

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

О. Н. Дегтярева М. В. Купченко О. А. Останин

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ:**

Учебное пособие к курсовой работе

Кемерово 2013

УДК 621.753

Рецензенты:

Кафедра технологии металлов и ремонта машин Кемеровского государственного сельскохозяйственного института

Начальник отдела систем менеджмента качества ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», профессор, доктор технических наук Л. М. Захарова

Дегтярева, О. Н. Метрология, сертификация, стандартизация: Учебное пособие к курсовой работе. – 2-е изд., перераб. и доп. / О. Н. Дегтярева, М. В. Купченко, О. А. Останин ; Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2013. – 118 с.  
ISBN 978-5-89070-939-4

Рассмотрены примеры решения задач курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», предназначенных для закрепления теоретических знаний студентов, приобретения навыков в работе с нормативно-техническими документами, проведения расчетов и выбора посадок типовых соединений.

Подготовлено для направления 150700.62 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технология сварочного производства» и направления 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профилей «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Инструментальные системы машиностроительного производства».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева.

УДК 621.753

© Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2013

© Дегтярева О. Н., Купченко М. В., Останин О. А., 2013

ISBN 978-5-89070-939-4

## Оглавление

Предисловие .....	5
Содержание курсовой работы .....	6
Оформление курсовой работы .....	6
Задание № 1	
Нормирование элементов деталей гладкого цилиндрического сопряжения .....	8
Задание № 2	
Нормирование точности калибров .....	14
Задание № 3	
Нормирование элементов деталей сопряжений с подшипниками качения .....	19
Задание № 4	
Нормирование элементов резьбового сопряжения .....	29
Задание № 5	
Расчет и выбор посадки с зазором .....	35
Задание № 6	
Решение размерных цепей .....	49
Задание № 7	
Нормирование элементов шлицевого сопряжения .....	60
Задание № 8	
Нормирование элементов шпоночного сопряжения .....	66
Приложение 1	
Замена посадок по системе ОСТ ближайшими посадками по ЕСДП при размерах от 1 до 500 мм .....	72
Приложение 2	
Выписка из ГОСТ 25347–82 .....	75
Приложение 3	
Допуски и отклонения полей допусков калибров (по ГОСТ 24853–81) .....	91
Приложение 4	
Зависимость качеств сопрягаемых с подшипником деталей от класса точности подшипников .....	93
Приложение 5	
Шероховатость по параметру $Ra$ для посадочных мест и опорных торцевых поверхностей (ГОСТ 3325–85) .....	93

Приложение 6	
Допуски формы посадочных поверхностей (ГОСТ 3325–85) . . . . .	94
Приложение 7	
Допуски торцевого биения заплечиков валов (ГОСТ 3325–85) . . . . .	95
Приложение 8	
Допуски торцевого биения заплечиков отверстий корпусов (ГОСТ 3325–85) . . . . .	95
Приложение 9	
Варианты посадок при циркуляционном виде нагружения колец подшипника . . . . .	96
Приложение 10	
Варианты посадок при местном виде нагружения колец подшипника . . . . .	97
Приложение 11	
Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные (по ГОСТ 520–2002) . . . . .	98
Приложение 12	
Диаметр резьбы (по ГОСТ 24705–81) . . . . .	106
Приложение 13	
Значения единиц допуска для размеров до 500 мм . . . . .	106
Приложение 14	
Допуски для размеров до 500 мм (по ГОСТ 25346–89). . . . .	107
Приложение 15	
Выписка из ГОСТ 1139–80. . . . .	109
Приложение 16	
Параметры шпоночного соединения (по ГОСТ 23360–78) . . . . .	112
Приложение 17	
Предельные отклонения размеров $(d - t_1)$ , $(d + t_2)$ (по ГОСТ 23360–78) . . . . .	113
Приложение 18	
Рекомендуемые значения микронеровностей поверхности деталей . . . . .	114
Приложение 19	
Пример оформления титульного листа . . . . .	116
Список рекомендуемой литературы . . . . .	117

## Предисловие

Данное учебное пособие разработано на кафедре "Технология машиностроения" ведущими преподавателями с учетом современных требований нормативно-технических документов в области метрологии, стандартизации и взаимозаменяемости.

Курсовая работа является заключительной частью курса «Метрология, стандартизация и сертификация».

Цель курсовой работы состоит в закреплении полученных теоретических знаний, приобретении практических навыков работы с нормативной документацией, технической литературой, чертежами, проведение расчетов и выборе посадок типовых соединений.

В пособии представлены типовые задачи, решаемые инженерами в условиях производства. Для каждой задачи приведены методические указания по ее решению и рассмотрен подробный пример решения.

В результате выполнения курсовой работы студент овладевает профессиональными компетенциями ПК-15, ПК-24, ПК-35, ПК-52.

## Содержание курсовой работы

Индивидуальные задания выбираются из таблиц исходных данных согласно номеру варианта. Номер варианта выдается преподавателем.

По каждой теме даны методические материалы и рассмотрен пример решения типового задания.

В курсовой работе студент должен:

1. Пронормировать элементы деталей гладкого цилиндрического сопряжения. Определить величины характеристик сопряжения.

2. Рассчитать размеры гладких калибров для контроля двух заданных деталей. Выбрать конструкцию калибров. Выполнить рабочие и сборочные чертежи гладких калибров.

3. Назначить посадки для подшипникового сопряжения.

4. Рассчитать размеры и допуски деталей резьбового сопряжения, калибры для их контроля.

5. Рассчитать и выбрать посадку с зазором или натягом (зависит от номера варианта).

6. Составить и решить размерную цепь.

7. Назначить посадки и рассчитать размеры шпоночного сопряжения.

8. Назначить посадки и рассчитать размеры шлицевого сопряжения.

Объем курсовой работы: расчетно-пояснительная записка – 30–35 листов, графическая часть – 5–6 листов формата А4.

## Оформление курсовой работы

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (210×297 мм).

Основные надписи и рамки на листах пояснительной записки выполняются в соответствии с ГОСТ 2.104–68. Образец титульного листа приведен в прил. 19.

Расчетно-пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 2.105–95. В конце работы приводится

перечень используемой литературы с указанием автора книги, издательства, года издания, количества страниц. В тексте работы в местах ссылки на тот или иной источник ставится его порядковый номер в списке использованной литературы и номер страницы и, если необходимо, таблицы.

Все данные, которыми пользуется студент, должны быть взяты из действующих стандартов.

Графическая часть работы выполняется на листах ватмана формата А4 (210×297 мм) карандашом или на компьютере. Оформление чертежей ведется в соответствии с требованиями ЕСКД.

## ЗАДАНИЕ № 1

### НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ ГЛАДКОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СОПРЯЖЕНИЯ

Заданную в системе ОСТ посадку перевести в систему ЕСДП.

По данному номинальному диаметру и переведенной в ЕСДП посадке:

- изобразить схемы расположения полей допусков; на схемах указать предельные отклонения, номинальные диаметры;
- определить предельные диаметры отверстия и вала;
- определить предельные и средние зазоры и натяги и указать их на схеме расположения полей допусков;
- определить допуск посадки (допуск зазора, допуск натяга или допуск переходной посадки);
- изобразить в сборе и отдельно детали сопряжения и обозначить на них размеры с условными обозначениями посадок и предельных отклонений.

#### Исходные данные:

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр $D$ , мм	25	16	300	6	40	100	10	160	250	60

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посадка	$\frac{D}{H}$	$\frac{Ш}{П}$	$\frac{D_1}{X}$	$\frac{T_{2a}}{Pr}$	$\frac{X}{X}$	$\frac{Gr}{X}$	$\frac{C}{H}$	$\frac{L}{H_{2a}}$	$\frac{Г}{Ш}$	$\frac{X}{П}$

#### Методические указания к заданию № 1

Перевод посадки из системы ОСТ в ЕСДП.



Записать, согласно правилу образования комбинированных посадок, отверстие – в системе вала, вал – в системе отверстия. Последовательно перевести каждую из посадок в систему ЕСДП (прил. 1). Сформировать комбинированную посадку.

По заданному номинальному диаметру и переведенной в ЕСДП посадке выписать по ГОСТ 25347–82 предельные отклонения размеров сопрягаемых деталей – отверстий (прил. 2, табл. 2.2) и валов (прил. 2, табл. 2.1).

Построить схему расположения полей допусков, указать номинальные размеры и предельные отклонения.

Расчет характеристик посадок производить по следующим формулам:

– посадок с зазором

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei; \quad (1)$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es; \quad (2)$$

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} \quad (3)$$

– посадок с натягом

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI; \quad (4)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES; \quad (5)$$

$$N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} \quad (6)$$

– переходных посадок  $S_{\max}$  и  $N_{\max}$  по формулам (1) и (4).

Для переходных посадок, у которых  $|S_{\max}| > |N_{\max}|$ , определить средний зазор:

$$S_m = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2}, \quad (7)$$

а для переходных посадок, у которых  $|N_{\max}| > |S_{\max}|$ , определить средний натяг:

$$N_m = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} \quad (8)$$

Указание предельных и средних зазоров и натягов на схеме расположения полей допусков производить согласно примерам, приведенным далее.

Допуск посадки  $TS$  и  $TN$  определяется по следующим формулам:

– посадок с зазором

$$TS = S_{\max} - S_{\min}, \quad (9)$$

– посадок с натягом

$$TN = N_{\max} - N_{\min}, \quad (10)$$

– переходных посадок

$$TS(TN) = S_{\max} + N_{\min}. \quad (11)$$

Для всех типов посадок, независимо от характера соединения, допуск посадки может быть также определен как сумма допусков отверстия и вала:

$$T_{\text{пос}} = TD + Td. \quad (12)$$

Изобразить отдельно эскизы вала, отверстия и соединения в сборе. На каждом эскизе проставить размеры тремя возможными способами: буквенным (с указанием номинального размера и буквенным обозначением поля допуска); числовым (с указанием номинального размера и предельных отклонений); комбинированным (с указанием номинального размера, буквенного обозначения поля допуска и предельных отклонений).

**Пример:**

Для посадки  $\varnothing 65 \frac{H7}{k6}$  выполнить действия, предусмотренные условием задания № 1.

1. Перевести посадку из системы ОСТ в систему ЕСДП.

$$\varnothing 65 \frac{C}{H} = \left( \frac{C}{B} + \frac{A}{H} \right) = \left( \frac{H7}{h6} + \frac{H6}{k6} \right) = \varnothing 65 \frac{H7}{k6}. \quad [3, \text{с. 255}]$$

2. Построить схему расположения полей допусков сопрягаемых деталей для посадки  $\varnothing 65 \frac{H7}{k6}$  (рис. 1).

Определить значения предельных отклонений по ГОСТ 25347–82:

для отверстия  $\varnothing 65H7$ :  $ES = +30$  мкм,  $EI = 0$ ;

для вала  $\varnothing 65k6$ :  $es = +21$  мкм,  $ei = +2$  мкм.

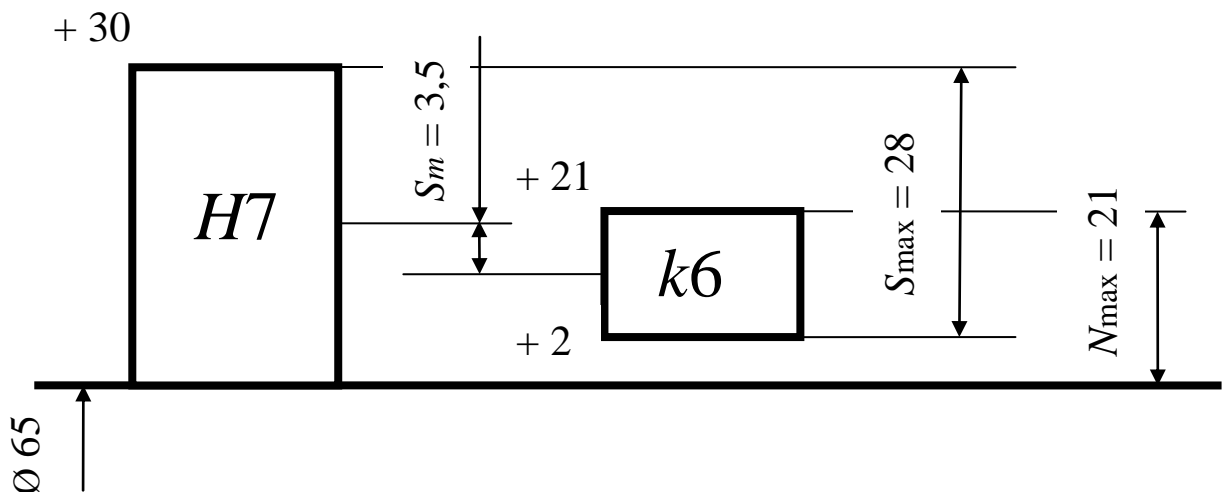


Рис. 1. Схема расположения полей допусков сопряжения  $\varnothing 65 \frac{H7}{k6}$

3. Определить предельные значения отверстия и вала.

$$D_{\max} = D + ES = 65 + 0,030 = 65,030 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 65 + 0 = 65 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d + es = 65 + 0,021 = 65,021 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 65 + 0,002 = 65,002 \text{ мм};$$

4. Определить максимальный зазор и натяг, средний зазор.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 65,030 - 65,002 = 0,028 \text{ мм};$$

$$S_{\max} = ES - ei = 30 - 2 = 28 \text{ мкм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 65,021 - 65 = 0,021 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = es - EI = 21 - 0 = 21 \text{ мкм};$$

$$S_m = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2} = \frac{28 - 21}{2} = 3,5 \text{ мкм}.$$

5. Определить допуск отверстия и допуск вала.

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 65,030 - 65,0 = 0,03 \text{ мм};$$

$$TD = ES - EI = 30 - 0 = 30 \text{ мкм};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 65,021 - 65,002 = 0,019 \text{ мм};$$

$$Td = es - ei = 21 - 2 = 19 \text{ мкм}.$$

6. Определить допуск посадки, допуск переходной посадки.

$$T_{\text{пос}} = TD + Td = 30 + 19 = 49$$

$$TS(TN) = S_{\max} + N_{\max} = 28 + 21 = 49 \text{ мкм}.$$

7. Нанести на эскизы варианты обозначения размеров.

Варианты обозначения размеров на чертежах представлены на рис. 2.

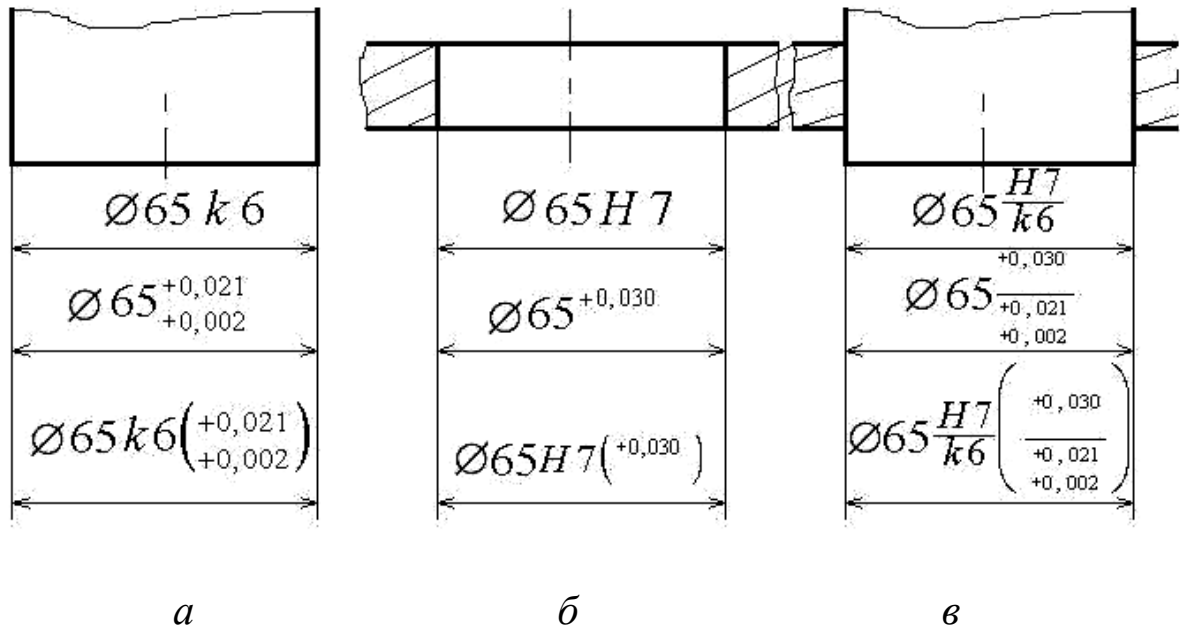


Рис. 2. Варианты обозначения на чертеже для посадки  $\text{Ø}65 \frac{H7}{k6}$

*a* – вал; *б* – отверстие; *в* – соединение в сборе

## **ЗАДАНИЕ № 2**

### **НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КАЛИБРОВ**

Для рассчитанной в задании № 1 посадки и заданного номинального диаметра в системе ЕСДП:

- найти по ГОСТам отклонения на рабочие и контрольные калибры, построить схему расположения полей допусков калибров относительно полей допусков деталей, проверяемых калибрами. Указать на схеме условные обозначения калибров, допуски и предельные отклонения полей допусков калибров;
- рассчитать исполнительные размеры рабочих калибров;
- рассчитать исполнительные размеры контрольных калибров;
- выполнить детализированные и сборочные чертежи рабочих калибров-пробок и калибров-скоб (количество чертежей зависит от диаметра и конструкции калибров). К сборочным чертежам приложить спецификацию.

#### **Методические указания к заданию № 2**

Построить схему расположения полей допусков контролируемых деталей. По ГОСТ 24853–81 построить схему расположения полей допусков калибров для контроля отверстия и вала; выписать значения параметров, характеризующих величины допусков и координирующие их положение относительно предельных размеров контролируемых деталей (вала и отверстия); указать эти величины на схеме расположения полей допусков. По ГОСТ 24851–81 указать обозначение полей допусков калибров.

При расчете исполнительных размеров калибров руководствоваться следующими правилами:

- исполнительным размером калибра-пробки является наибольший предельный размер калибра с отрицательным отклонением, равным допуску на изготовление;
- исполнительным размером калибра-скобы является наименьший предельный размер калибра с положительным отклонением, равным допуску на изготовление.

Согласно заданному диаметру, выбрать стандартную

конструкцию калибров:

для калибров-пробок ГОСТ 14807 – 14827–69. Калибры-пробки гладкие диаметром от 1 до 360 мм. Конструкция и размеры;

для калибров-скоб ГОСТ 18355 – 18357–73. Калибры-скобы для длин свыше 10 до 500 мм. Конструкция и размеры. ГОСТ 18358 – 18369–73. Калибры-скобы для диаметров от 1 до 360 мм. Конструкция и размеры.

Выполнить чертежи рабочих проходных и непроходных калибров. Для односторонних однопредельных калибров-пробок выполнить три чертежа (один сборочный и два детализированных). Для двусторонних двухпредельных калибров-пробок выполнить четыре чертежа (два сборочных и два детализированных).

Для калибра-скобы, в зависимости от конструкции, выполнить один (детализированный) или два чертежа (детализированный и сборочный).

Каждый чертеж выполняется на отдельном листе формата А4. К сборочным чертежам прилагается спецификация.

На чертежах указать соответствующие технические требования. Технические требования для калибров выбрать по ГОСТ 2015–84.

### Пример:

Для посадки  $\varnothing 65 \frac{H7}{k6}$  выполнить действия, предусмотренные условием задания № 2.

1. Построить схему расположения полей допусков калибров для контроля отверстия (рис. 3).

