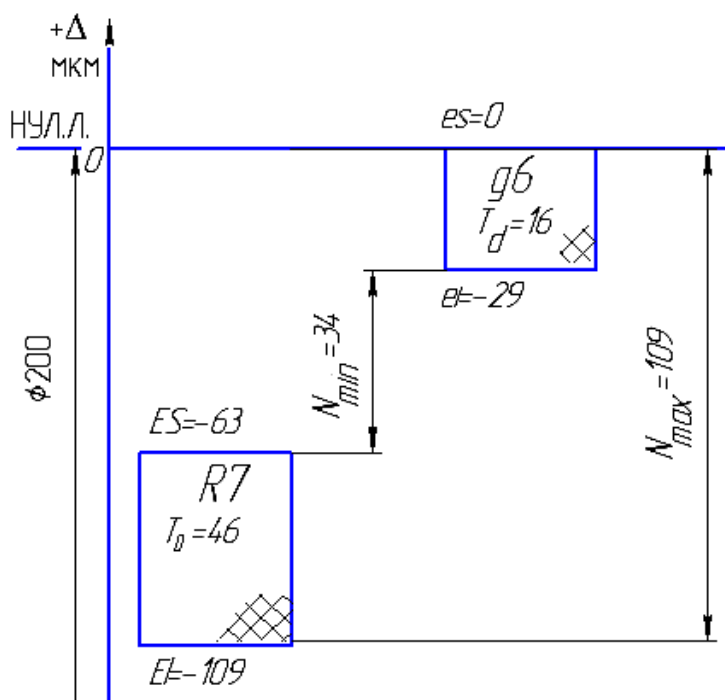


Рис.3. Схема расположения полей допусков посадки с натягом

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.