По ГОСТ 24853–81 (прил. 3) определить параметры, характеризующие величину допусков и расположение полей допусков калибров относительно предельных размеров отверстия:

$$z = 4 \text{ мкм}, y = 3 \text{ мкм}, H = 5 \text{ мкм}.$$

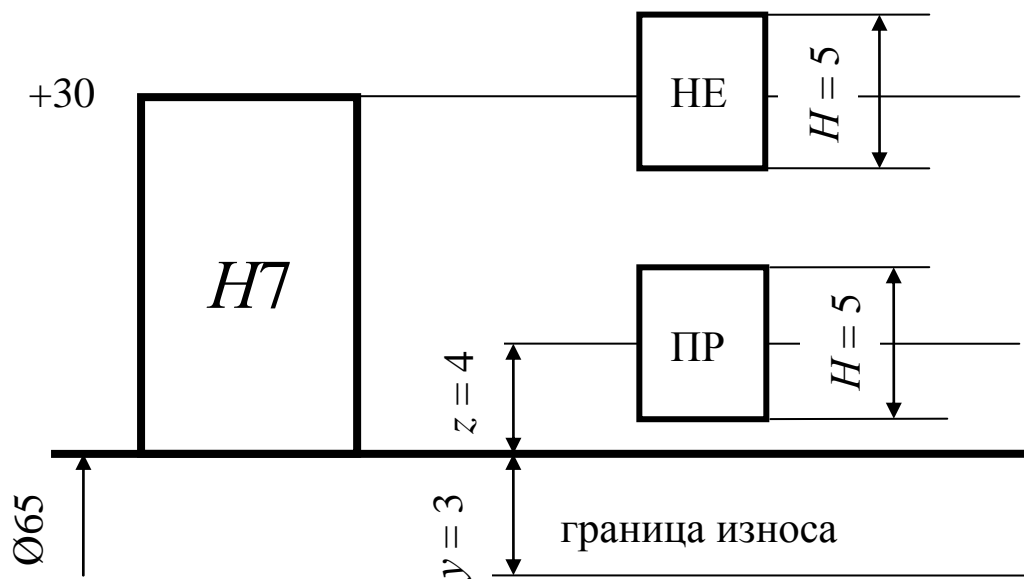


Рис. 3. Схема расположения полей допусков калибров для контроля отверстия  $\text{Ø}65H7$

2. Рассчитать исполнительные размеры рабочих калибров-пробок.

$$\begin{aligned} \text{ПР}_{\text{исп}} &= (D_{\min} + z + \frac{H}{2})_{-H} = (65 + 0,004 + \frac{0,005}{2})_{-0,005} = \\ &= 65,0065_{-0,005} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HE}_{\text{исп}} &= (D_{\max} + \frac{H}{2})_{-H} = (65,030 + \frac{0,005}{2})_{-0,005} = \\ &= 65,0325_{-0,005} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\text{ПР}_{\text{изн}} = D_{\max} - y = 65 - 0,003 = 64,997 \text{ мм.}$$

3. Построить схему расположения полей допусков калибров для контроля вала (рис. 4).

По ГОСТ 24853–81 (прил. 3) определить параметры, характеризующие величину допусков и расположение полей допусков калибров относительно предельных размеров вала:



$z_1 = 4$  мкм,  $y_1 = 3$  мкм,  $H_1 = 5$  мкм,  $H_p = 2$  мкм.

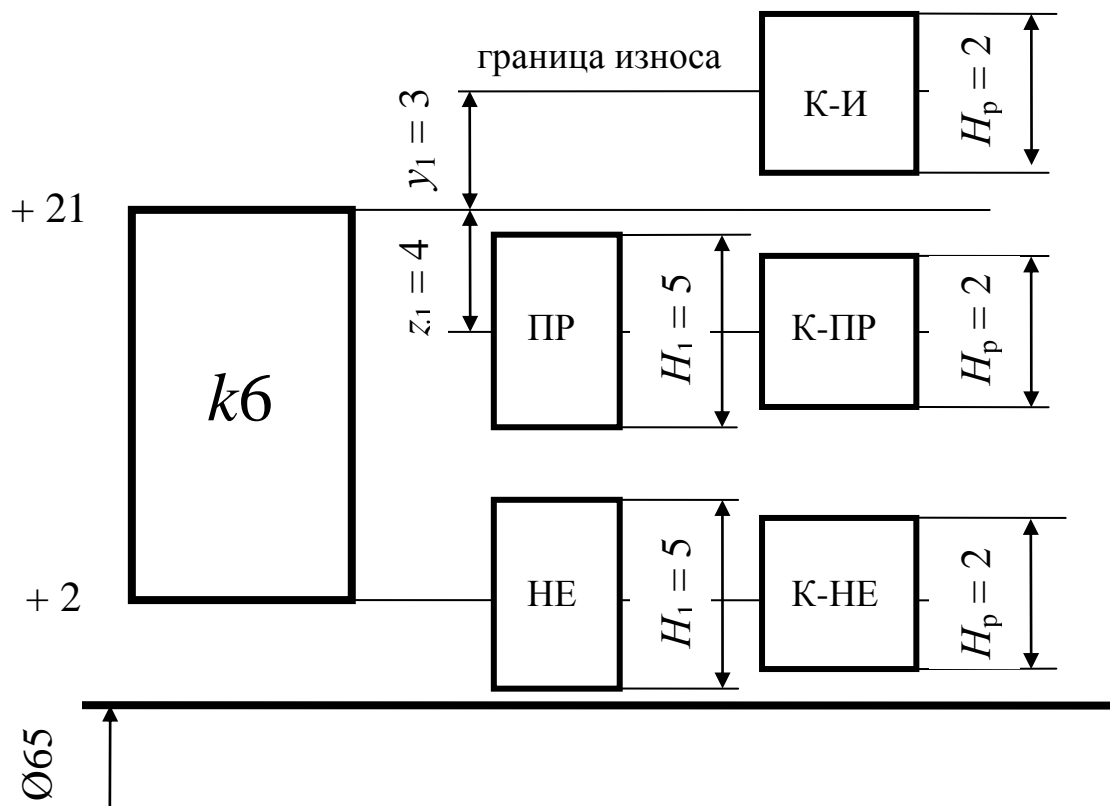


Рис. 4. Схема расположения полей допусков калибров для контроля вала  $\varnothing 65k6$

4. Рассчитать исполнительные размеры рабочих калибров-скоб.

$$\begin{aligned} ПР_{исп} &= (d_{\max} - z_1 + \frac{H_1}{2})^{+H_1} = (65,021 - 0,004 - \frac{0,005}{2})^{+0,005} = \\ &= 65,0145^{+0,005} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} НЕ_{исп} &= (d_{\min} + \frac{H_1}{2})^{+H_1} = (65,002 + \frac{0,005}{2})^{+0,005} = \\ &= 64,9995^{+0,005} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$ПР_{изн} = d_{\max} + y_1 = 65,021 + 0,003 = 65,024 \text{ мм.}$$

5. Рассчитать исполнительные размеры контрольных калибров-пробок для контроля рабочих калибров-скоб.

$$\begin{aligned} \text{К-ПР}_{\text{исп}} &= (d_{\text{max}} - z_1 + \frac{H_p}{2})_{-H_p} = (65,021 - 0,004 + \\ &+ \frac{0,002}{2})_{-0,002} = 65,0145_{-0,002} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{К-НЕ}_{\text{исп}} &= (d_{\text{min}} + \frac{H_p}{2})_{-H_p} = (65,002 + \frac{0,002}{2})_{-0,002} = \\ &= 65,003_{-0,002} \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{К-ПР}_{\text{изн}} &= (d_{\text{max}} + y_1 + \frac{H_p}{2})_{-H_p} = (65,021 + 0,003 + \\ &+ \frac{0,002}{2})_{-0,002} = 65,025_{-0,002} \text{ мм.} \end{aligned}$$

6. Выполнить детализовочные и сборочные чертежи рабочих калибров.

### ЗАДАНИЕ № 3

## НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СОПРЯЖЕНИЙ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ

Для подшипника качения по заданным номерам подшипника, классу точности, величине и характеристике нагрузки, условиям эксплуатации подшипника:

– определить характер нагружения наружного и внутреннего колец подшипника (изобразить кинематическую схему нагружения колец подшипника);

– выбрать посадку для внутреннего и наружного колец подшипника;

– построить схемы расположения полей допусков сопряжения внутреннего кольца ( $d$ ) с валом и наружного кольца ( $D$ ) с корпусом (на схеме указать предельные отклонения, предельные зазоры и (или) натяги);

– рассчитать величину предельных зазоров и (или) натягов для сопряжения по аналогичной посадке для гладкого цилиндрического сопряжения;

– сделать вывод, сравнив значения характеристик посадок;

– изобразить сопряжения подшипника с валом и корпусом, вал и корпус отдельно. Дать простановку размеров с обозначением посадок, отклонений формы расположения поверхностей и шероховатости.

#### Исходные данные:

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГОСТ	27365–87	8328–75	23179–78	333–79	27365–87	8328–75	333–79	27365–87	8328–75	333–79
Класс точности	0	6	5	0	6	5	0	6	5	0
$d$ вн.к	35	65	75	110	90	45	65	80	90	140

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радиальная нагрузка $R, Н$	12000	9000	20000	28000	18000	15000	25000	30000	10000	24000
Вращающаяся деталь	вал	вал	корпус	вал	корпус	корпус	вал	вал	корпус	корпус
Характеристика нагрузки	Умеренная с малой вибрацией	С толчками и вибрацией	Умеренная с малой вибрацией	С толчками и вибрацией	С толчками и вибрацией	Умеренная с малой вибрацией	С толчками и вибрацией	С толчками и вибрацией	С толчками и вибрацией	Умеренная с малой вибрацией

### Методические указания к заданию № 3

Для сокращения номенклатуры подшипников посадки наружного кольца с корпусом осуществляются по системе вала, а посадки внутреннего кольца с валом – по системе отверстия. Однако поле допуска на диаметр отверстия внутреннего кольца подшипника расположено в «минус» от номинального размера, а не в «плюс», как у обычного основного отверстия. Для соединения колец подшипников с валами и корпусами применяются подшипниковые посадки. Отличие этих посадок от посадок по ГОСТ 25347–82 состоит в том, что зазоры и натяги в них имеют другие величины. Это вызвано тем, что предельные отклонения размеров колец по ГОСТ 520–2002 отличны от отклонений, установленных ГОСТ 25347–82. Соединение колец подшипников с валами и отверстиями в корпусах, по сравнению с обычными гладкими цилиндрическими соединениями, может давать другой характер посадок.

Выбор посадки для циркуляционно нагруженного кольца производится в зависимости от диаметра кольца и интенсивности

радиальной нагрузки (прил. 9):

$$P_R = \frac{R}{b} K_1 K_2 K_3, \quad (13)$$

где  $P_R$  – интенсивность радиальной нагрузки, Н/мм;

$R$  – радиальная нагрузка, Н;

$b$  – ширина посадочного места подшипника, мм;

$K_1$  – динамический коэффициент, зависящий от условий эксплуатации;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий ослабление натяга при полом вале;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки в двурядных подшипниках при действиях на подшипник осевой силы.

Основное отклонение выбирается по таблице прил. 11.

При местном виде нагружения выбор конкретной посадки производится по справочным таблицам (прил. 10) в зависимости от:

- диаметра кольца;
- конструкции корпуса (разъемный, неразъемный);
- условий эксплуатации.

Основное отклонение выбирается по таблице прил. 11.

Номер качества сопрягаемых с подшипником качения деталей определяется в зависимости от класса точности подшипника по таблице прил. 4. Подшипниковые посадки обозначаются одним полем допуска – полем допуска сопрягаемой с подшипниковым кольцом детали.

Отклонения формы расположения поверхностей, шероховатость поверхностей и величину биения определить по таблицам прил. 5, 6, 7, 8.

### **Пример:**

Выполнить действия, предусмотренные условием задания № 3, для следующих исходных данных:

ГОСТ 23179–78;

класс точности подшипника – 4;  
 радиальная нагрузка –  $R = 14000 \text{ Н}$ ;  
 вращающаяся деталь – вал;  
 характер нагрузки – умеренная с малой вибрацией;  
 диаметр внутреннего кольца подшипника –  $d = 40 \text{ мм}$ .

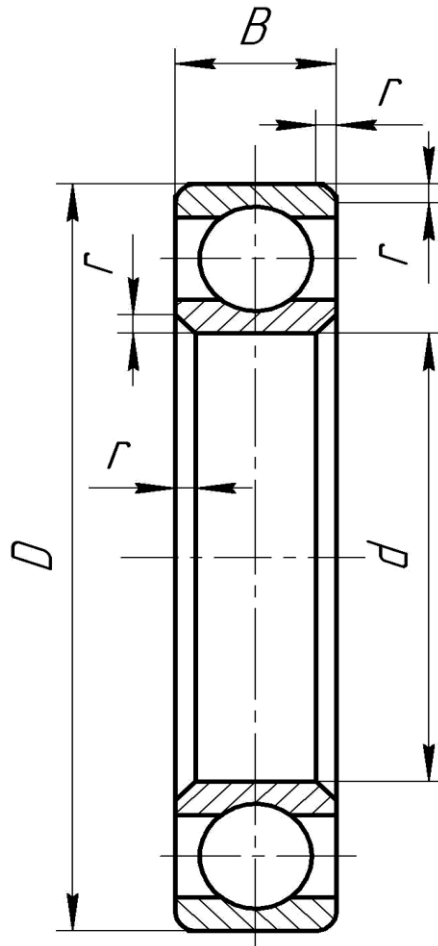


Рис. 5. Эскиз подшипника (ГОСТ 23179–78)

1. Определить характер нагружения наружного и внутреннего колец подшипника.

Учитывая, что вращающееся кольцо подшипника нагружено циркуляционно (Ц), а невращающееся – нагружено местно (М), изобразим кинематическую схему нагружения колец подшипника (рис. 6). (На схеме указать подвижное и неподвижное кольца подшипника, виды нагружения каждого из колец подшипника).

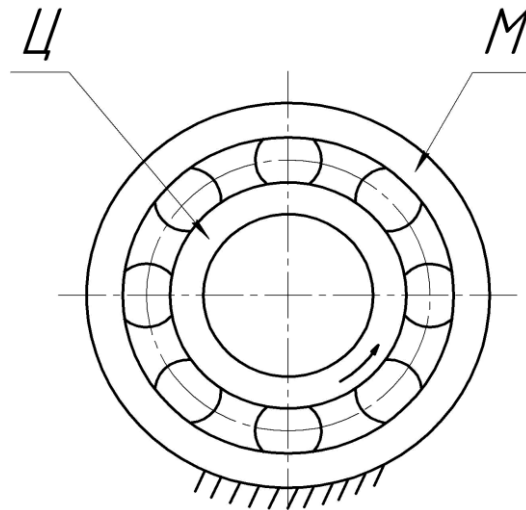


Рис. 6. Кинематическая схема нагружения колец подшипника

2. Выбрать посадки для внутреннего и наружного колец подшипника.

По ГОСТ 23179–78 определяем:

- диаметр наружного кольца подшипника –  $D = 52$  мм;
- номинальная ширина подшипника –  $B = 8$  мм;
- минимальный предельный размер монтажной фаски подшипника –  $r_{smin} = 0,3$  мм.

Для нагруженного циркуляционно кольца подшипника посадку выбираем в зависимости от диаметра внутреннего кольца и величины интенсивности радиальной нагрузки:

$$P_R = \frac{14000}{7,4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1891,89 \text{ Н/мм}$$

$b$  – ширина посадочного места

$$b = B - 2r_{smin} = 8 - 2 \cdot 0,3 = 7,4 \text{ мм};$$

$$K_1 = 1;$$

[2, табл. III–14]

$$K_2 = 1;$$

[2, табл. III–15]

$$K_3 = 1.$$

[2, табл. III–16]

Посадка внутреннего кольца на вал –  $n5$  [2, с. 79, табл. III–13]

Посадка наружного кольца в корпус –  $H6$  [2, с. 78, табл. III–11]

3. Построить схемы расположения полей допусков сопряжений колец подшипника.

Предельные отклонения полей допусков основных деталей посадок внутреннего и наружного колец подшипника:

$$\begin{aligned} \text{Ø}40L4 - ES &= 0 \text{ мкм} & [6, \text{с. } 19, \text{табл. } 10] \\ EI &= -5 \text{ мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ø}52l4 - es &= 0 \text{ мкм} & [6, \text{с. } 19, \text{табл. } 11] \\ ei &= -7 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Предельные отклонения полей допусков вала и корпуса:

$$\begin{aligned} \text{Ø}40n5 - es &= +28 \text{ мкм} & [13, \text{с. } 13] \\ ei &= +17 \text{ мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ø}52H6 - ES &= +19 \text{ мкм} & [13, \text{с. } 20] \\ EI &= 0 \text{ мкм} \end{aligned}$$

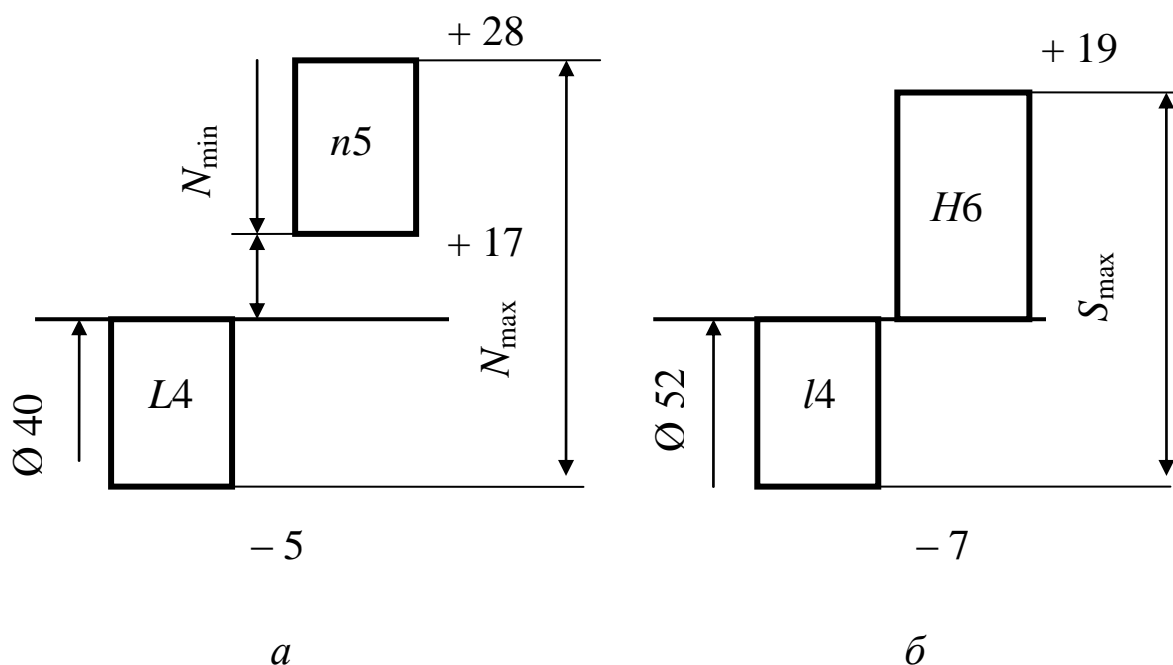


Рис. 7. Схемы расположения полей допусков:

*a* – посадка внутреннего кольца на вал;

*б* – посадка наружного кольца в корпус



4. Рассчитать величины зазоров и натягов для подшипникового сопряжения.

Посадка внутреннего кольца на вал  $\varnothing 40 \frac{L4}{n5}$ :

$$N_{\max} = es - EI = 28 - (-5) = 33 \text{ мкм};$$

$$N_{\min} = ei - ES = 17 - 0 = 17 \text{ мкм};$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 33 - 17 = 16 \text{ мкм}.$$

Посадка наружного кольца в корпус  $\varnothing 52 \frac{H6}{l4}$ :

$$S_{\max} = ES - ei = 19 - (-7) = 26 \text{ мкм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - 0 = 0 \text{ мкм};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 26 - 0 = 26 \text{ мкм}.$$

5. Построить схемы расположения полей допусков сопряжения по стандартной посадке.

Заменить основное отверстие  $L4$  на  $H6$ , основной вал  $l4$  – на  $h5$  (квалитет для отверстия назначается на единицу грубее, чем для вала).

Определить значения предельных отклонений полей допусков основных деталей:

$$\varnothing 40 H6 - \begin{array}{l} ES = +16 \text{ мкм} \\ EI = 0 \text{ мкм} \end{array} \quad [13, \text{с. } 20]$$

$$\varnothing 52 h5 - \begin{array}{l} es = 0 \text{ мкм} \\ ei = -13 \text{ мкм} \end{array} \quad [13, \text{с. } 13]$$

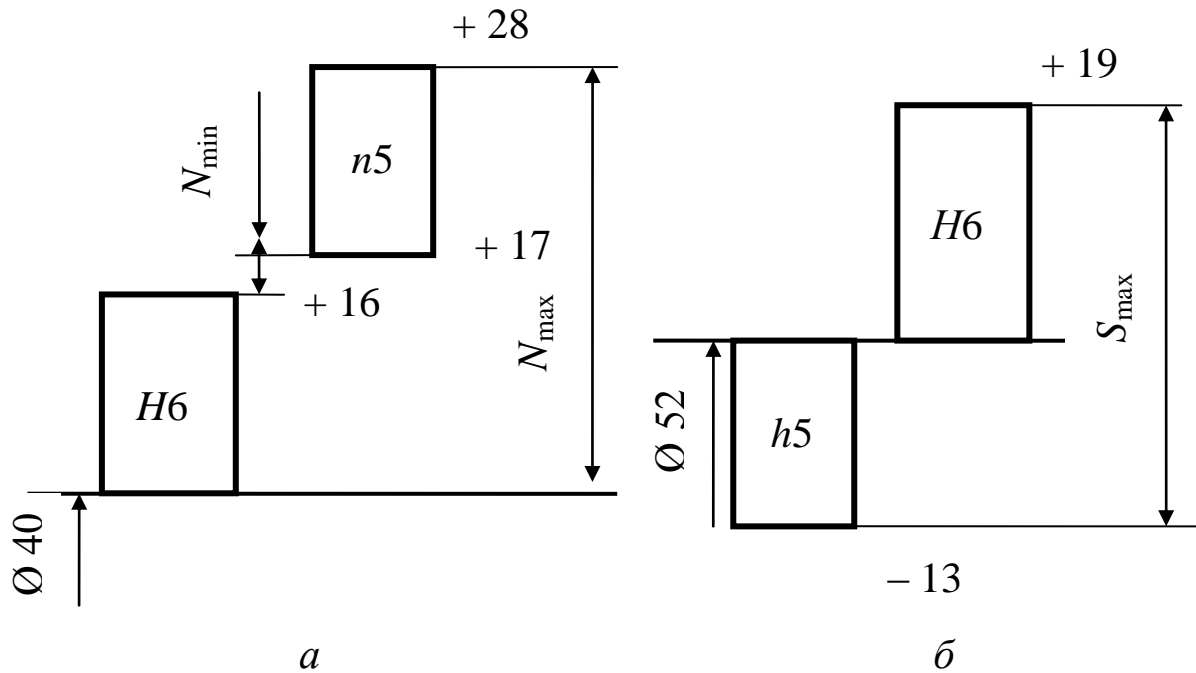


Рис. 8. Схемы расположения полей допусков:  
*a* – посадка внутреннего кольца на вал;  
*б* – посадка наружного кольца в корпус

6. Рассчитать величины предельных зазоров и натягов.

Посадка внутреннего кольца на вал  $\text{Ø}40 \frac{H6}{n5}$ :

$$N_{\max} = es - EI = 28 - 0 = 28 \text{ мкм};$$

$$N_{\min} = ei - ES = 17 - 16 = 1 \text{ мкм};$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 28 - 1 = 27 \text{ мкм}.$$

Посадка наружного кольца в корпус  $\text{Ø}52 \frac{H6}{h5}$ :

$$S_{\max} = ES - ei = 19 - (-13) = 32 \text{ мкм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - 0 = 0 \text{ мкм};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 32 - 0 = 32 \text{ мкм}.$$

7. Сделать вывод, сравнив значения характеристик посадок.

Заполнить сводную таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Зазоры и натяги в сопряжениях с подшипниками качения  
и для обычных гладких цилиндрических деталей

Обозначение посадки	Характер посадки	Зазоры, мкм		Натяги, мкм		Допуск посадки $TN; TS; TN(TS)$ , мкм
		$S_{\max}$	$S_{\min}$	$N_{\max}$	$N_{\min}$	
$\varnothing 40n5$ (подшипниковая)	натяг			33	17	16
$\varnothing 40 \frac{H6}{n5}$ (обычная)	натяг			28	1	27
$\varnothing 52H6$ (подшипниковая)	зазор	26	0			26
$\varnothing 52 \frac{H6}{h5}$ (обычная)	зазор	32	0			32

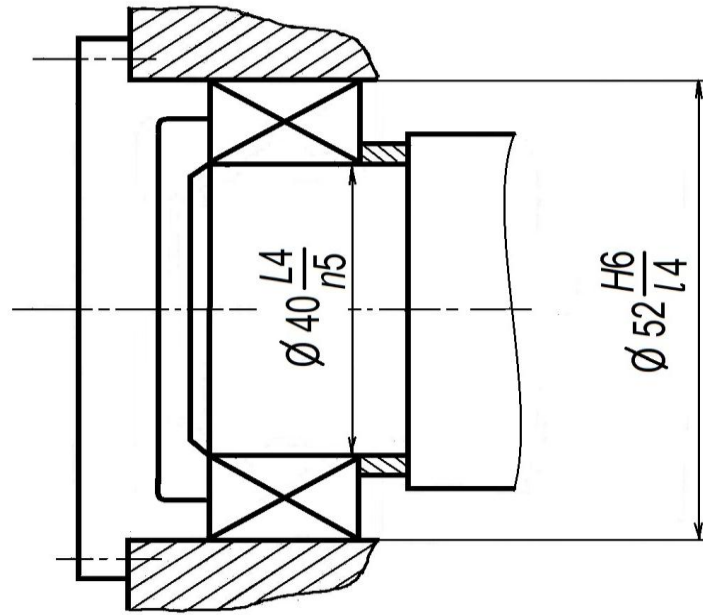
В результате замены основных деталей подшипникового соединения на основные детали системы ЕСДП, характер соединений остался прежним (с зазором для наружного кольца, с натягом для внутреннего кольца), изменились величины характеристик.

#### 8. Привести пример обозначения подшипника на чертежах.

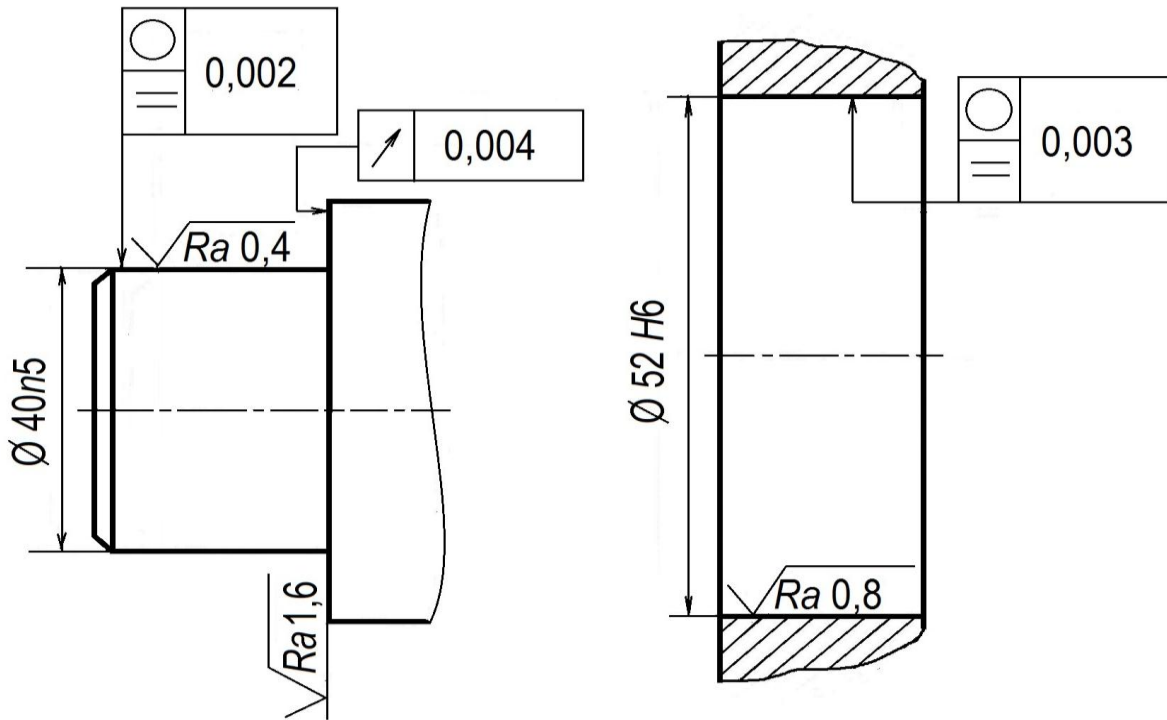
Обозначить размеры с указанием посадок, отклонения от формы, шероховатость, торцевое биение (рис. 9).

По ГОСТ 3325–85 определяем:

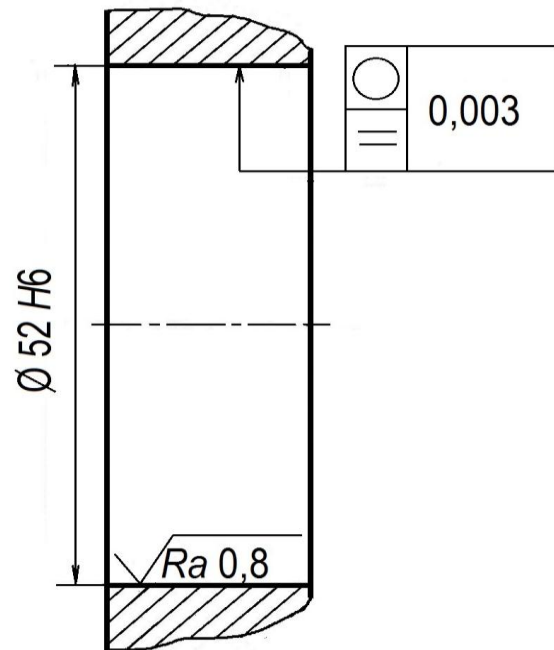
шероховатости для вала –  $Ra$  0,4; [15, с. 9, табл. 3]  
 шероховатость для отверстия корпуса –  $Ra$  0,8; [15, с. 9, табл. 3]  
 шероховатость торцевой поверхности –  $Ra$  1,6; [15, с. 9, табл. 3]  
 отклонение от круглости для вала – 2 мкм; [15, с. 11, табл. 4]  
 отклонение профиля продольного сечения для вала – 2 мкм; [15, с. 11, табл. 4]  
 отклонение от круглости для отверстия – 3 мкм; [15, с. 11, табл. 4]  
 отклонение профиля продольного сечения для отверстия – 3 мкм; [15, с. 11, табл. 4]  
 величина торцевого биения – 4 мкм. [15, с. 13, табл. 5]



a



б



в

Рис. 9. Обозначения размеров на чертеже: а – сопряжение подшипника с валом и корпусом; б – вал; в – корпус

## ЗАДАНИЕ № 4 НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ

По заданным номинальному наружному диаметру метрической резьбы  $D$ , шагу  $P$ , степени точности и посадке:

- изобразить графически поля допусков болта и гайки для метрической резьбы;
- найти по стандарту номинальные размеры трех диаметров резьбы, предельные отклонения и указать их на графическом изображении полей допусков;
- определить предельные значения наружного, внутреннего и среднего диаметров болта и гайки;
- определить допуски диаметров;
- изобразить схему контроля предельными калибрами элементов наружной и внутренней резьбы.

### Исходные данные:

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр резьбы $D$ , мм	22	60	68	33	52	39	18	27	45	48

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посадка и степень точности	$\frac{7G}{6e}$	$\frac{7H}{7g6g}$	$\frac{7H}{6g}$	$\frac{4H5H}{4h}$	$\frac{7G}{7e6e}$	$\frac{6H}{6g}$	$\frac{6G}{6e}$	$\frac{7H}{8h}$	$\frac{6H}{6h}$	$\frac{7H}{7e6e}$
Шаг резьбы $P$ , мм	1	1,5	2	3	4	2	1	1,5	3	4

### Методические указания к заданию № 4

Предельные контуры резьбового соединения метрической

резьбы с полями допусков его элементов для скользящей посадки  $\frac{H}{h}$  показаны на рис. 10.

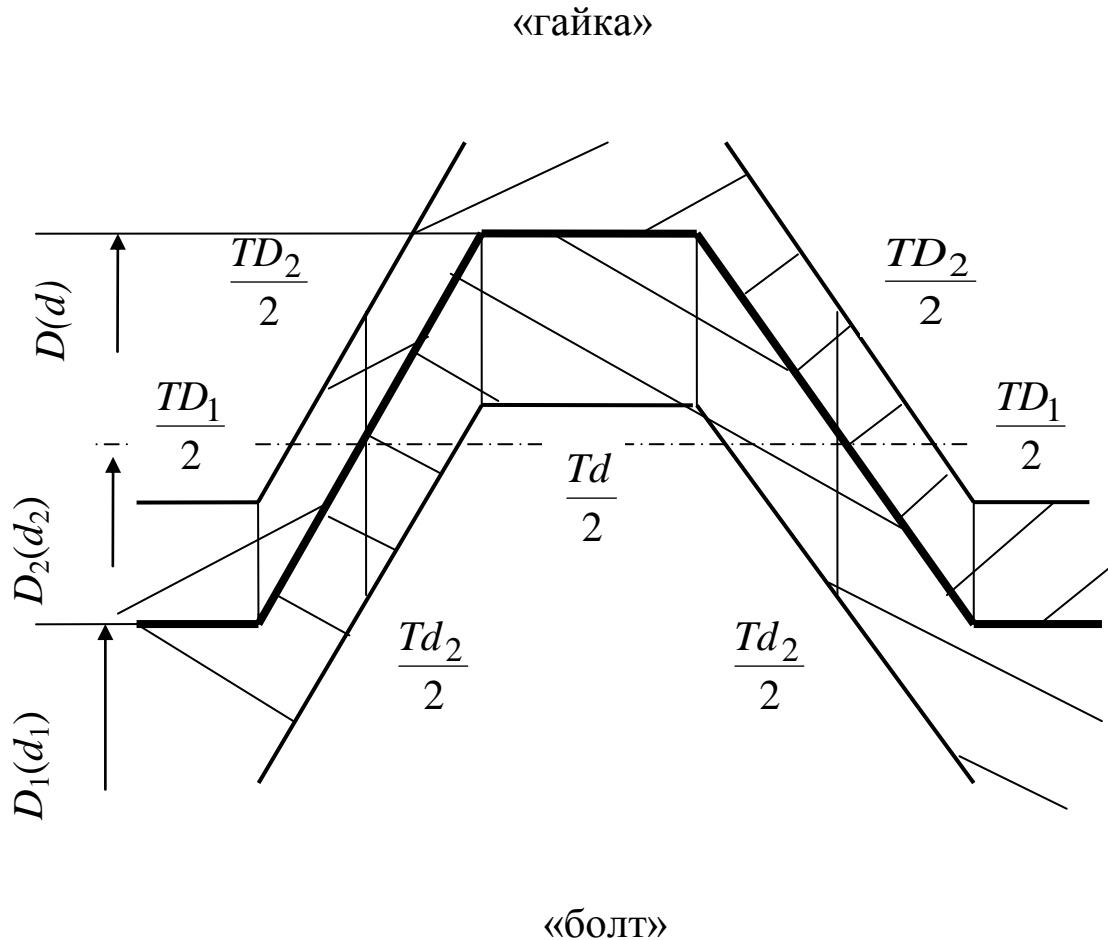


Рис. 10. Предельные контуры резьбового соединения метрической резьбы

По ГОСТ 24705–81 (прил. 12) в зависимости от нормального диаметра и шага определить значения наружного  $d(D)$ , среднего  $d_2(D_2)$ , внутреннего  $d_1(D_1)$  диаметров резьбы, указать их на графическом изображении резьбового сопряжения.

По ГОСТ 16093–81 определить предельные отклонения трех диаметров и указать их на графическом изображении резьбового соединения.

Рассчитать предельные размеры и допуски трех диаметров

по известным формулам:

$$D_2(D_1)_{\max} = D_2(D_1) + ES_{D_2(D_1)}; \quad (14)$$

$$D_2(D, D_1)_{\min} = D_2(D, D_1) + EI_{D_2(D, D_1)}; \quad (15)$$

$$d_2(d, d_1)_{\max} = d_2(d, d_1) + es_{d_2(d, d_1)}; \quad (16)$$

$$d_2(d)_{\min} = d_2(d) + ei_{d_2(d)}; \quad (17)$$

$$TD_2(TD_1) = ES_{D_2(D_1)} - EI_{D_2(D_1)}; \quad (18)$$

$$Td_2(Td) = es_{d_2(d)} - ei_{d_2(d)}. \quad (19)$$

Величины  $ES_D$ ,  $ei_{d_1}$ ,  $D_{\max}$ ,  $d_{1\min}$ ,  $TD$ ,  $Td_1$ , по условиям взаимозаменяемости, не нормируются.

### Пример:

Для резьбы  $M 20 \frac{4H5H}{6h}$ ,  $P = 2,5$  мм выполнить действия, предусмотренные условием задания № 4.

1. Определить номинальные значения внутреннего и среднего диаметров болта и гайки:

$$d(D) = 20 \text{ мм},$$

$$d_2(D_2) = d - 2 + 0,376 = 20 - 2 + 0,376 = 18,376 \text{ мм}, \quad [4, \text{ с. 677}]$$

$$d_1(D_1) = d - 3 + 0,294 = 20 - 3 + 0,294 = 17,294 \text{ мм}. \quad [4, \text{ с. 677}]$$

2. Построить схему расположения полей допусков болта и гайки.

По ГОСТ 16093–81 определить предельные отклонения диаметров болта и гайки (табл. 2). Для заданного резьбового соединения построить графическое изображение полей допусков болта и гайки (рис. 11). (На схеме расположения полей допусков указать номинальные диаметры, предельные отклонения диаметров болта и гайки).

Таблица 2

## Предельные отклонения деталей резьбового соединения

Наименование отклонения	Предельные отклонения диаметров гайки, мкм			Предельные отклонения диаметров болта, мкм		
	$D$	$D_2$	$D_1$	$d$	$d_2$	$d_1$
Верхнее	–	+140	+355	0	0	0
Нижнее	0	0	0	–335	–170	–

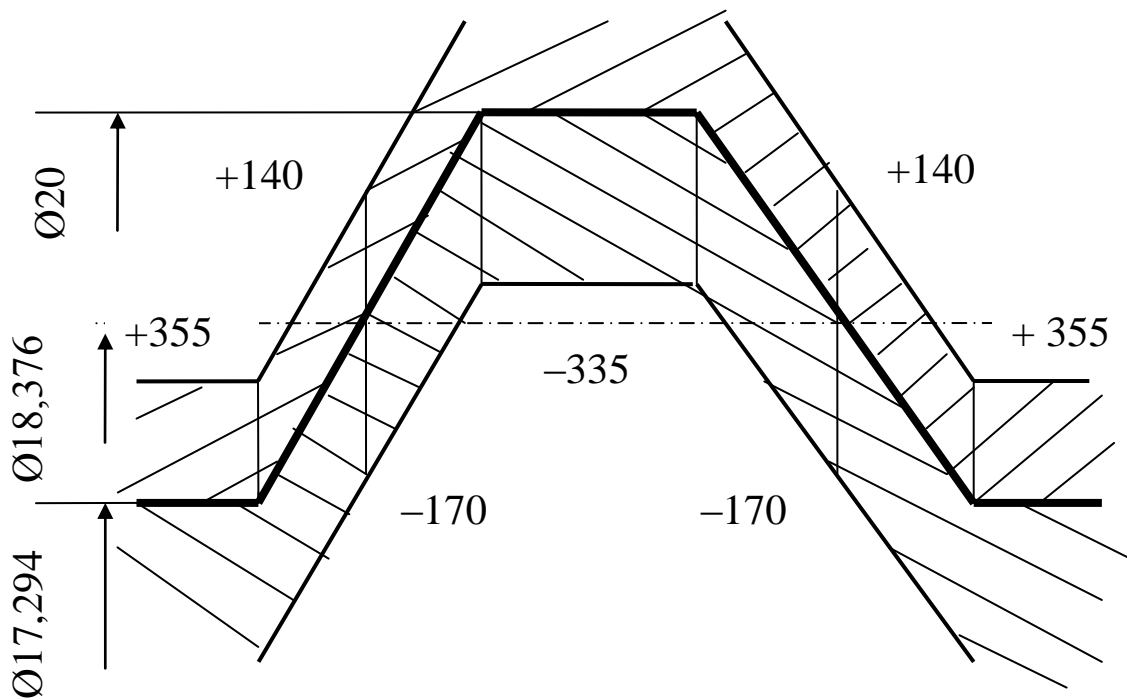


Рис. 11. Графическое изображение полей допусков

для резьбы  $M 20 \frac{4H5H}{6h}$



### 3. Рассчитать предельные значения диаметров резьбы.

$D_{\max}$  – не нормируется;

$$D_{\min} = D + EI_D = 20,0 + 0 + 20,0 \text{ мм};$$

$$D_{2\max} = D_2 + ES_{D_2} = 18,376 + 0,140 = 18,516 \text{ мм};$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_{D_2} = 18,376 + 0 = 18,376 \text{ мм};$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES_{D_1} = 17,294 + 0,355 = 17,649 \text{ мм};$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_{D_1} = 17,294 + 0 = 17,294 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d + es_d = 20,0 + 0 = 20,0 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei_d = 20,0 + (-0,335) = 19,665 \text{ мм};$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_{d_2} = 18,376 + 0 = 18,376 \text{ мм};$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_{d_2} = 18,376 + (-0,170) = 18,206 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_{d_1} = 17,294 + 0 = 17,294 \text{ мм};$$

$d_{1\min}$  – не нормируется.