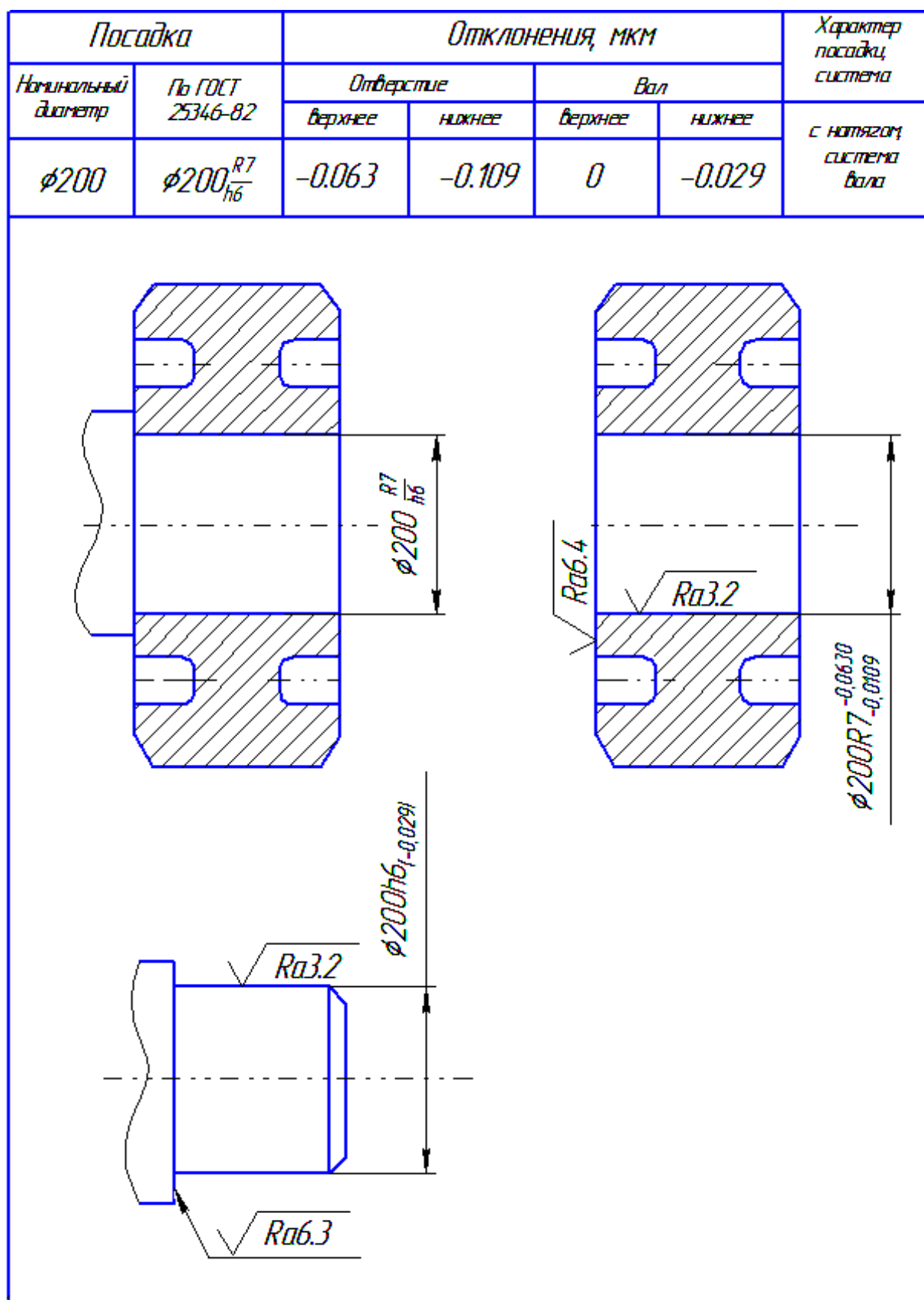


Рис.4. Шаблон чертежа посадки с натягом

Расчет посадки $\varnothing 450 \frac{F8}{m6}$

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

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

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

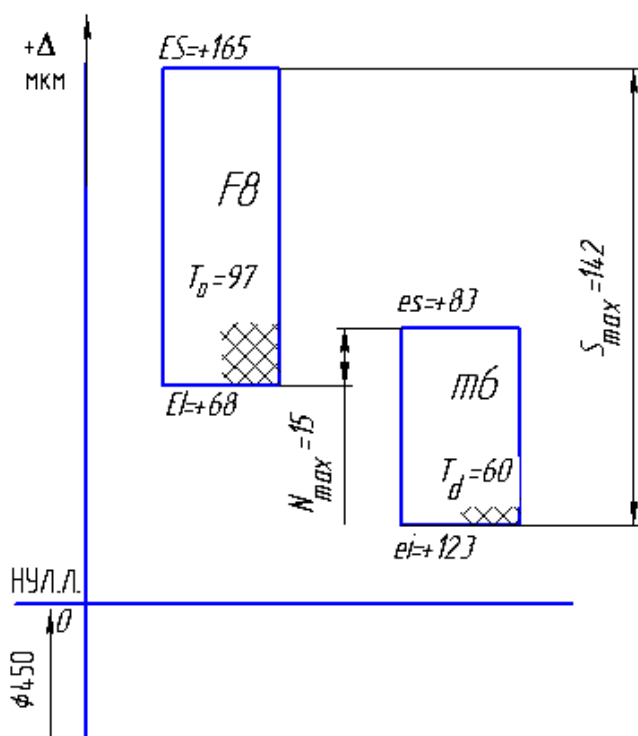


Рис.5. Схема расположения полей допусков переходной посадки

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 $R_a \leq 0,05 \cdot 97 \leq 4,85 \text{ мкм};$

(принимаем $R_a = 3,2 \text{ мкм};$

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

(принимаем $R_a = 6,4 \text{ мкм};$

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

(принимаем $R_a = 2,5 \text{ мкм};$

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

9. Заполненный шаблон чертежа представлен на рис. 6.