### 4. Рассчитать допуски диаметров резьбы.

$TD$  – не нормируется;

$$TD_2 = ES_{D_2} - EI_{D_2} = 0,140 - 0 = 0,140 \text{ мм};$$

$$TD_1 = ES_{D_1} - EI_{D_1} = 0,355 - 0 = 0,355 \text{ мм};$$

$$Td = es_d - ei_d = 0 - (-0,335) = 0,335 \text{ мм};$$

$$Td_2 = es_{d_2} - ei_{d_2} = 0 - (-0,170) = 0,170 \text{ мм};$$

$Td_1$  – не нормируется.

### 5. Изобразить схему контроля предельными калибрами элементов наружной и внутренней резьбы.

Схемы контроля деталей резьбового соединения предельными калибрами изображены на рис. 12, 13.

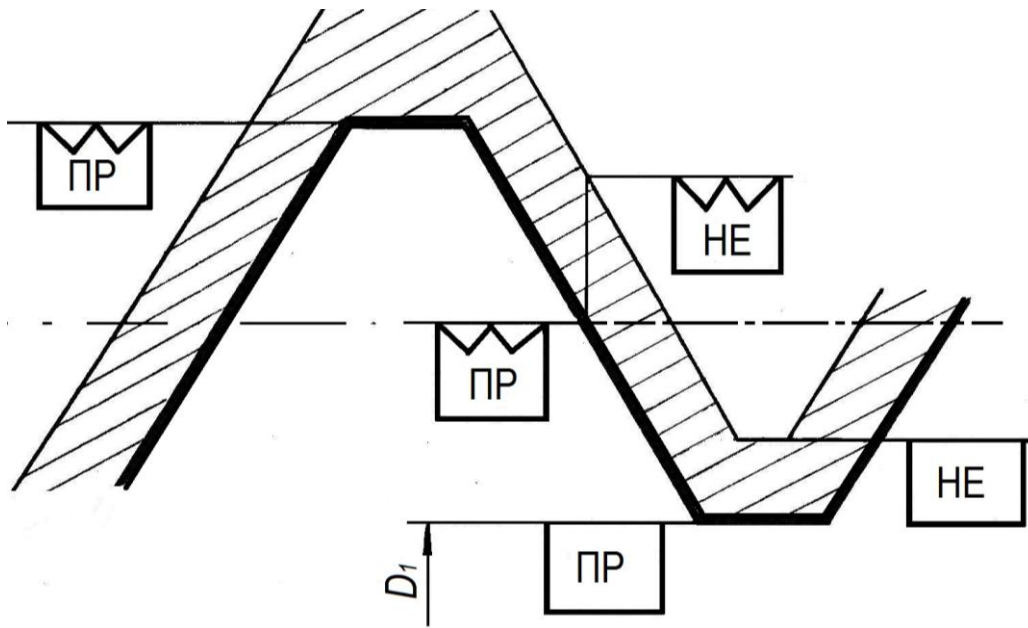


Рис. 12. Схема контроля предельными калибрами наружной резьбы

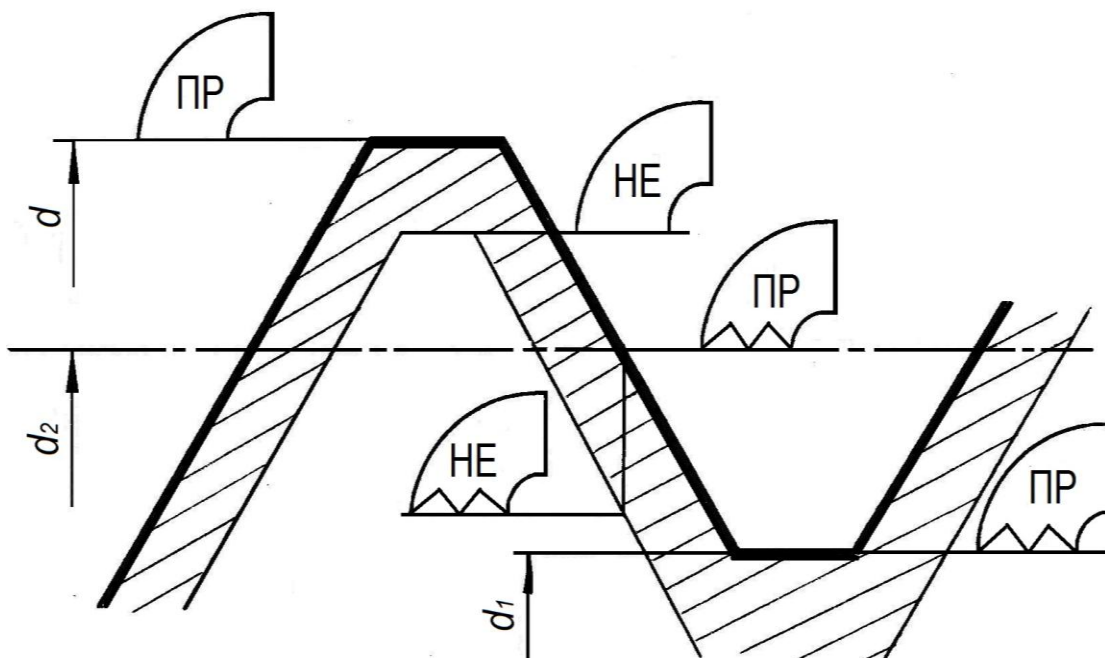


Рис. 13. Схема контроля предельными калибрами внутренней резьбы

## ЗАДАНИЕ № 5 РАСЧЕТ И ВЫБОР ПОСАДКИ С ЗАЗОРОМ

Выбрать посадку:

а) для подшипника скольжения на основе расчета зазора, обеспечивающего наивыгоднейшие условия работы;

б) для прессового соединения, обеспечивающего передачу заданного крутящего момента и прочность детали-втулки.

Вариант **А** выполняют студенты, имеющие номер варианта от **00** до **49**, вариант **Б** – от **50** до **99**.

**Исходные данные:**

Вариант **А**

Для сопряжения с зазором					
Параметры	По <i>предпоследней</i> цифре номера варианта				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
$d$ , мм	50	60	70	80	85
$l$ , мм	80	85	90	100	110
Параметры	По <i>последней</i> цифре номера варианта				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
$n$ , об/мин	700	750	850	800	900
$p$ , кг/см <sup>2</sup>	9	7	8	6	10
$\mu$ , сП	17	20	14	22	18
Параметры	По <i>последней</i> цифре номера варианта				
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
$n$ , об/мин	550	500	650	600	1000
$p$ , кг/см <sup>2</sup>	6	7	8	9	10
$\mu$ , сП	25	30	16	28	21

Примечание:

$d$  – номинальный диаметр сопряжения;

$l$  – длина сопряжения;

$p$  – удельное давление на поверхности контакта;

$\mu$  – динамический коэффициент вязкости смазки.

## Вариант Б

Для сопряжения с натягом					
Параметры	По <i>предпоследней</i> цифре номера варианта				
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
$d$ , мм	80	70	50	100	120
$d_2$ , мм	150	120	80	220	240
Параметры	По <i>последней</i> цифре номера варианта				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
$M_{кр}$ , кгс·мм	$1,6 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$
$l$ , мм	$0,8d$	$0,65d$	$0,6d$	$0,5d$	$0,7d$
материал деталей	Сталь 50	Сталь 45	Сталь 40	Сталь 35	Сталь 30
$\sigma_T$ , кгс/мм <sup>2</sup>	38	36	34	32	30
Параметры	По <i>последней</i> цифре номера варианта				
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
$M_{кр}$ , кгс·мм	$4 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^5$
$l$ , мм	$0,7d$	$0,85d$	$0,8d$	$0,65d$	$0,55d$
материал деталей	Сталь 50	Сталь 45	Сталь 40	Сталь 35	Сталь 30
$\sigma_T$ , кгс/мм <sup>2</sup>	38	36	34	32	30

Примечание:

$d$  – номинальный диаметр сопряжения;

$d_2$  – наружный диаметр втулки;

$l$  – длина сопряжения;

$\sigma_T$  – предел текучести материала втулки и вала.

### Методические указания к заданию № 5

#### Вариант А

Выбор посадки для подшипника скольжения

Цель предлагаемого расчета – нахождение оптимального зазора, обеспечивающего при определенных сочетаниях конструктивных и эксплуатационных факторов жидкостные условия трения между вкладышем подшипника и цапфой вала.

В гидродинамических подшипниках жидкостное трение создается в том случае, когда смазочное масло увлекается вращающейся цапфой в постепенно суживающийся клиновидный зазор между цапфой и вкладышем подшипника и возникает гидродинамическое давление, превышающее нагрузку на опору и стремящееся расклинить поверхности цапфы и вкладыша, и смещается по направлению вращения в нагруженной зоне. На рис. 14 положение цапфы в неподвижном состоянии показано штриховой линией, при этом зазор

$$S = D - d. \quad (20)$$

При определенной скорости вращения вала создается равновесие гидродинамического давления и сил, действующих на опору. Наименьшая толщина масляного слоя в месте наибольшего сближения поверхностей цапфы и вкладыша определяется следующей зависимостью:

$$h_{\min} = S \cdot 0,5(1 - \chi), \quad (21)$$

где  $\chi$  – относительный эксцентриситет,  $\chi = \frac{e}{S \cdot 0,5}$ ;

$e$  – абсолютный эксцентриситет.

Для обеспечения жидкостного трения необходимо отсутствие контакта микронеровностей цапфы и вкладыша, т. е. неразрывность слоя смазки. Это достигается при толщине масляного слоя:

$$h_{\min} \geq h_{\text{ж.т}} \geq k_{\text{ж.т}} \cdot (R_{z1} + R_{z2} + \Delta), \quad (22)$$

где  $h_{\text{ж.т}}$  – толщина масляного слоя, при котором обеспечивается жидкостное трение;

$k_{\text{ж.т}}$  – коэффициент запаса надежности по толщине масляного слоя;

$R_{z1}, R_{z2}$  – высота микронеровностей вкладыша подшипника и цапфы вала;

$\Delta$  – добавка, учитывающая отклонение нагрузки, скорости, температуры от расчетных значений, а также механические включения в масле и другие неучтенные факторы ( $\Delta = 1 \div 2$  мкм).

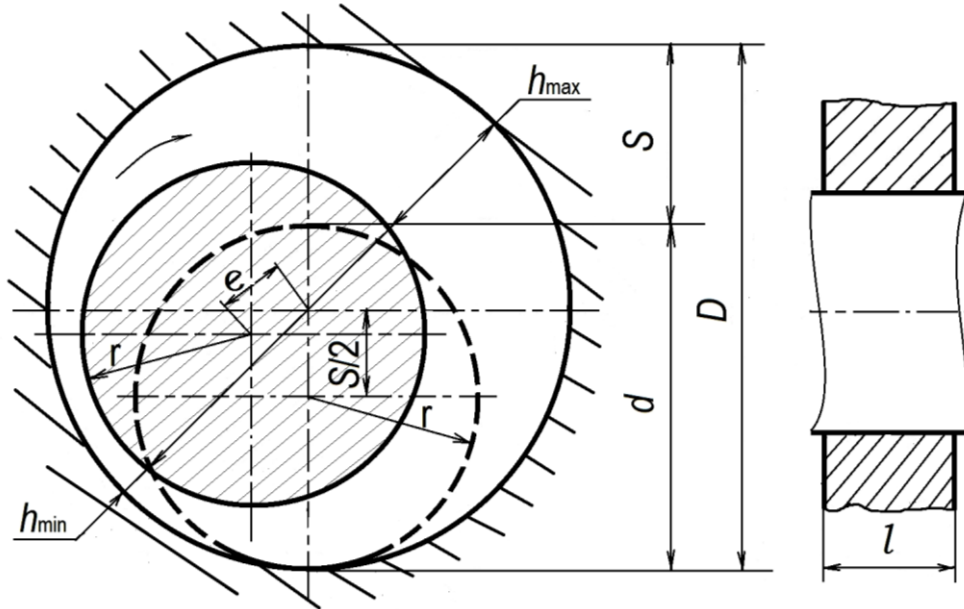


Рис. 14. Схема расположения цапфы вала в неподвижном состоянии (пунктирная линия) при установившемся режиме работы подшипника

Одновременно с обеспечением жидкостного трения необходимо, чтобы подшипник обладал требуемой несущей способностью, характеризуемой радиальной силой  $R$ :

$$R = \frac{1,07 \cdot 10^{-9} \mu n l d C_R}{\psi^2}, \quad (23)$$

где  $R$  – радиальная сила, кгс;

$\mu$  – динамическая вязкость масла, сП;

$n$  – частота вращения, об/мин;

$l$  – длина подшипника, см;

$d$  – диаметр подшипника, см;

$C_R$  – безразмерный коэффициент нагруженности подшипника, зависящий от  $\chi$  и отношения  $l/d$ ;

$\psi$  – относительный зазор, равный  $S/d$ .

Порядок расчета гидродинамического подшипника скольжения рассмотрим на примере.

### Пример

Выбрать посадку для подшипника скольжения, имеющего следующие конструктивные параметры и условия работы:

диаметр цапфы  $d = 90$  мм;

длина подшипника  $l = 110$  мм;

частота вращения  $n = 750$  об/мин;

удельное давление на поверхности контакта  $p = 10$  кгс/см<sup>2</sup>;

вязкость масла  $\mu = 20$  сП.

Проектный расчет.

1. Рассчитать окружную скорость цапфы.

$$V = \frac{\pi d n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 750}{1000 \cdot 60} = 3,53 \text{ м/с.}$$

2. Рассчитать относительный диаметральный зазор.

$$\psi = 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[4]{V} = 0,8 \cdot 10^{-3} \sqrt[4]{3,53} = 0,0011 \text{ мм.}$$

3. Рассчитать абсолютный диаметральный зазор.

$$S = \psi \cdot d = 0,0011 \cdot 90 = 0,099 \text{ мм.}$$

4. Выбрать посадку с зазором.

Рассчитанный в п. 3 диаметральный зазор принимаем за оптимальный зазор. По ГОСТ 25347–82 выбираем посадку, средний зазор которой наиболее близок к оптимальному зазору.

Такой посадкой в данном случае является  $\varnothing 90 \frac{H7}{e7}$ . Схема расположения полей допусков этой посадки приведена на рис. 15.

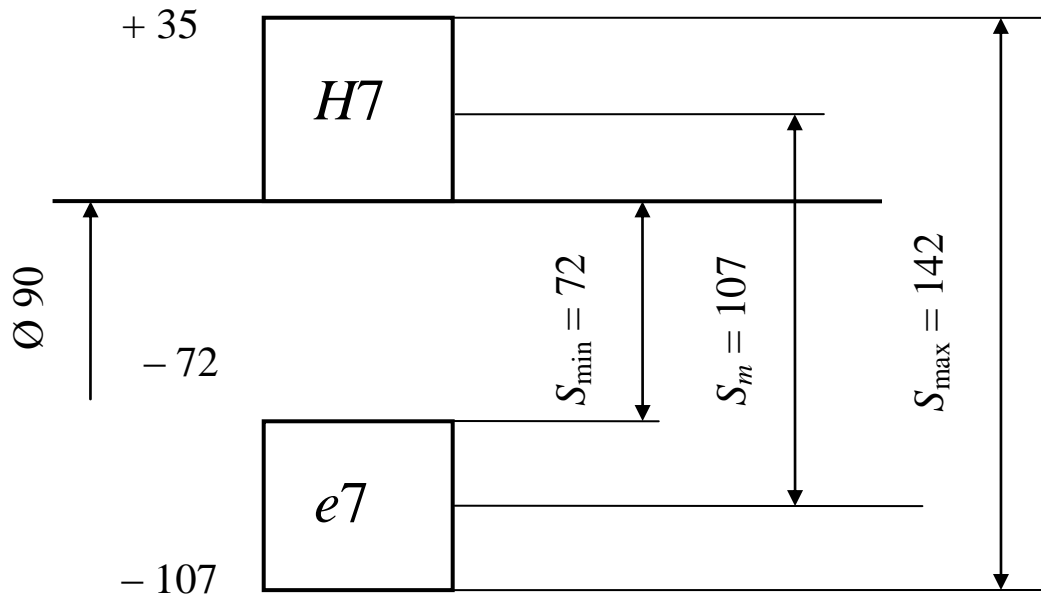


Рис. 15. Схема расположения допусков посадки  $\text{Ø}90 \frac{H7}{e7}$

Для данной посадки  $S_{\max} = 0,142$  мм;  $S_{\min} = 0,072$  мм;  $S_m = 0,107$  мм.

5. Выполнить проверочный расчет.

Коэффициент нагруженности подшипника определяем по формуле (23), в которой принято  $R/dl = p$ :

$$C_R = \frac{p \cdot \psi^2}{1,07 \cdot 10^{-9} \mu n} = \frac{10 \cdot 0,0011^2}{1,07 \cdot 10^{-9} \cdot 20 \cdot 750} = 0,75.$$

В зависимости от величины  $C_R$  и отношения  $\frac{l}{d}$  определить относительный эксцентриситет  $\chi$ .

Для  $C_R = 0,75$  и отношения  $\frac{l}{d} = \frac{110}{90} = 1,22$ , величина относительного эксцентриситета равна  $\chi = 0,4$ . [3, с. 284].

Наименьшая толщина масляного слоя определяется по формуле (21):



$$h_{\min} = \frac{0,107}{2} \cdot \left( -0,40 \right) \approx 0,0321 \text{ мм.}$$

Коэффициент запаса надежности по толщине слоя смазки определяем на основании формулы (22):

$$k_{\text{ж.т}} = \frac{h_{\min}}{R_{z1} + R_{z2} + \Delta}.$$

Высоту микронеровностей  $R_z$  выбираем в зависимости от квалитетов сопрягаемых размеров деталей по табл. 18.1 прил. 18.

Для деталей посадки  $\varnothing 90 \frac{H7}{e7}$   $R_{z1} = 6,3$  мкм;  $R_{z2} = 3,2$  мкм.

Тогда

$$k_{\text{ж.т}} = \frac{32,1}{6,3 + 3,2 + 2} = 2,79 > 2.$$

Так как  $k_{\text{ж.т}} > 2$ , то выбранная посадка соответствует условиям надежной работы подшипника в режиме жидкостного трения.

В случае если  $k_{\text{ж.т}} < 2$ , необходимо назначить ближайшее меньшее стандартное значение высоты микронеровностей  $R_z$  и вновь произвести проверку на обеспечение жидкостного трения в сопряжении.

## Вариант Б

### Выбор посадки для прессового соединения

Посадки с натягом предназначены для получения неподвижных неразъемных соединений без дополнительного крепления деталей (рис. 16). Относительная неподвижность деталей обеспечивается за счет сил сцепления (трения), возникающих на контактирующих поверхностях вследствие их деформации, создаваемой натягом при сборке соединения.

Величина натяга  $N$  определяется разностью диаметров вала и внутренним диаметром втулки до сборки. При запрессовке соединения происходит деформация растяжения втулки на

величину  $N$  и одновременно деформация сжатия вала на величину  $N_d$ , причем  $N = N_D + N_d$ .

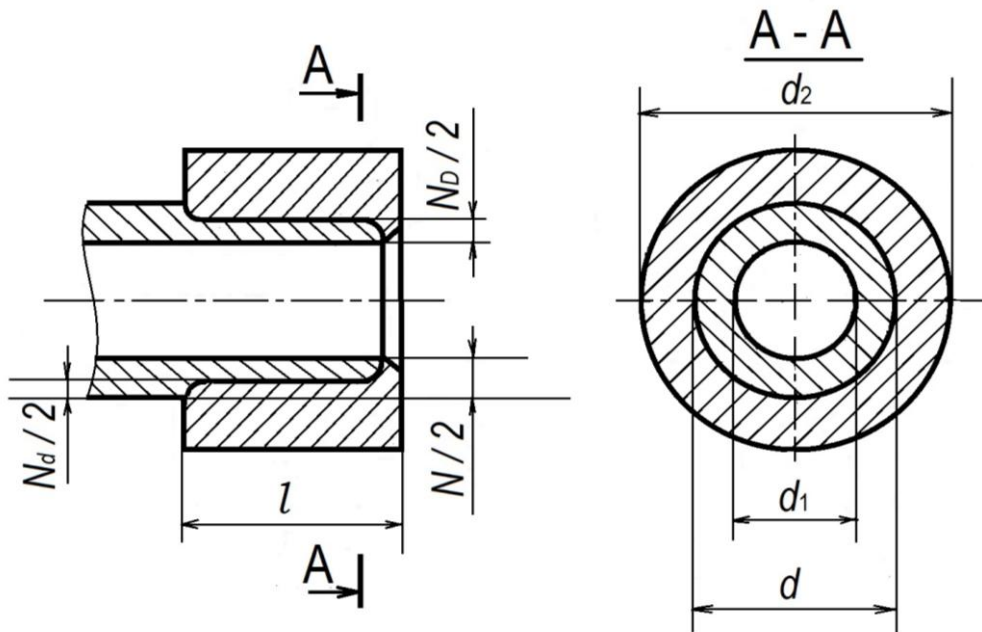


Рис. 16. К расчету посадок с натягом

Предельные значения натягов выбранной посадки должны удовлетворять следующим условиям:

1) при наименьшем натяге должна обеспечиваться прочность соединений, т. е. не должно быть относительного поворота деталей от действия внешнего крутящегося момента или осевого усилия или их совместного действия.

Например, при нагружении крутящим моментом это условие будет выполнено, если

$$M_{кр} < M_{тр}, \quad (24)$$

где  $M_{кр}$  – наибольший крутящий момент, прикладываемый к одной детали;

$M_{тр}$  – момент трения, зависящий от натяга, размеров соединяемых деталей, шероховатости поверхности и других факторов;

2) при наибольшем натяге должна обеспечиваться

прочность соединяемых деталей, т. е. наибольшее напряжение, возникающее в материалах деталей, не должно превышать допустимого значения.

Величина наименьшего расчетного натяга при осевом нагружении

$$N_{\min \text{ расч}} = \frac{P}{\pi l f_1} \cdot \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right); \quad (25)$$

при нагружении крутящим моментом

$$N_{\min \text{ расч}} = \frac{2M_{\text{кр}}}{\pi d l f_2} \cdot \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right), \quad (26)$$

где  $P$  – осевая сила;

$l$  – длина соединения;

$f_1$  и  $f_2$  – коэффициенты трения сцепления соответственно при продольном смещении и при относительном вращении деталей; при сборке с помощью пресса  $f = 0,08$ ; при сборке с нагревом охватывающей детали или с охлаждением охватываемой детали  $f = 0,14$ ;

$d$  – номинальный диаметр сопрягаемых поверхностей;

$E_1$  и  $E_2$  – модуль упругости материала соединяемых втулки и вала (для стали  $E = 2,1 \cdot 10^4$  кгс/мм<sup>2</sup>);

$C_1$  и  $C_2$  – коэффициенты, определяемые по следующим зависимостям:

$$C_1 = \frac{1 + \left( \frac{d}{d_2} \right)^2}{1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2} + \mu_1; \quad C_2 = \frac{1 + \left( \frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left( \frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_2; \quad (27)$$

$d_1$  – диаметр отверстия вала;

$d_2$  – наружный диаметр втулки (см. рис. 16);

$\mu_1$  и  $\mu_2$  – коэффициенты Пуассона для втулки и вала (для стали  $\mu = 0,3$ , для чугуна  $\mu = 0,25$ ).

Для учета уменьшения посадочного натяга за счет смятия микронеровностей вводится поправка  $U$ , которая для материалов с одинаковыми свойствами определяется по следующей зависимости:

$$U = 2k \cdot (Rz_1 + Rz_2), \quad (28)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий величину смятия микронеровностей отверстия втулки и вала (при механической запрессовке при нормальной температуре без смазки  $k = 0,25 \div 0,5$ ).

Значения  $Rz_1$  и  $Rz_2$  выбираются в зависимости от принятых полей допусков деталей сопряжения по табл. 18.2 прил. 18.

Наименьший функциональный натяг, при котором обеспечивается прочность соединения, будет равен

$$N_{\min F} = N_{\min \text{ расч}} + U. \quad (29)$$

По этому натягу подбирается ближайшая посадка по ГОСТ 25347–82. Величина наименьшего функционального натяга должна быть не больше наименьшего натяга выбранной посадки.

Условие прочности соединяемых деталей заключается в отсутствии пластической деформации на контактных поверхностях вала и втулки при наибольшем табличном натяге:

$$P \leq P_{\text{доп}}. \quad (30)$$

Давление при наибольшем табличном натяге

$$P = \frac{N \max \tau}{d \cdot \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}. \quad (31)$$

Допустимое давление на контактирующей поверхности втулки

$$P_{\text{доп}} = 0,58\sigma_T \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2 \right], \quad (32)$$

на поверхности вала

$$P_{\text{доп}} = 0,58\sigma_T \cdot \left[ 1 + \left( \frac{d_1}{d} \right)^2 \right], \quad (33)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала деталей при растяжении.

### Пример

Рассчитать и выбрать посадку с натягом для соединения, имеющего следующие конструктивные данные и условия работы:

$$M_{\text{кр}} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ кгс} \cdot \text{мм};$$

$$d = 140 \text{ мм};$$

$$d_1 = 0 \text{ мм (для всех вариантов)};$$

$$d_2 = 230 \text{ мм};$$

$$\sigma_T = 34 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$l = 0,8d;$$

материал деталей – сталь 40.

1. Рассчитать наименьший натяг.

Принимаем:

коэффициент трения сцепления для сборки под прессом:

$$f_1, f_2 = 0,08;$$

модуль упругости для стали:  $E_1 = E_2 = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кгс/мм}^2$ ;

коэффициент Пуассона:  $\mu_1, \mu_2 = 0,3$ ;

коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$  определяем по формуле (27):

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{140}{230}\right)^2}{1 - \left(\frac{140}{230}\right)^2} + 0,3 = 2,48,$$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{0}{140}\right)^2}{1 - \left(\frac{0}{140}\right)^2} - 0,3 = 0,7.$$

Наименьший расчетный натяг определяем по формуле (26):

$$N_{\min.\text{расч}} = \frac{2 \cdot 4,2 \cdot 10^5}{3,14 \cdot 140 \cdot 112 \cdot 0,08} \cdot \left( \frac{2,48}{2,1 \cdot 10^4} + \frac{0,7}{2,1 \cdot 10^4} \right) = 0,032 \text{ мм.}$$

2. Рассчитать величину минимального функционального натяга.

Так как величина наименьшего расчетного натяга имеет небольшую величину, то предварительно принимаем, что отверстие будет изготавливаться по 7-му качеству, а вал – по 6-му качеству. В этом случае  $R_{z_1} = 12,5 \text{ мкм}$ ;  $R_{z_2} = 6,3 \text{ мкм}$  (табл. 18.2 прил. 18). Принимаем величину коэффициента  $k = 0,4$ . Поправку  $U$  для учета уменьшения посадочного натяга за счет смятия микронеровностей определяем по формуле (28):

$$U = 2 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{2,5 + 6,3} = 15 \text{ мкм.}$$

Наименьший функциональный натяг определяем по формуле (29):

$$N_{\min F} = 0,032 + 0,015 = 0,047 \text{ мм.}$$

### 3. Выбрать посадку с натягом.

С учетом величины минимального функционального натяга и выбранным значениям качества точности подбираем по ГОСТ 25347–82 ближайшую посадку, удовлетворяющую требованиям. Такой посадкой будет  $\varnothing 140 \frac{H7}{s6}$ , для которой  $N_{\min} = 52$  мкм,  $N_{\max} = 117$  мкм,  $N_m = 84,5$  мкм. Схема расположения полей допусков этой посадки приведена на рис. 17.

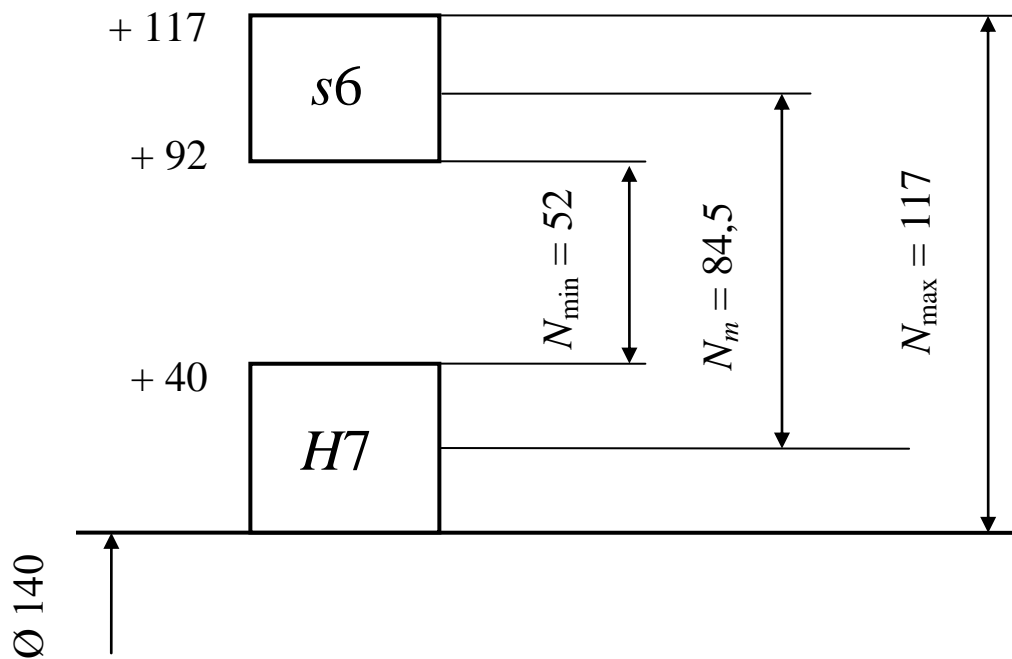


Рис. 17. Схема расположения полей допусков  $\varnothing 140 \frac{H7}{s6}$

### 4. Выполнить проверочный расчет.

Проверяем прочность соединяемых деталей при наибольшем табличном натяге  $N_{\max}$  т. Для этого по формуле (31) находим давление при указанном натяге:

$$P = \frac{0,117}{140 \cdot \left( \frac{2,48}{2,1 \cdot 10^4} + \frac{0,7}{2,1 \cdot 10^4} \right)} = 5,52 \text{ кгс/мм}^2.$$

По уравнению (32) находим допустимое давление на контактирующей поверхности втулки:

$$P_{\text{доп}} = 0,58\sigma_T \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2 \right] = 0,58 \cdot 34 \left[ 1 - \left( \frac{140}{230} \right)^2 \right] = 12,41 \text{ кгс/мм}^2.$$

По уравнению (33) находим допустимое давление на поверхности вала:

$$P_{\text{доп}} = 0,58\sigma_T \left[ 1 - \left( \frac{d_1}{d} \right)^2 \right] = 0,58 \cdot 34 \left[ 1 - \left( \frac{0}{140} \right)^2 \right] = 19,72 \text{ кгс/мм}^2.$$

Условие прочности деталей, которое заключается в отсутствии пластической деформации, выполняется, так как  $P < P_{\text{доп}}$ .

Сравнивая допустимое давление с давлением, возникающим при наибольшем табличном натяге, определяем запас прочности втулки и вала:

$$k_1 = 12,41/5,52 = 2,25; \quad k_2 = 19,72/5,52 = 3,57.$$



## ЗАДАНИЕ № 6 РЕШЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

По заданным номинальным значениям составляющих размеров размерной цепи  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ , номинальному значению замыкающего звена  $A_\Delta$  и допуску на него  $TA_\Delta$  определить допуски на составляющие размеры, решив прямую задачу двумя методами:

- методом на максимум-минимум;
- теоретико-вероятностным методом, если процент брака составляет 0,27 % и погрешности всех звеньев подчиняются закону нормального распределения.

После решения прямой задачи решить обратную задачу. В качестве исходных данных использовать заданные номинальные значения составляющих размеров размерной цепи  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ , номинальное значение замыкающего звена  $A_\Delta$  и допуски на составляющие размеры, полученные в результате решения прямой задачи методом максимума-минимума.

### Исходные данные:

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размер $A_1$ , мм	35	22	36	45	35	55	25	20	60	40
Размер $A_2$ , мм	4	4	16	15	5	8	10	10	20	5
Размер $A_3$ , мм	48	32	32	40	34	58	44	34	70	60
Размер $A_4$ , мм	2	5	9	9	5	8	10	10	9	4
Размер $A_5$ , мм	24	24	26	24	14	24	44	39	44	34
Размер $A_\Delta$ , мм	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Допуск размера $TA_\Delta$ , мм	0,5	0,8	0,7	1,0	1,2	1,5	0,6	1,7	2,0	1,3

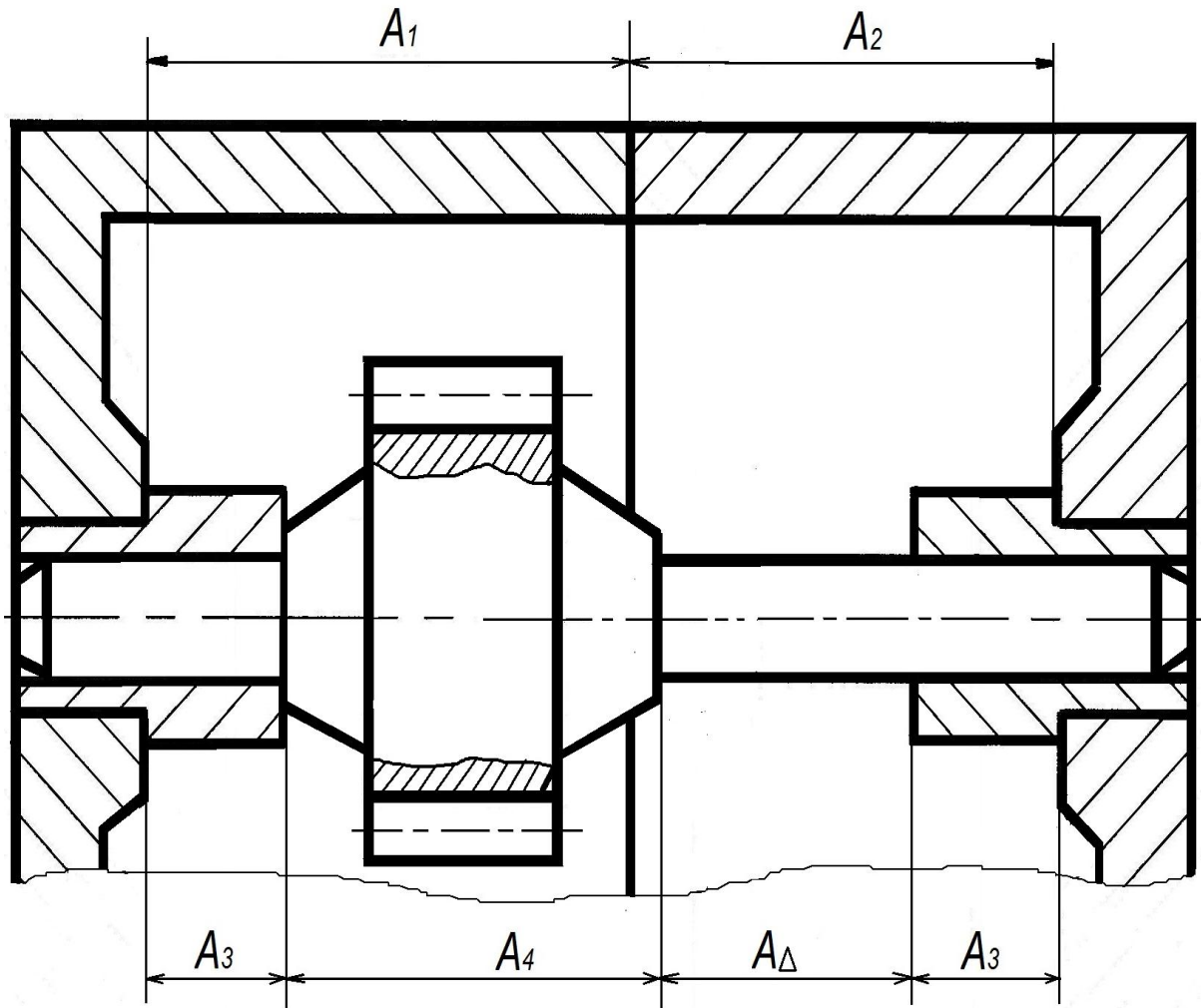


Рис. 18. Сборочный чертеж

### Методические указания к заданию № 6

#### Прямая задача

При решении прямой задачи целью расчета является определение допусков и предельных отклонений составляющих размеров по заданным номинальным размерам замыкающего звена.

Порядок расчета следующий:

1. Определить среднее число единиц допуска.

При решении методом максимума-минимума

$$a_m = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_{j=1}^{m=1} i_j}, \quad (34)$$

где  $TA_{\Delta}$  – допуск замыкающего звена, мкм;

$m$  – общее число звеньев размерной цепи.

При решении теоретико-вероятностным методом

$$a_m = \frac{TA_{\Delta}}{t_{\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{m=1} i_j^2 \lambda_j^2}}. \quad (35)$$

В знаменателе формул (34) и (35) приведена сумма единиц допусков составляющих размеров. Значения единиц допуска для размеров до 500 мм приведены в прил. 13.

Коэффициент риска  $t_{\Delta}$  выбирается в зависимости от принятого риска. Ряд значений коэффициента  $P$  приведен ниже.

Риск $P$ , %	32,00	10,00	4,50	1,00	0,27	0,110	0,01
Коэффициент	1,00	1,65	2,00	2,57	3,00	3,29	3,89

При нормальном законе распределения коэффициента  $\lambda_j^2 = 1/9$ , при законе распределения Симпсона (треугольника)  $\lambda_j^2 = 1/5$ , при законе равной вероятности  $\lambda_j^2 = 1/3$ .

2. В зависимости от значения  $a_m$  выбрать ближайший квалитет (прил. 14).

3. По ГОСТ 25346–89 (прил. 14) найти допуски составляющих звеньев. Для увеличивающих размеров отклонения назначаются как для основных отверстий (по  $H$ ). Для уменьшающих размеров отклонения назначаются как для основных валов (по  $h$ ).

Правильность решения прямой задачи проверить согласно

основному уравнению размерной цепи для соответствующего метода решения:

а) при решении методом максимума-минимума

$$\sum_{j=1}^{m=1} TA_j \leq TA_{\Delta}; \quad (36)$$

б) при решении теоретико-вероятностным методом

$$t_{\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{m=1} \lambda_j^2 \cdot TA_j^2} \leq TA_{\Delta}. \quad (37)$$

### Обратная задача

Решением обратной задачи проверяется степень рациональности простановки размеров на чертеже, а также правильность назначения допусков и предельных отклонений составляющих размеров при решении прямой задачи.

При решении задачи методом максимума-минимума порядок расчетов следующий:

1. Определить нормальный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n A_j \text{ уВ} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_j \text{ уМ}, \quad (38)$$

где  $n$  – число увеличивающих размеров;

$p$  – число уменьшающих размеров.