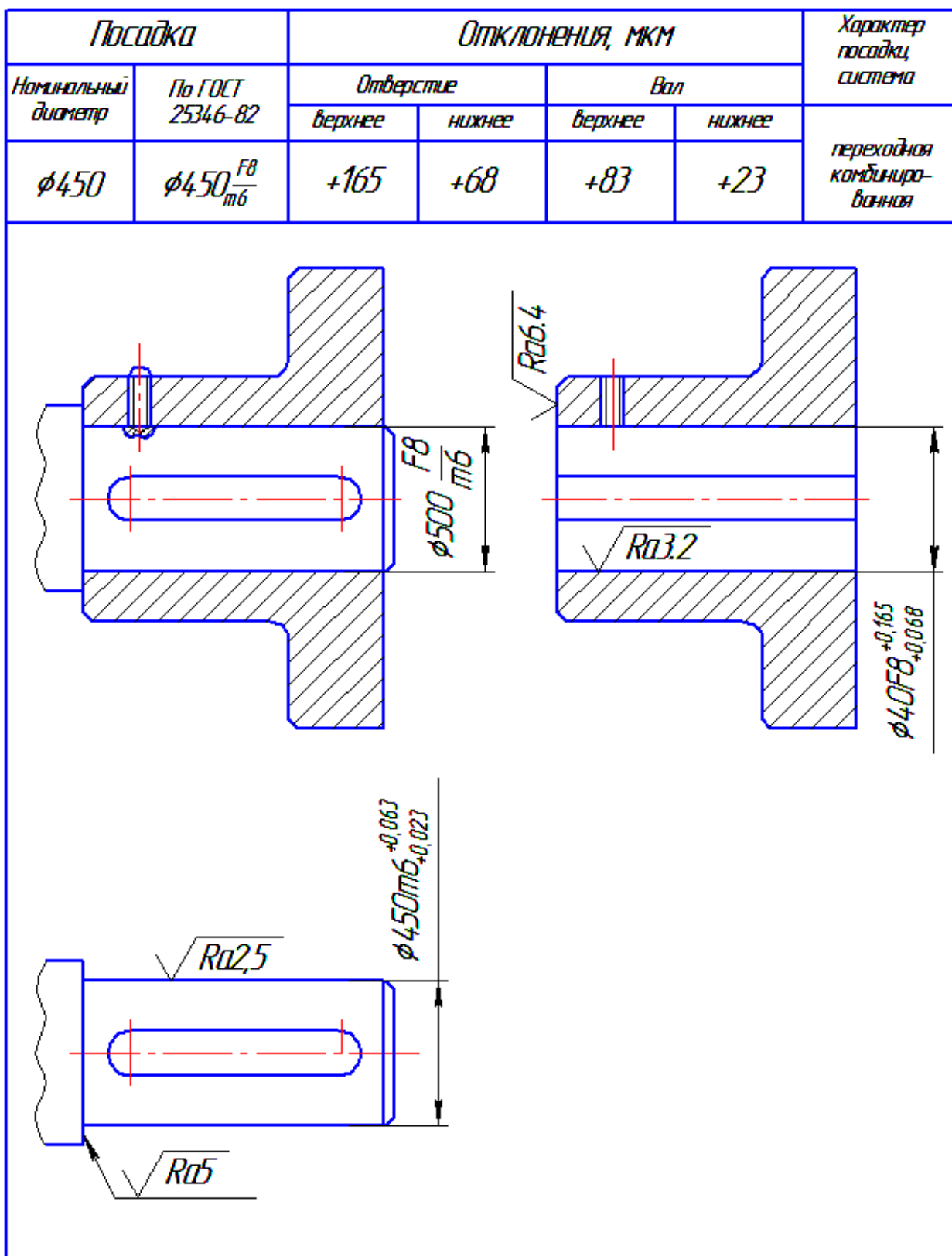


Рис.6. Шаблон чертежа переходной посадки

Таблица 2

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								
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 -23	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+24 +11	+33 +20	+45 +32	+54 +41	+66 +53
Св. 65 до 80								+56 +43	+72 +59
Св. 80 до 100	-12 -27	0 -15	+7,5 -7,5	+18 +3	+28 +13	+38 +23	+52 +37	+66 +51	+86 +71
Св. 100 до 120								+69 +54	+94 +79
Св. 120 до 140	-14 -32	0 -18	+9 -9	+21 +3	+33 +15	+45 +27	+61 +43	+81 +63	+110 +92
Св. 140 до 160								+83 +65	+118 +100
Св. 160 до 180								+86 +68	+126 +108
Св. 180 до 200	-15 -3,5	0 -20	+10 -10	+24 +4	+37 +17	+51 +31	+70 +50	+97 +77	+142 +122
Св. 200 до 225								+100 +80	+150 +130
Св. 225 до 250								+104 +84	+160 +140
Св. 250 до 280	-17 -40	0 -23	+11,5 -11,5	+27 +4	+43 +20	+57 +34	+79 +56	+117 +94	+181 +158
Св. 280 до 315								+121 +98	+193 +170
Св. 315 до 355	-18 -43	0 -25	+12,5 -12,5	+29 +4	+46 +21	+62 +37	+87 +62	+133 +108	+215 +190
Св. 355 до 400								+139 +114	+233 +208
Св. 400 до 450	-20 -47	0 -27	+13,5 -13,5	+32 +5	+50 +23	+67 +40	+95 +68	+153 +126	+258 +232
Св. 450 до 500								+159 +132	+279 +252

Продолжение табл.2

Интервал раз- меров, мм	Поля допусков валов 6-го квалитета										
	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