2. Определить предельные размеры замыкающего звена

$$A_{\Delta\max} = \sum_{j=1}^n A_j \text{ уВ}_{\max} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_j \text{ уМ}_{\min}, \quad (39)$$

$$A_{\Delta\min} = \sum_{j=1}^n A_j \text{ уВ}_{\min} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_j \text{ уМ}_{\max}, \quad (40)$$

3. Определить предельные отклонения замыкающего звена

$$ES(A_{\Delta}) = A_{\Delta \max} - A_{\Delta}; \quad (41)$$

$$EI(A_{\Delta}) = A_{\Delta \min} - A_{\Delta}. \quad (42)$$

4. Определить допуск замыкающего звена

$$TA_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n-1} TA_j. \quad (43)$$

При решении задачи теоретико-вероятностным методом порядок расчетов следующий:

1. Расчет нормального размера замыкающего звена производить по формуле (38).

2. Определить координату середины полей допусков составляющих звеньев

$$Ec(A_j) = \frac{1}{2} \cdot [ES(A_j) + EI(A_j)]. \quad (44)$$

3. Определить координату середины поля допуска замыкающего звена

$$Ec(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n Ec(A_j)_{ув} - \sum_{j=n+1}^{n+p} Ec(A_j)_{ум}. \quad (45)$$

4. Определить допуск замыкающего звена

$$TA_{\Delta} = t_{\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} \lambda_j^2 \cdot TA_j}. \quad (46)$$

5. Определить предельные отклонения замыкающего звена

$$ES(A_{\Delta}) = Es(A_{\Delta}) + \frac{TA_{\Delta}}{2}; \quad (47)$$

$$EI(A_{\Delta}) = Es(A_{\Delta}) - \frac{TA_{\Delta}}{2}. \quad (48)$$

6. Определить предельные размеры замыкающего звена

$$A_{\Delta\max} = A_{\Delta} + ES(A_{\Delta}); \quad (49)$$

$$A_{\Delta\min} = A_{\Delta} + EI(A_{\Delta}). \quad (50)$$

### Пример

1. Прямая задача.

Для сборочной единицы (рис. 18) по заданным номинальным значениям составляющих звеньев цепи и параметрам замыкающего звена  $A_1 = 130$  мм,  $A_2 = 15$  мм,  $A_3 = 15$  мм,  $A_4 = 189$  мм,  $A_5 = 90$  мм,  $A_{\Delta} = 1$ ,  $TA_{\Delta} = 0,560$  мм определить допуски составляющих звеньев.

Допуск замыкающего звена  $TA_{\Delta} = 0,56$  мм = 560 мкм.

Составить размерную цепь (рис. 19):

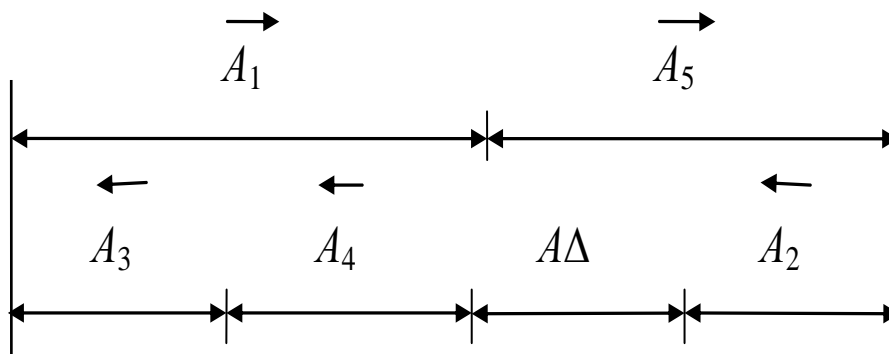


Рис. 19. Схема размерной цепи

1.1. Определить среднее число единиц допуска.

Выписать значения единиц допуска (прил. 13) для составляющих размеров размерной цепи (табл. 3).

Таблица 3

Значение единиц допуска для составляющих размеров

Размер	$A_1 = 130$	$A_2, A_3 = 15$	$A_4 = 189$	$A_5 = 90$
$i$ , мкм	2,52	1,08	2,90	2,17

а) при решении методом максимума-минимума по формуле (34):

$$a_m = \frac{560}{2,52 + 1,08 + 1,08 + 2,90 + 2,17} = 57,4;$$

б) при решении теоретико-вероятностным методом по формуле (35) принимаем  $P = 0,27 \%$ , для которого  $t_{\Delta} = 3,00$ ; закон распределения составляющих звеньев – нормальный, в этом случае

$$a_m = \frac{560}{3\sqrt{\frac{1}{9}(2,52^2 + 1,08^2 + 1,08^2 + 2,90^2 + 2,17^2)}} = 119,9.$$

1.2. Выбрать квалитеты точности и допуски для составляющих размеров.

Найденное число единиц допуска находится между 9-м и 10-м квалитетами при решении методом максимума-минимума и между 11-м и 12-м квалитетами при решении теоретико-вероятностным методом (прил. 14). Значения стандартных допусков и выбранных квалитетов для каждого метода приведены в табл. 4, 5.

Часть допусков назначается по более грубому квалитету, а часть – по более точному. Должны выполняться соотношения основных уравнений размерной цепи (36) и (37).

Таблица 4

Значения допусков составляющих звеньев размерной цепи  
при решении методом максимума-минимума

Звенья, мм	<i>IT</i> 9, мкм	<i>IT</i> 10, мкм	Квалитет	Размер, мм
$A_1 = 130$	100	160	<i>H</i> 10	$130^{+0,160}$
$A_2 = 15$	43	70	<i>h</i> 10	$15_{-0,070}$
$A_3 = 15$	43	70	<i>h</i> 10	$15_{-0,070}$
$A_4 = 189$	115	185	<i>h</i> 9	$189_{-0,115}$
$A_5 = 90$	87	140	<i>H</i> 10	$90^{+0,140}$

Таблица 5

Значения допусков составляющих звеньев размерной цепи  
при решении теоретико-вероятностным методом

Звенья, мм	<i>IT</i> 11, мкм	<i>IT</i> 12, мкм	Квалитет	Размер, мм
$A_1 = 130$	250	400	<i>H</i> 11	$130^{+0,250}$
$A_2 = 15$	110	180	<i>h</i> 11	$15_{-0,110}$
$A_3 = 15$	110	180	<i>h</i> 11	$15_{-0,110}$
$A_4 = 189$	290	460	<i>h</i> 11	$189_{-0,290}$
$A_5 = 90$	220	350	<i>H</i> 12	$90^{+0,350}$

### 1.3. Проверить правильность назначенных допусков.

Сравнение с заданным допуском замыкающего размера показывает правильность решения задачи:

$$\sum_{j=1}^{m-1} TA_j = 160 + 70 + 70 + 115 + 140 = 555 < TA_{\Delta} = 560;$$

$$t_{\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} TA_j^2} = 3 \sqrt{\frac{1}{9} (50^2 + 110^2 + 110^2 + 290^2 + 350^2)} =$$

$$= 542 \leq TA_{\Delta} = 560.$$

Из анализа табл. 4 и 5 видно, что применение теоретико-вероятностного метода расчета размерных цепей позволяет значительно расширить допуски на составляющие звенья при



ничтожно малом риске выхода размеров замыкающего звена за допустимые пределы.

## 2. Обратная задача

Определить предельные значения и допуск замыкающего звена  $A_{\Delta}$  (рис. 18) по заданным предельным размерам составляющих звеньев:

$$A_1 = 130H10, A_2 = 15h10, A_3 = 15h10, A_4 = 189H10, A_5 = 90H10.$$

$$A_1 = 130^{+0,160}, A_2 = 15_{-0,170}, A_3 = 15_{-0,170}, A_4 = 189_{-0,115}, A_5 = 90^{+0,140}.$$

Звенья  $A_1$  и  $A_5$  – увеличивающие, а звенья  $A_2$ ,  $A_3$  и  $A_4$  – уменьшающие.

Определить номинальный размер замыкающего звена по формуле (38):

$$A_{\Delta} = \underset{\sim}{\ominus}(30+90) \underset{\sim}{\ominus} \underset{\sim}{\ominus}(5+189+15) \underset{\sim}{\ominus} = 1 \text{ мм.}$$

### 2.1. Решение задачи методом максимума-минимума

2.1.1. Определить предельные размеры замыкающего звена по формулам (39) и (40):

$$A_{\Delta \max} = \underset{\sim}{\ominus}(30,160+90,140) \underset{\sim}{\ominus} \underset{\sim}{\ominus}(4,930+188,885+14,930) \underset{\sim}{\ominus} = 1,555 \text{ мм,}$$

$$A_{\Delta \min} = \underset{\sim}{\ominus}(30,0+90,0) \underset{\sim}{\ominus} \underset{\sim}{\ominus}(5+189,0+15) \underset{\sim}{\ominus} = 1,0 \text{ мм.}$$

2.1.2. Определить предельные отклонения замыкающего звена по формулам (41) и (42):

$$ES \underset{\sim}{\ominus} A_{\Delta} \underset{\sim}{\ominus} = 1,555 - 1 = 0,555 \text{ мм;}$$

$$EI \underset{\sim}{\ominus} A_{\Delta} \underset{\sim}{\ominus} = 1 - 1 = 0 \text{ мм.}$$

Таким образом, при решении задачи методом максимума-

минимума замыкающий размер при заданных номинальных размерах и предельных отклонениях составляющих размеров может быть выполнен с точностью  $1^{+0,555}$ .

### 2.1.3. Проверить правильность решения.

Правильность решения задачи можно проверить, определив по уравнению (43) допуск замыкающего звена:

$$TA_{\Delta} = 0,160 + 0,070 + 0,070 + 0,115 + 0,140 = 0,555 \text{ мм.}$$

## 2.2. Решение задачи теоретико-вероятностным методом

2.2.1. Определить координаты середины полей допусков составляющих звеньев по формуле (44):

$$Ec(A_1) = \frac{1}{2} (0,160 + 0) = 0,080 \text{ мм;}$$

$$Ec(A_2) = \frac{1}{2} (0 + (-0,070)) = -0,035 \text{ мм;}$$

$$Ec(A_3) = \frac{1}{2} (0 + (-0,070)) = -0,035 \text{ мм;}$$

$$Ec(A_4) = \frac{1}{2} (0 + 0,115) = 0,0575 \text{ мм;}$$

$$Ec(A_5) = \frac{1}{2} (0,140 + 0) = 0,070 \text{ мм.}$$

2.2.2. Определить координаты середины поля допуска замыкающего звена по формуле (45):

$$Ec(A_{\Delta}) = 0,080 + 0,070 - 0,035 - 0,035 + 0,0575 + 0,070 = 0,2775 \text{ мм.}$$

2.2.3. Определить допуск замыкающего звена по формуле (46).

При  $P = 0,27 \%$ ,  $t_{\Delta} = 3$  и нормальном законе распределения

составляющих звеньев  $\lambda_j^2 = 1/9$ :

$$TA_{\Delta} = 3\sqrt{\frac{1}{9} (0,160^2 + 0,070^2 + 0,070^2 + 0,115^2 + 0,140^2)} = 0,261 \text{ мм.}$$

2.2.4. Определить предельные отклонения замыкающего звена по формулам (47) и (48):

$$ES(A_{\Delta}) = 0,2775 + \frac{0,261}{2} = 0,408 \text{ мм;}$$

$$EI(A_{\Delta}) = 0,2775 - \frac{0,261}{2} = 0,147 \text{ мм.}$$

2.2.5. Определить предельные размеры замыкающего звена по формулам (49) и (50):

$$A_{\Delta \max} = 1,0 + 0,408 = 1,408 \text{ мм;}$$

$$A_{\Delta \min} = 1,0 + 0,147 = 1,147 \text{ мм.}$$

Решение размерной цепи теоретико-вероятностным методом показывает, что  $(100 - 0,27) \% = 99,73 \%$  размеров замыкающих звеньев выполняются с точностью  $1_{+0,147}^{+0,408}$  мм.

## ЗАДАНИЕ № 7 НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ШЛИЦЕВОГО СОПРЯЖЕНИЯ

Для заданного шлицевого сопряжения:

- по заданному виду центрирования выбрать поля допусков по  $d$ ,  $D$ ,  $b$ ;
- построить допуски и предельные размеры всех элементов сопряжения;
- изобразить шлицевое сопряжение в сборе, отдельно вал и втулку; произвести простановку размеров с предельными отклонениями и условными обозначениями посадок.

### Исходные данные:

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры шлицевого соединения $z \times d \times D$	6×28×34	8×36×42	8×52×60	10×82×88	6×16×20	8×42×48	6×18×22	8×46×50	10×28×35	16×56×65
Ширина $b$ , мм	7	7	10	12	4	8	5	9	4	5
Характер соединения	подвижное									

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид центрирования	$d$	$b$	$D$	$d$	$b$	$D$	$d$	$b$	$D$	$d$

## Методические указания к заданию № 7

Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зубьев определяются их назначением и принятой системой центрирования втулки относительно вала. Существует три способа центрирования: по внутреннему диаметру  $d$ , по наружному диаметру  $D$ , по боковым сторонам зубьев  $b$ .

Посадки назначают в зависимости от способа центрирования. Поскольку поверхности шлицевого соединения либо обеспечивают точность центрирования, либо не выполняют этой функции, то возникает необходимость отдельного нормирования точности каждой поверхности, когда она является центрирующей и когда она не является центрирующей.

Для центрирующих поверхностей посадки выбираются по табл. 15.1–15.3 прил. 15, в зависимости от способа центрирования.

Для нецентрирующих поверхностей посадки выбираются по табл. 15.4 прил. 15.

Предельные отклонения определяются по ГОСТ 25347–82 (см. прил. 2).

Построить схемы расположения полей допусков каждого из параметров шлицевого соединения.

### Пример:

Для подвижного шлицевого сопряжения  $6 \times 28 \times 34$  с видом центрирования –  $d$  выполнить действия, предусмотренные условиями задания № 7.

1. Выбрать поля допусков для параметров шлицевого сопряжения.

Выбираем поля допусков по ГОСТ 1139–80 (прил. 15):

для размера  $d$  –  $H7/e8$  (табл. 14.1); [7, с. 7, табл. 1]

для размера  $b$  –  $F8/f7$  (табл. 14.1); [7, с. 7, табл. 1]

для размера  $D$  –  $H12/a11$  (табл. 14.4). [7, с. 5, табл. 6]

Выбранное шлицевое соединение имеет следующее

обозначение:

$$d - 6 \times 28 \frac{H7}{e8} \times 34 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F8}{f7}.$$

2. Построить схемы расположения полей допусков для каждого из параметров сопряжения.

По ГОСТ 25347–82 (прил. 2) определить предельные отклонения размеров:

$$\text{отверстие } 28H7 = 28^{+0,021};$$

$$\text{отверстие } 34H12 = 34^{+0,250};$$

$$\text{вал } 28e8 = 28_{-0,073}^{-0,040};$$

$$\text{вал } 34a11 = 34_{-0,470}^{-0,310};$$

$$\text{ширина впадин отверстия } 7F8 = 7_{+0,013}^{+0,035};$$

$$\text{толщина зубьев вала } 7f7 = 7_{-0,028}^{-0,013}.$$

Схемы расположения полей допусков приведены на рис. 20.

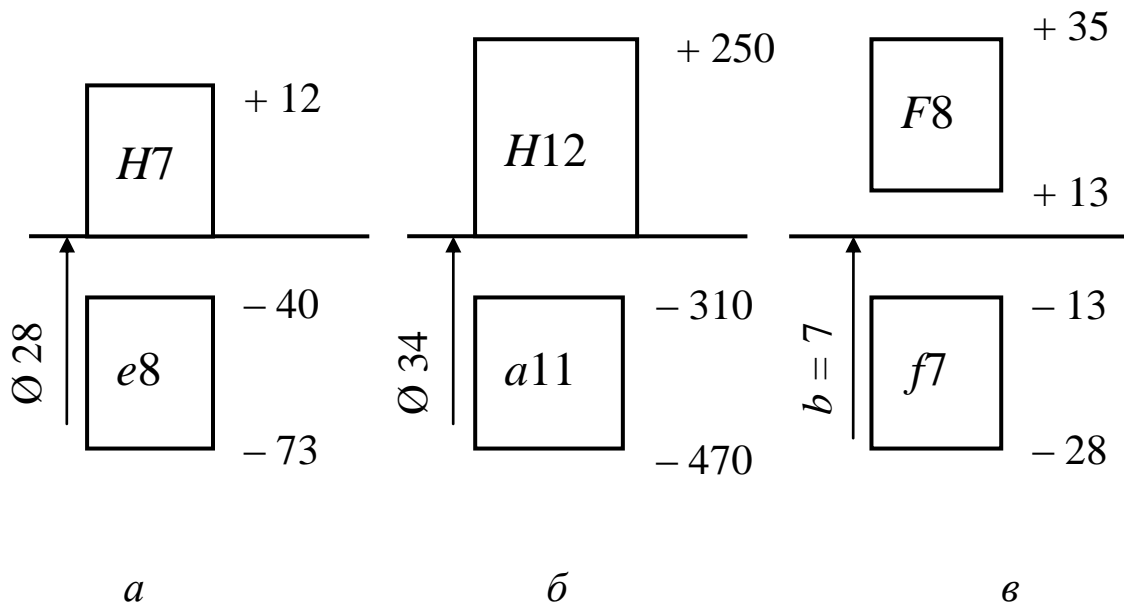


Рис. 20. Схемы расположения полей допусков параметров шлицевого соединения: *a* – внутренний диаметр; *б* – наружный диаметр; *в* – ширина зубьев

3. Определить предельные размеры и допуски всех элементов сопряжения.

Размер отверстия	$\varnothing 28H7$
Наибольший предельный размер	28,021 мм
Наименьший предельный размер	28,0 мм
Допуск на размер $TD$	0,021 мм

Размер отверстия	$\varnothing 34H12$
Наибольший предельный размер	34,250 мм
Наименьший предельный размер	34,0 мм
Допуск на размер $TD$	0,250 мм

Размер вала	$\varnothing 28e8$
Наибольший предельный размер	27,960 мм
Наименьший предельный размер	27,927 мм
Допуск на размер $Td$	0,033 мм

Размер вала	$\varnothing 34a11$
Наибольший предельный размер	33,690 мм
Наименьший предельный размер	33,530 мм
Допуск на размер $Td$	0,160 мм

Размер ширины впадины отверстия	$7F8$
Наибольший предельный размер	7,035 мм
Наименьший предельный размер	7,013 мм
Допуск на размер $TD$	0,022 мм

Размер толщины зубьев вала	$7f7$
Наибольший предельный размер	6,987 мм
Наименьший предельный размер	6,972 мм
Допуск на размер $Td$	0,015 мм

4. Нанести на эскизы обозначения размеров шлицевого соединения (рис. 21, 22).