Продолжение табл.2

Интервал раз- меров, мм	Поля допусков валов 7-го квалитета								
	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									+41
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+69
									+48
Св. 30 до 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
									+60
Св. 40 до 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+95
									+70
Св. 50 до 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
								+53	+87
Св. 65 до 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+89	+132
								+59	+102
Св. 80 до 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
								+71	+124
Св. 100 до 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114	+179
								+79	+144
Св. 120 до 140	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
								+92	+170
Св. 140 до 160								+140	+230
								+100	+190
Св. 160 до 180	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+148	+250
								+108	+210
Св. 180 до 200	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
								+122	+236
Св. 200 до 225								+176	+304
								+130	+258
Св. 225 до 250	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+186	+330
								+140	+284
Св. 250 до 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210	+367
								+158	+315
Св. 280 до 315	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+222	+402
								+170	+350
Св. 315 до 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247	+447
								+190	+390
Св. 355 до 400	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+265	+492
								+208	+435
Св. 400 до 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+295	+553
								+232	+490
Св. 450 до 500	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+315	+603
								+252	+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							
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	-110	-65	-40	-20	0	+74	+87	+106
Св. 24 до 30	-143	-98	-73	-53	-33	+41	+54	+73
						+81	+97	+121
Св. 30 до 40	-120	-80	-50	-25	0	+48	+64	+88
Св. 40 до 50	-159	-119	-89	-64	-39	+74	+87	+106
	-130					+41	+54	+73
Св. 50 до 65	-169					+81	+97	+121
Св. 65 до 80	-140	-100	-60	-30	0	+99	+119	+151
	-186	-146	-106	-76	-46	+60	+80	+112
Св. 80 до 100	-150					+109	+136	+175
Св. 100 до 120	-196					+70	+97	+136
	-170	-120	-72	-36	0	+133	+168	+218
Св. 120 до 140	-224	-174	-126	-90	-54	+87	+122	+172
Св. 140 до 160	-180					+148	+192	+256
	-234					+102	+146	+210
Св. 160 до 180	-200	-145	-85	-43	0	+178	+232	+312
Св. 180 до 200	-263	-208	-148	-106	-63	+124	+178	+258
	-210					+198	+264	+364
Св. 200 до 225	-273					+144	+210	+310
Св. 225 до 250	-230					+233	+311	+428
	-293					+170	+248	+365
Св. 250 до 280	-240	-170	-100	-50	0	+253	+343	+478
Св. 280 до 315	-312	-242	-172	-122	-72	+190	+280	+415
	-260					+273	+373	+528
Св. 315 до 355	-332					+210	+310	+465
Св. 355 до 400	-280					+308	+422	+592
	-352					+236	+350	+520
Св. 400 до 450	-300	-190	-110	-56	0	+330	+457	+647
Св. 450 до 500	-381	-271	-191	-137	-81	+258	+385	+575
	-330					+356	+497	+712
Св. 500 до 550	-411					+284	+425	+640
Св. 550 до 600	-360					+396	+556	+791
	-449					+315	+475	+710
Св. 600 до 650	-400	-210	-125	-62	0	+431	+606	+871
Св. 650 до 700	-489	-299	-214	-151	-89	+350	+525	+790
	-440					+479	+679	+989
Св. 700 до 750	-537					+390	+590	+900
Св. 750 до 800	-480					+524	+749	+1089
	-577					+435	+660	+1000
Св. 800 до 850		-230	-135	-68	0	+587	+837	+1197
Св. 850 до 900		-327	-232	-165	-97	+490	+740	+1100
						+637	+917	+1347
Св. 900 до 950						+540	+820	+1250

Продолжение табл.2

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

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							
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							
	-710							
Св. 180 до 200	-340	0	+230	0	0	0	0	0
	-800							
Св. 200 до 225	-380	-460	-230	-720	-1150	-1850	-2900	-4600
	-840							
Св. 225 до 250	-420							
	-880							
Св. 250 до 280	-480	0	+260	0	0	0	0	0
	-1000							
Св. 280 до 315	-540	-520	-260	-810	-1300	-2100	-3200	-5200
	-1060							
Св. 315 до 355	-600	0	+285	0	0	0	0	0
	-1170							
Св. 355 до 400	-680	-570	-285	-890	-1400	-2300	-3600	-5700
	-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.2

Интервал раз- меров, 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.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							
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.2