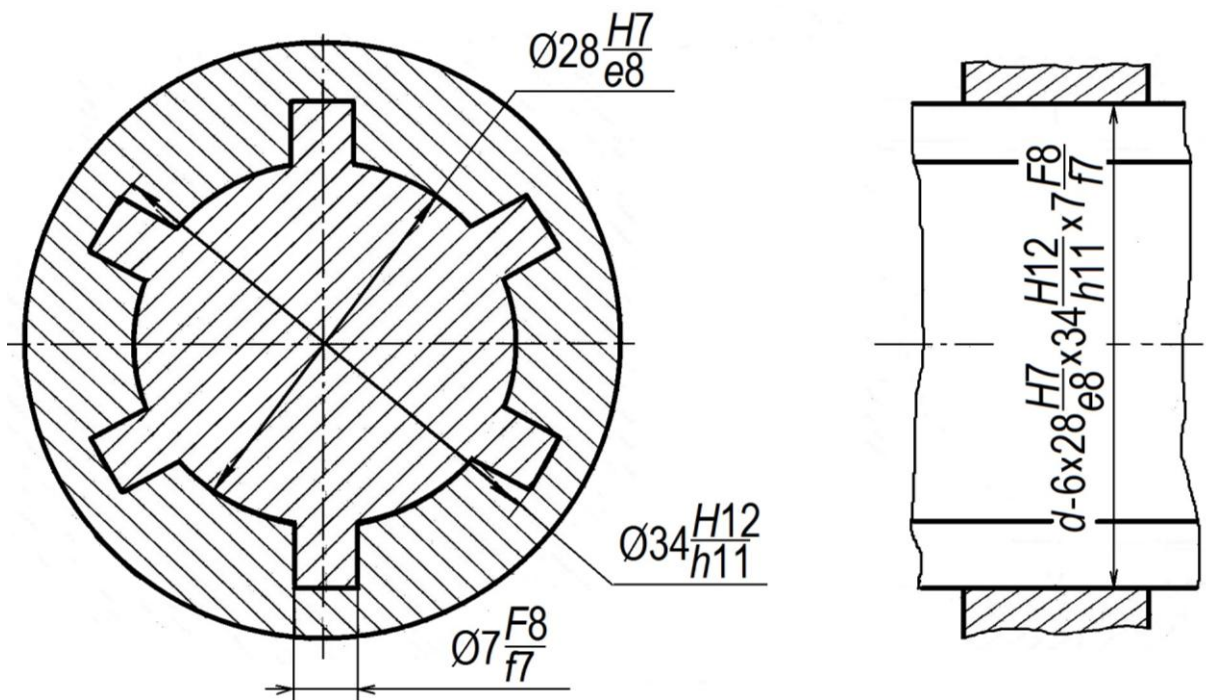
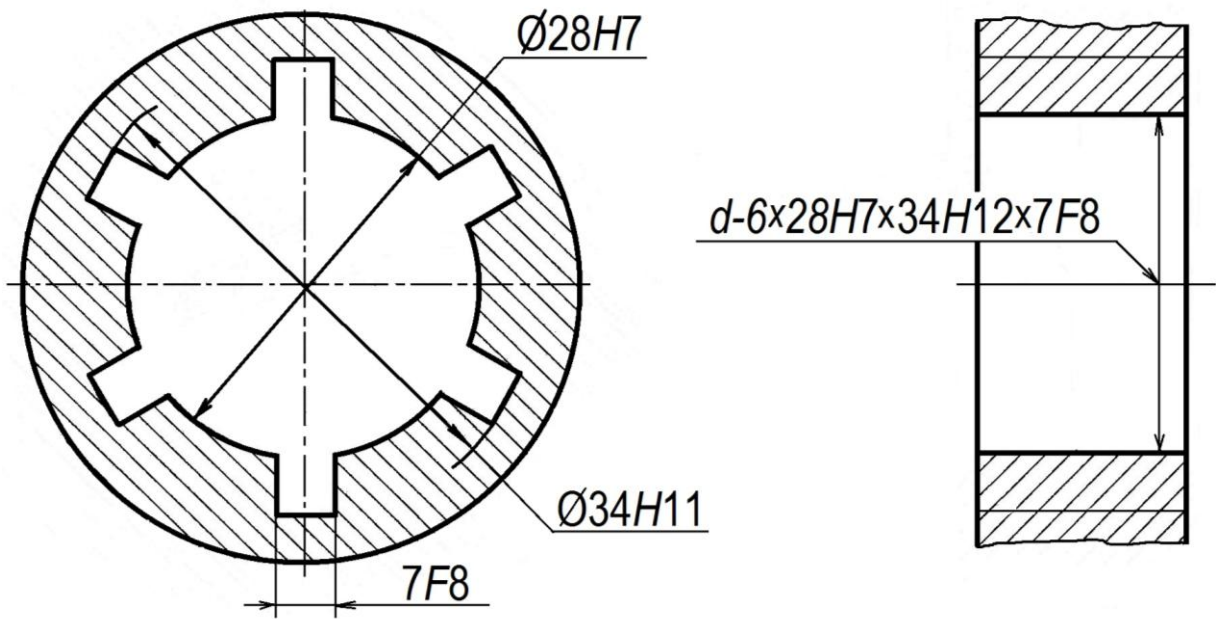
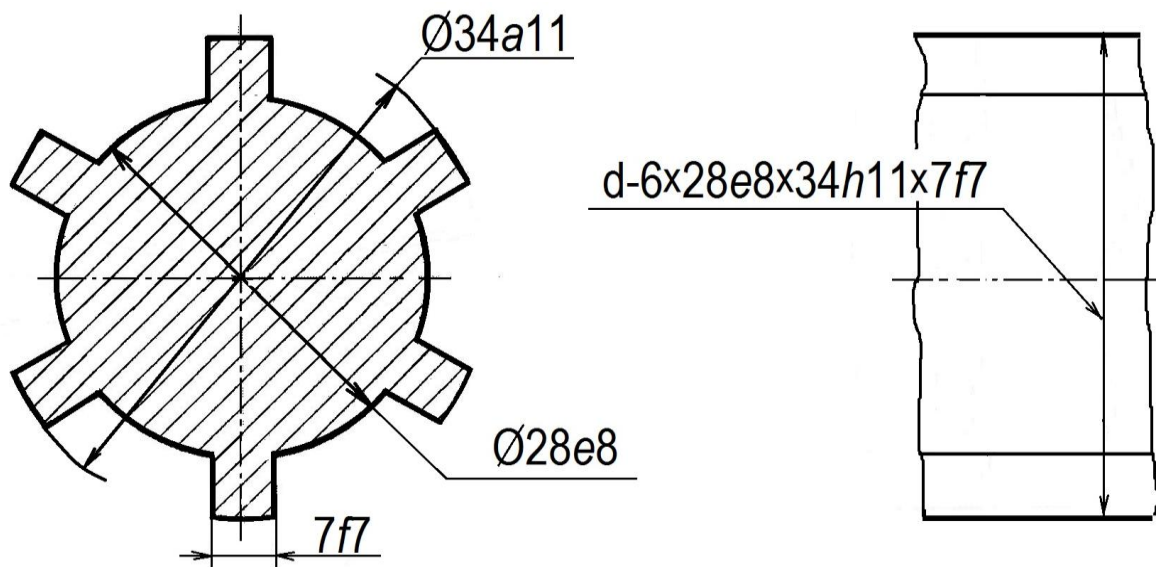


Рис. 21. Шлицевое соединение с прямоугольным профилем





a



б

Рис. 22. Детали шлицевого соединения с прямоугольным профилем: а – втулка; б – вал

## ЗАДАНИЕ № 8 НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ШПОНОЧНОГО СОПРЯЖЕНИЯ

- По заданному диаметру вала и длине ступицы:
- выбрать конструкцию элементов шпоночного сопряжения;
  - по виду соединения назначить поля допусков по всем параметрам шпоночного сопряжения;
  - построить схемы расположения полей допусков всех элементов шпоночного сопряжения с указанием предельных отклонений;
  - рассчитать предельные размеры каждого параметра;
  - изобразить соединение в сборе и отдельно вал и втулку с простановкой полей допусков.

### Исходные данные:

По *последней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l$ , мм	50	60	100	110	110	120	140	150	160	170
$d$ , мм	38	67	60	71	75	90	110	100	95	105

По *предпоследней* цифре номера варианта

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид соединения с деталью	Свободный	Нормальный	Плотный	Свободный	Нормальный	Плотный	Свободный	Нормальный	Плотный	Свободный

### Методические указания к заданию № 8

Размеры, допуски и посадки большинства типов шпонок и

пазов для них унифицированы. Для получения различных посадок призматических шпонок установлены поля допусков на ширину  $b$  шпонок, пазов валов и втулок.

Размеры элементов шпоночного соединения (ширина×высота) выбираются по прил. 16, в зависимости от диаметра вала. Длина шпонки выбирается в зависимости от длины ступицы вала  $l$  (на 5–10 мм меньше длины ступицы колеса, а затем выбирается ближайшее стандартное значение).

Длины шпонок должны выбираться из ряда (ГОСТ 23360–78): 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500 мм. Глубина пазов под шпонку и отклонения определяются согласно прил. 16.

Для ширины шпонки  $b$  назначается поле допуска  $h9$ . Для высоты  $h$  –  $h9$  (для шпонки высотой от 2 до 6 мм),  $h11$  (для шпонки высотой свыше 6 мм), для длины  $l_{\text{шп}}$  –  $h14$ .

Поля допусков для пазов вала и втулки задаются в зависимости от вида соединения. Выделено три вида соединения – свободное, нормальное, плотное. Поля допусков и предельные отклонения определяются по прил. 16, допуски для размеров  $(d - t_1)$  и  $(d + t_2)$  – по прил. 17.

### Пример:

Дано: шпонка призматическая, производство серийное, вид сопряжения – нормальный. Диаметр вала  $d = 36$  мм. Длина ступицы вала  $l = 80$  мм. Выполнить действия, предусмотренные условиями задания № 8.

1. Выбрать конструкцию элементов шпоночного сопряжения.

Согласно исходным данным номинальные значения элементов шпоночного сопряжения по ГОСТ 23360–78 (см. прил. 16) следующие:

$b = 10$  мм;  $h = 8$  мм;  $t_1 = 5$  мм;  $t_2 = 3,3$  мм; [14, с. 4, табл. 2]

Длина шпонки  $l_{\text{шп}} = 70$  мм. [14, с. 3, п. 3]

2. Назначить посадки и определить предельные отклонения для всех параметров шпоночного сопряжения.

Предельные отклонения размеров шпоночного сопряжения:

высота шпонки –  $8h11$  ( $8_{-0,090}$ );

ширина шпонки –  $10h9$  ( $10_{-0,038}$ );

длина шпонки –  $70h14$  ( $70_{-0,740}$ );

ширина паза втулки –  $10Js9$  ( $10_{\pm 0,018}$ );

длина паза вала под подшипник –  $70H15$  ( $70^{+1,200}$ );

ширина паза вала –  $10N9$  ( $10_{-0,036}$ );

глубина паза втулки –  $3,3^{+0,200}$ ;

глубина паза вала –  $5^{+0,200}$ ;

$(d - t_1) = 31_{-0,2}$  мм;

$(d + t_2) = 39,3^{+0,2}$  мм.

3. Построить схемы расположения полей допусков всех параметров шпоночного соединения (приведены на рис. 23, 24, 25, 26).

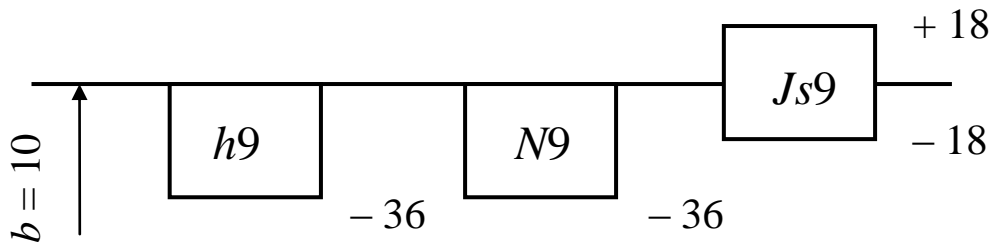


Рис. 23. Схема расположения полей допусков по ширине шпонки

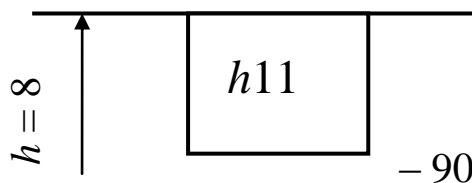


Рис. 24. Схема расположения полей допусков по высоте шпонки

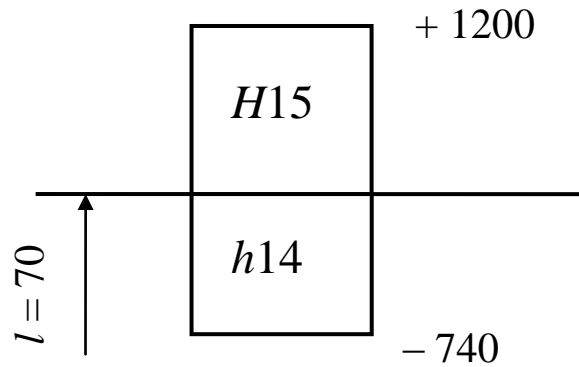


Рис. 25. Схема расположения полей допусков по длине шпонки

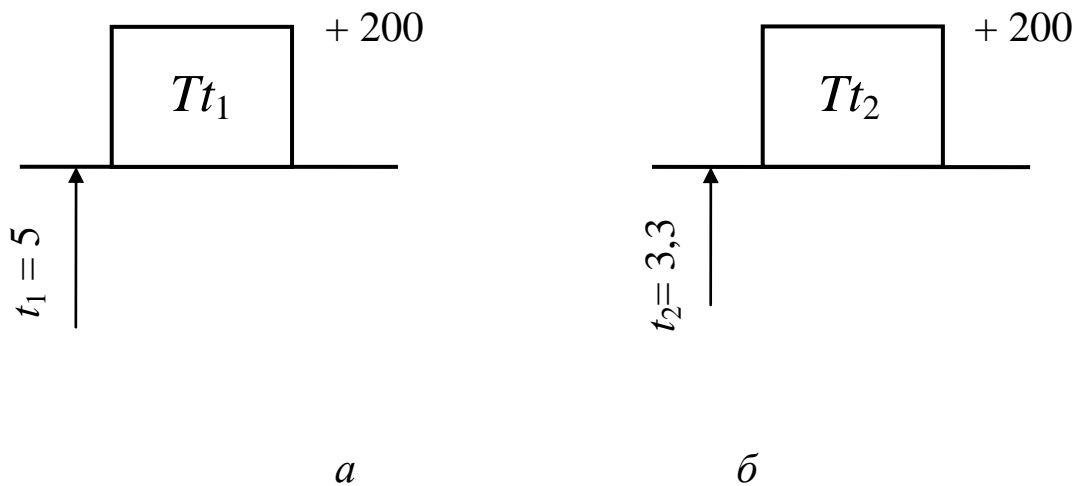


Рис. 26. Схема расположения полей допусков по глубине пазов:  
*a* – паз вала; *б* – паз втулки

4. Рассчитать предельные размеры и допуски каждого параметра сопряжения.

Ширина шпонки	$10h9$
Наибольший предельный размер	10 мм
Наименьший предельный размер	9,964 мм
Допуск на размер $Td$	0,036 мм

Ширина паза вала	10N9
Наибольший предельный размер	10 мм
Наименьший предельный размер	9,964 мм
Допуск на размер $TD$	0,036 мм
Ширина паза втулки	10J <sub>s</sub> 9
Наибольший предельный размер	10,018 мм
Наименьший предельный размер	9,982 мм
Допуск на размер $TD$	0,036 мм
Высота шпонки	8h11
Наибольший предельный размер	8 мм
Наименьший предельный размер	7,910 мм
Допуск на размер $Td$	0,090 мм
Длина шпонки	70h14
Наибольший предельный размер	70 мм
Наименьший предельный размер	69,260 мм
Допуск на размер $Td$	0,740 мм
Длина паза вала под шпонку	70H15
Наибольший предельный размер	70,200 мм
Наименьший предельный размер	71 мм
Допуск на размер $TD$	1,200 мм
Глубина паза вала под шпонку	5 <sup>+0,200</sup>
Наибольший предельный размер	5,200 мм
Наименьший предельный размер	5 мм
Допуск на размер $Td$	0,200 мм
Глубина паза втулки под шпонку	3,3 <sup>+0,200</sup>
Наибольший предельный размер	3,500 мм
Наименьший предельный размер	3,300 мм
Допуск на размер $Td$	0,200 мм

5. Нанести на эскиз обозначение параметров шпоночного сопряжения.

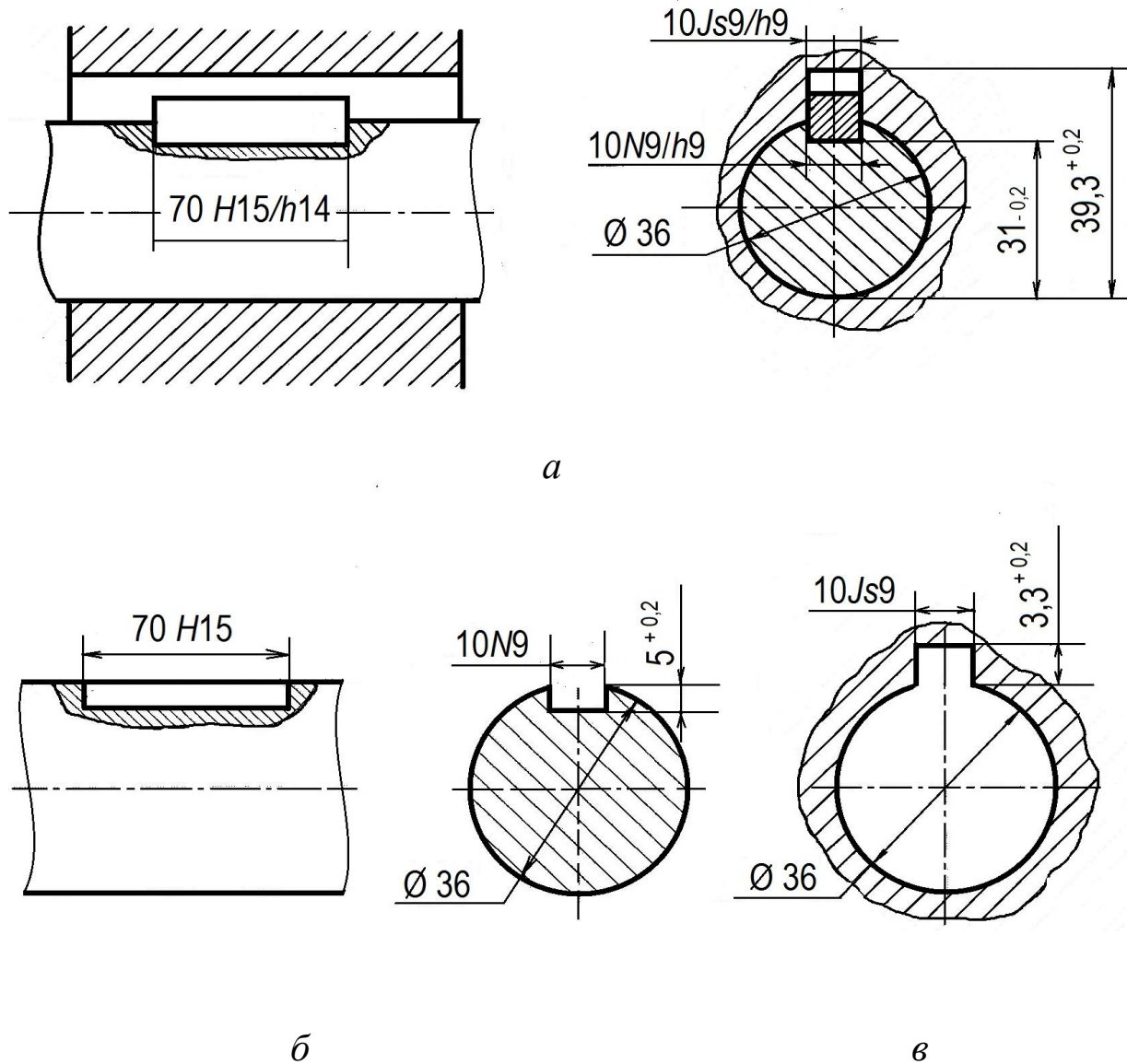


Рис. 27. Шпоночное соединение с призматической шпонкой:  
*a* – сборочный чертеж; *б* – вал; *в* – втулка

Замена посадок по системе ОСТ ближайшими посадками  
по ЕСДП при размерах от 1 до 500 мм

Система отверстий			Система вала		
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм
$A_1/Pr2_1$	$H6/s5$	От 1 до 500	—	—	—
$A_1/Pr1_1$	$H6/r5$				
$A_1/G_1$	$H6/p5$ $H6/n5$	От 1 до 3 От 1 до 500	$G_1/B_1$	$N6/h5$	От 1 до 500
$A_1/T_1$	$H6/n5$ $H6/m5$	От 1 до 3 От 1 до 500	$T_1/B_1$	$M6/h5$	
$A_1/H_1$	$H6/k5$	От 1 до 500	$H_1/B_1$	$K6/h5$	
$A_1/P_1$	$H6/j_5$		$P_1/B_1$	$J_5/h5$	
$A_1/C_1$	$H6/h5$		$C_1/B_1$	$H6/h5$	
$A_1/D_1$	$H6/g5$		$D_1/B_1$	$G6/h5$	
$A_1/X_1$	$H6/f6$		$X_1/B_1$	$F7/h5$	
$A/Gp$	$H7/u7$ $H7/t6$	От 1 до 500 Св. 24 до 500	$Gp/B$	$U8/h6$ $T7/h6$	
$A/Pr$	$H7/r7$ $H7/s6$	От 1 до 120 Св. 24 до 500	$Pr/B$	$R7/h6$ $S7/h6$	От 1 до 150 Св. 24 до 500
$A/PA$	$H7/p6$	От 1 до 120	—	—	—
	$H7/r6$	От 1 до 3 Св. 80 до 500			
$A/G$	$H7/p6$ $H7/n6$	От 1 до 3 Св. 1 до 500	$G/B$	$M7/h6$ $N7/h6$	От 1 до 3 Св. 1 до 500
$A/T$	$H7/n6$ $H7/m6$	От 1 до 3 Св. 1 до 500	$T/B$	$K7/h6$ $M7/h6$	От 1 до 3 Св. 1 до 500
$A/H$	$H7/k6$	От 1 до 500	$H/B$	$J_57/h6$ $K7/h6$	От 1 до 3 Св. 1 до 500