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

Продолжение табл.2

Интервал раз- меров, мм	Поля допусков отверстий 8-го качества								
	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
Св. 24 до 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-74
									-48
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
Св. 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-109
Св. 65 до 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-87
									-133
Св. 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-102
Св. 100 до 120	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-148
									-124
Св. 120 до 140	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-178
Св. 140 до 160	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-144
									-198
Св. 160 до 180									-170
Св. 180 до 200									-233
									-190
Св. 200 до 225	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-253
Св. 225 до 250	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-210
									-273
Св. 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-236
Св. 280 до 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-308
									-258
Св. 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-330
Св. 355 до 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-284
									-356
Св. 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-315
Св. 450 до 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-396
									-350
									-431
									-390
									-479
									-435
									-524
									-490
									-587
									-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										
Св. 3 до 6	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+78 +30	+48 0	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+105 +30	+75 0
Св. 6 до 10	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+98 +40	+58 0	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+130 +40	+90 0
Св. 10 до 18	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+120 +50	+70 0	+400 +290	+260 +150	+205 +95	+160 +50	+110 0
Св. 18 до 30	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+149 +65	+84 0	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+195 +65	+130 0
Св. 30 до 40	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+180 +80	+100 0	+470 +310	+330 +170	+280 +120	+240 +80	+160 0
Св. 40 до 50							+480 +320	+340 +180	+290 +130		
Св. 50 до 65	+174 +100	+134 +60	+104 +30	+74 0	+220 +100	+120 0	+530 +340	+380 +190	+330 +140	+290 +100	+190 0
Св. 65 до 80							+550 +360	+390 +200	+340 +150		
Св. 80 до 100	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+260 +120	+140 0	+600 +380	+440 +220	+390 +170	+340 +120	+220 0
Св. 100 до 120							+630 +410	+460 +240	+400 +180		
Св. 120 до 140	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+100 0	+305 +145	+160 0	+710 +460	+510 +260	+450 +200	+395 +145	+250 0
Св. 140 до 160							+770 +520	+530 +280	+460 +210		
Св. 160 до 180							+830 +580	+560 +310	+480 +230		
Св. 180 до 200	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+355 +170	+185 0	+950 +660	+630 +340	+530 +240	+460 +170	+290 0
Св. 200 до 225							+1030 +740	+670 +380	+550 +260		
Св. 225 до 250							+1110 +820	+710 +420	+570 +280		
Св. 250 до 280	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+400 +190	+210 0	+1240 +920	+800 +480	+620 +300	+510 +190	+320 0
Св. 280 до 315							+1370 +1050	+860 +540	+650 +330		
Св. 315 до 355	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+440 +210	+230 0	+1560 +1200	+960 +600	+720 +360	+570 +210	+360 0
Св. 355 до 400							+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400		
Св. 400 до 450	+385 +230	+290 +135	+223 +68	+155 0	+480 +230	+250 0	+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440	+630 +230	+400 0
Св. 450 до 500							+2050 +1650	+1240 +840	+880 +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	+120	+60	+180	+300	+480	+750	+1200
	+140	0	-60	0	0	0	0	0
Св. 6 до 10	+300	+150	+75	+220	+360	+580	+900	+1500
	+150	0	-75	0	0	0	0	0
Св. 10 до 18	+330	+180	+90	+270	+430	+700	+110	+1800
	+150	0	-90	0	0	0	0	0
Св. 18 до 30	+370	+210	+105	+330	+520	+840	+1300	+2100
	+160	0	-105	0	0	0	0	0
Св. 30 до 40	+420	+250	+125	+390	+620	+1000	+1600	+2500
	+170							
Св. 40 до 50	+430	0	-125	0	0	0	0	0
	+180							
Св. 50 до 65	+490	+300	+150	+460	+740	+1200	+1900	+3000
	+190							
Св. 65 до 80	+500	0	-150	0	0	0	0	0
	+200							
Св. 80 до 100	+570	+350	+175	+540	+870	+1400	+2200	+3500
	+220							
Св. 100 до 120	+590	0	-175	0	0	0	0	0
	+240							
Св. 120 до 140	+660	+400	+200	+630	+1000	+1600	+2500	+4000
	+260							
Св. 140 до 160	+680							
	+280							
Св. 160 до 180	+710							
	+310							
Св. 180 до 200	+800	+460	+230	+720	+1150	+1850	+2900	+4600
	+340							
Св. 200 до 225	+840							
	+380							
Св. 225 до 250	+880							
	+420							
Св. 250 до 280	+1000	+520	+260	+810	+1300	+2100	+3200	+5200
	+480							
Св. 280 до 315	+1060	0	-260	0	0	0	0	0
	+540							
Св. 315 до 355	+1170	+570	+285	+890	+1400	+2300	+3600	+5700
	+600							
Св. 355 до 400	+1250	0	-285	0	0	0	0	0
	+680							
Св. 400 до 450	+1390	+630	+315	+970	+1550	+2500	+4000	+6300
	+760							
Св. 450 до 500	+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.
	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

- 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