## Продолжение прил. 1

Система отверстий			Система вала				
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм		
<i>A/P</i>	<i>H7/j<sub>s</sub>6</i>	От 1 до 500	<i>P/B</i>	<i>J<sub>s</sub>7/h6</i>	От 1 до 500		
<i>A/C</i>	<i>H7/h6</i>		<i>C/B</i>	<i>H7/h6</i>			
<i>A/D</i>	<i>H7/g6</i>		<i>D/B</i>	<i>G7/h6</i>			
<i>A/X</i>	<i>H7/f6</i>		<i>X/B</i>	<i>F8/h6</i> <i>F7/h6</i>			
<i>A/L</i>	<i>H7/e8</i> <i>H7/e7</i>		<i>L/B</i>	<i>E8/h6</i>			
<i>A/Ш</i>	<i>H7/d8</i>		<i>Ш/B</i>	<i>D8/h6</i>			
<i>A/ТХ</i>	<i>H7/c8</i>		–	–			
<i>A<sub>2a</sub>/Пp2<sub>2a</sub></i>	<i>H8/u8</i>		От 1 до 500	<i>Пp2<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>U8/h7</i>	От 1 до 500
<i>A<sub>2a</sub>/Пp1<sub>2a</sub></i>	<i>H8/s7</i>			–		–	
<i>A<sub>2a</sub>/Г<sub>2a</sub></i>	<i>H8/n7</i>			<i>Г<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>N8/h7</i>	
<i>A<sub>2a</sub>T<sub>2a</sub></i>	<i>H8/m7</i>	<i>T<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>M8/h7</i>			
<i>A<sub>2a</sub>/H<sub>2a</sub></i>	<i>H8/k7</i>	<i>H<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>K8/h7</i>			
<i>A<sub>2a</sub>/П<sub>2a</sub></i>	<i>H8/j<sub>s</sub>7</i>	<i>П<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>J<sub>s</sub>8/h7</i>			
<i>A<sub>2a</sub>/C<sub>2a</sub></i>	<i>H8/h7</i>	<i>C<sub>2a</sub>/B<sub>2a</sub></i>		<i>H8/h7</i>			
<i>A<sub>2a</sub>/X<sub>2a</sub></i>	<i>H8/f8</i>	–		–			
<i>A<sub>3</sub>/Пp3<sub>3</sub></i>	<i>H8/z8</i> <i>H8/x8</i> <i>H8/u8</i>	От 18 до 100 От 50 до 500 От 225 до 500		–	–	–	
<i>A<sub>3</sub>/Пp2<sub>3</sub></i>	<i>H8/z8</i> <i>H8/x8</i> <i>H8/u8</i>	Св. 6 до 30 Св. 6 до 50 Св. 30 до 500					

Окончание прил. 1

Система отверстий			Система вала		
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по ГОСТ 25347–86	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм
$A_3/Пp1_3$	$H8/x8$ $H8/u8$ $H8/s7$	Св. 3 до 30 Св. 3 до 100 Св. 65 до 500	–	–	–
$A_3/C_3$	$H8/h8$ $H9/h8$ $H8/h9$ $H9/h9$	От 1 до 500	$C_3/B_3$	$H8/h8$ $H9/h8$ $H8/h9$ $H9/h9$	От 1 до 500
$A_3/X_3$	$H9/f8$ $H8/f9$ $H9/f9$ $H9/e8$ $H8/e9$		$X_3/B_3$	$F9/h8$ $F8/h9$ $F9/h9$ $E9/h8$ $E8/h9$	
$A_3/Ш_3$	$H9/d9$ $H8/d9$ $H9/d10$		$Ш_3/B_3$	$D9/h9$ $D9/h8$ $D10/h8$	
$A_{3a}/Пp1_3$	$H10/h10$		$C_{3a}/B_{3a}$	$H10/h10$	
$A_3/C_{3a}$	$H11/h11$		$C_4/B_4$	$H11/h11$	
$A_4/X_4$	$H11/d11$		$X_4/B_4$	$D11/h11$	
$A_4/Л_4$	$H11/b11$		От 1 до 500	$Л_4/B_4$	
	$H11/c11$	От 1 до 18 Св. 160 до 500	$C11/h11$		От 1 до 18 Св. 160 до 500
$A_4/Ш_4$	$H11/a11$	От 1 до 500	$Ш_4/B_4$	$A11/h11$	От 1 до 500
	$H11/b11$	От 1 до 18 Св. 200 до 500		$B11/h11$	От 1 до 18 Св. 200 до 500
$A_5/C_5$	$H12/h12$	От 1 до 500	$C_5/B_5$	$H12/h12$	От 1 до 500
$A_5/X_5$	$H12/b12$		$X_5/B_5$	$B12/h12$	

## Предельные отклонения валов от 1 до 500 мм

Интервал размеров, мм	Поля допусков 4-го и 5-го квалитетов							
	<i>g4</i>	<i>h4</i>	<i>js4</i>	<i>k4</i>	<i>m4</i>	<i>n4</i>	<i>g5</i>	<i>h5</i>
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	-2	0	+1,5	+3	+5	+7	-2	0
	-5	-3	-1,5	0	+2	+4	-6	-4
Св. 3 до 6	-4	0	+2	+5	+8	+12	-4	0
	-8	-4	-2	+1	+4	+8	-9	-5
Св. 6 до 10	-5	0	+2	+5	+10	+14	-5	0
	-9	-4	-2	+1	+6	+10	-11	-6
Св. 10 до 18	-6	0	+2,5	+6	+12	+17	-6	0
	-11	-5	-2,5	+1	+7	+12	-14	-8
Св. 18 до 30	-7	0	+3	+8	+14	+21	-7	0
	-13	-6	-3	+2	+8	+15	-16	-9
Св. 30 до 50	-9	0	+3,5	+9	+16	+24	-9	0
	-16	-7	-3,5	+2	+9	+17	-20	-11
Св. 50 до 80	-10	0	+4	+10	+19	+28	-10	0
	-18	-8	-4	+2	+11	+20	-23	-13
Св. 80 до 120	-12	0	+5	+13	+23	+33	-12	0
	-22	-10	-5	+3	+13	-23	-27	-15
Св. 120 до 180	-14	0	+6	+15	+27	+39	-14	0
	-26	-12	-6	+3	+15	+27	-32	-18
Св. 180 до 250	-15	0	+7	+18	+31	+45	-15	0
	-29	-14	-7	+4	+17	+31	-35	-20
Св. 250 до 315	-17	0	+8	+20	+36	+50	-17	0
	-33	-16	-8	+4	+20	+34	-40	-23
Св. 315 до 400	-18	0	+9	+22	+39	+55	-18	0
	-36	-18	-9	+4	+21	+37	-43	-25
Св. 400 до 500	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0
	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27
Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 5-го квалитета							
	<i>js5</i>	<i>k5</i>	<i>m5</i>	<i>n5</i>	<i>p5</i>	<i>r5</i>	<i>s5</i>	
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	+2	+4	+6	+8	+10	+14	+18	
	-2	0	+2	+4	+6	+10	+14	
Св. 3 до 6	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24	
	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19	
Св. 6 до 10	+3	+7	+12	+16	+21	+25	+29	
	-3	+1	+6	+10	+15	+19	+23	

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Св. 10 до 18	+4	+9	+15	+20	+26	+31	+36
	-4	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Св. 18 до 30	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Св. 30 до 50	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Св. 50 до 65						+54	+66
Св. 65 до 80	+6,5	+15	+24	+33	+45	+41	+53
	-6,5	+2	+11	+20	+32	+56	+72
Св. 80 до 100						+43	+59
Св. 80 до 100	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66	+86
	-7,5	+3	+13	+23	+37	+51	+71
Св. 100 до 120						+69	+94
						+54	+79
Св. 120 до 140						+81	+110
Св. 140 до 160	+9	+21	+33	+45	+61	+63	+92
	-9	+3	+15	+27	+43	+83	+118
Св. 160 до 180						+65	+100
						+86	+126
Св. 180 до 200						+68	+108
						+97	+142
Св. 200 до 225	+10	+24	+37	+51	+70	+77	+122
	-10	+4	+17	+31	+50	+100	+150
Св. 225 до 250						+80	+130
						+104	+160
Св. 250 до 280	+11,5	+27	+43	+57	+79	+84	+140
	-11,5	+4	+20	+34	+56	+117	+181
Св. 280 до 315						+94	+158
						+121	+193
Св. 315 до 355	+12,5	+29	+46	+62	+87	+98	+170
	-12,5	+4	+21	+37	+62	+133	+215
Св. 355 до 400						+108	+190
						+139	+233
Св. 400 до 450	+13,5	+32	+50	+67	+95	+114	+208
	-13,5	+5	+23	+40	+68	+153	+259
Св. 450 до 500						+126	+232
						+159	+279
						+132	+252

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 6-го качества							
	<i>f6</i>	<i>g6</i>	<i>h6</i>	<i>js6</i>	<i>k6</i>	<i>m6</i>	<i>n6</i>	<i>p6</i>
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	-6	-2	0	+3	+6	+8	+10	+12
	-12	-8	-6	-3	0	+2	+4	+6
Св. 3 до 6	-10	-4	0	+4	+9	+12	+16	+20
	-18	-12	-8	-4	+1	+4	+8	+12
Св. 6 до 10	-13	-5	0	+4,5	+10	+15	+19	+24
	-22	-14	-9	-4,5	+1	+6	+10	+15
Св. 10 до 18	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29
	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18
Св. 18 до 30	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35
	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22
Св. 30 до 50	-25	-9	0	+8	+18	+25	+33	+42
	-41	-25	-16	-8	+2	+9	+17	+26
Св. 50 до 80	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51
	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32
Св. 80 до 120	-36	-2	0	+11	+25	+35	+45	+59
	-58	-34	-22	-11	+3	+13	+23	+37
Св. 120 до 180	-43	-14	0	+12,5	+28	+40	+52	+68
	-68	-39	-25	-12,5	+3	+15	+27	+43
Св. 180 до 250	-50	-15	0	+14,5	+33	+46	+60	+79
	-79	-4	-29	-14,5	+4	+17	+31	+50
Св. 250 до 315	-56	-17	0	+16	+36	+52	+66	+88
	-88	-49	-32	-16	+4	+20	+34	+56
Св. 315 до 400	-62	-18	0	+18	+40	+57	+73	+98
	-98	-54	-36	-18	+4	+21	+37	+62
Св. 400 до 500	-68	-20	0	+20	+45	+63	+80	+108
	-108	-60	-40	-20	+5	+23	+40	+68
Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 6-го и 7-го качеств							
	<i>r6</i>	<i>s6</i>	<i>t6</i>	<i>e7</i>	<i>f7</i>	<i>h7</i>	<i>js7</i>	<i>k7</i>
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	+16	+20	-	-14	-6	0	+5	+10
	+10	+14	-	-24	-16	-10	-5	0
Св. 3 до 6	+23	+27	-	-20	-10	0	+6	+13
	+15	+19	-	-32	-22	-12	-6	+1
Св. 6 до 10	+28	+32	-	-25	-13	0	+7	+16
	+19	+23	-	-40	-28	-15	-7	+1

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Св. 10 до 18	+34 +23	+39 +28	–	–32 –50	–16 –34	0 –18	+9 –9	+19 +1
Св. 18 до 24	+41 +28	+48 +35	–	–40	–20	0	+10	+23
Св. 24 до 30			+54 +41	–61	–41	–21	–10	+2
Св. 30 до 40	+50 +34	+59 +43	+64 +48	–50	–25	0	+12	+27
Св. 40 до 50			+70 +54	–75	–50	–25	–12	+2
Св. 50 до 65	+60 +41	+72 +53	+85 +65	–60	–30	0	+15	+32
Св. 65 до 80	+62 +43	+78 +59	+94 +75	–90	–60	–30	–15	+2
Св. 80 до 100	+73 +51	+93 +71	+113 +91	–72	–36	0	+17	+38
Св. 100 до 120	+76 +54	+101 +79	+126 +104	–107	–71	–35	–17	+3
Св. 120 до 140	+88 +63	+117 +92	+147 +122	–85 –125	–43 –83	0 –40	+20 –20	+43 +3
Св. 140 до 160	+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	–100 –146	–50 –96	0 –46	+23 –23	+50 +4
Св. 200 до 225	+109 +80	+159 +130	+209 +180					
Св. 225 до 250	+113 +84	+169 +140	+225 +196					
Св. 250 до 280	+126 +94	+190 +158	+250 +218	–110	–56	0	+26	+56
Св. 280 до 315	+130 +98	+202 +170	+272 +240	–162	–108	–52	–26	+4
Св. 315 до 355	+144 +108	+226 +190	+304 +268	–125	–62	0	+28	+61
Св. 355 до 400	+150 +114	+244 +208	+330 +294	–182	–119	–57	–28	+4
Св. 400 до 450	+166 +126	+272 +232	+370 +330	–135	–68	0	+31	+68
Св. 450 до 500	+172 +132	+292 +252	+400 +360	–198	–131	–63	–31	+5

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов 7-го и 8-го квалитетов								
	<i>m7</i>	<i>n7</i>	<i>s7</i>	<i>u7</i>	<i>c8</i>	<i>d8</i>	<i>e8</i>	<i>f8</i>	
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм								
От 1 до 3	–	+14 +4	+24 +14	+28 +18	–60 –74	–20 –34	–14 –28	–6 –20	
Св. 3 до 6	+16 +4	+20 +8	+31 +19	+35 +23	–70 –88	–30 –48	–20 –38	–10 –28	
Св. 6 до 10	+21 +6	+25 +10	+38 +23	+43 +28	–80 –102	–40 –62	–25 –47	–13 –35	
Св. 10 до 18	+25 +7	+30 +12	+46 +28	+51 +33	–95 –122	–50 –77	–32 –59	–16 –43	
Св. 18 до 24	+29 +8	+36 +15	+56 +35	+62 +41	–110 –143	–65 –98	–40 –73	–20 –53	
Св. 24 до 30				+69 +48					
Св. 30 до 40	+34 +9	+42 +17	+68 +43	+85 +60	–120 –159	–80 –119	–50 –89	–25 –64	
Св. 40 до 50				+95 +70					–130 –169
Св. 50 до 65	+41 +11	+50 +20	+83 +53	+117 +87	–140 –186	–100 –146	–60 –106	–30 –76	
Св. 65 до 80			+89 +59	+132 +102					–150 –196
Св. 80 до 100	+48 +13	+58 +23	+106 +71	+159 +124	–170 –224	–120 –174	–72 –126	–36 –90	
Св. 100 до 120			+114 +79	+179 +144					–180 –234
Св. 120 до 140	+55 +15	+67 +27	+132 +92	+210 +170	–200 –263	–145 –208	–85 –148	–43 –106	
Св. 140 до 160			+140 +100	+230 +190					–210 –273
Св. 160 до 180			+148 +108	+250 +210					–230 –293
Св. 180 до 200	+63 +17	+77 +31	+168 +122	+282 +236	–240 –312	–170 –242	–100 –172	–50 –122	
Св. 200 до 225			+176 +130	+304 +258					–260 –332
Св. 225 до 250			+186 +140	+330 +284					–280 –352





Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Св. 120 до 140		+233 +170	+311 +248	+428 +365				
Св. 140 до 160	0 -63	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100
Св. 160 до 180		+273 +210	+373 +310	+528 +465				
Св. 180 до 200		+308 +236	+422 +350	+592 +520				
Св. 200 до 225	0 -72	+330 +258	+457 +385	+647 +575	-170 -285	-100 -215	-50 -165	0 -115
Св. 225 до 250		+356 +284	+497 +425	+712 +640				
Св. 250 до 280	0	+396 +315	+556 +475	+791 +710	-190 -320	-110 -240	-56 -186	0 -130
Св. 280 до 315	-81	+431 +350	+606 +525	+871 +790				
Св. 315 до 355	0	+479 +390	+679 +590	+989 +900	-210 -350	-125 -265	-62 -202	0 -140
Св. 355 до 400	-89	+524 +435	+749 +660	+1089 +1000				
Св. 400 до 450	0	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	-230 -385	-135 -290	-68 -223	0 -155
Св. 450 до 500	-97	+637 +540	+917 +820	+1347 +1250				
Интервал размеров, мм	Поля допусков валов с 10-го по 12-й квалитеты							
	<b>d10</b>	<b>h10</b>	<b>a11</b>	<b>b11</b>	<b>c11</b>	<b>d11</b>	<b>h11</b>	<b>b12</b>
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	-20	0	-270	-140	-60	-20	0	-140
	-60	-40	-330	-200	-120	-80	-60	-240
Св. 3 до 6	-30	0	-270	-140	-70	-30	0	-140
	-78	-48	-345	-215	-145	-105	-75	-260
Св. 6 до 10	-40	0	-280	-150	-80	-40	0	-150
	-98	-58	-370	-240	-170	-130	-90	-300
Св. 10 до 18	-50	0	-290	-150	-95	-50	0	-150
	-120	-70	-400	-260	-205	-160	-110	-330
Св. 18 до 30	-65	0	-300	-160	-110	-65	0	-160
	-149	-84	-430	-290	-240	-195	-130	-370
Св. 30 до 40	-80	0	-310	-170	-120	-80	0	-170
	-180	-100	-470	-330	-280	-240	-160	-420
Св. 40 до 50			-320	-180	-130			-180
			-480	-340	-290			-430

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.1

Св. 50 до 65	-100	0	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100	0	-190 -490
Св. 65 до 80	-220	-120	-360 -550	-200 -390	-150 -340	-290	-190	-200 -500
Св. 80 до 100	-120	0	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120	0	-220 -570
Св. 100 до 120	-260	-140	-410 -630	-240 -460	-180 -400	-340	-220	-240 -590
Св. 120 до 140			-460 -710	-260 -510	-200 -450			-260 -660
Св. 140 до 160	-145 -305	0 -160	-520 -770	-280 -530	-210 -460	-145 -395	0 -250	-280 -680
Св. 160 до 180			-580 -830	-310 -560	-230 -480			-310 -710
Св. 180 до 200			-660 -950	-340 -630	-240 -530			-340 -800
Св. 200 до 225	-170 -355	0 -185	-740 -1030	-380 -670	-260 -550	-170 -460	0 -290	-380 -840
Св. 225 до 250			-820 -1110	-420 -710	-280 -570			-420 -880
Св. 250 до 280	-190 -400	0 -210	-920 -1240	-480 -800	-300 -620	-190 -510	0 -320	-480 -1000
Св. 280 до 315			-1050 -1370	-540 -860	-330 -650			-540 -1060
Св. 315 до 355	-210	0	-1200 -1560	-600 -960	-360 -720	-210	0	-600 -1170
Св. 355 до 400	-440	-230	-1350 -1710	-680 -1040	-400 -760	-570	-360	-680 -1250
Св. 400 до 450	-230	0	-1500 -1900	-760 -1160	-440 -840	-230	0	-760 -1390
Св. 450 до 500	-480	-250	-1650 -2050	-840 -1240	-480 -880	-630	-400	-840 -1470
Интервал размеров, мм	Поля допусков валов с 12-го по 17-й квалитеты							
	<b><i>h12</i></b>	<b><i>js12</i></b>	<b><i>h13</i></b>	<b><i>h14</i></b>	<b><i>h15</i></b>	<b><i>h16</i></b>	<b><i>h17</i></b>	
	Верхние ( <i>es</i> ) и нижние ( <i>ei</i> ) отклонения, мкм							
От 1 до 3	0 -100	+50 -50	0 -140	0 -250	0 -400	0 -600	0 -1000	
Св. 3 до 6	0 -120	+60 -60	0 -180	0 -300	0 -480	0 -750	0 -1200	

Продолжение прил. 2  
Окончание табл. 2.1

Св. 6 до 10	0 -150	+75 -75	0 -220	0 -360	0 -580	0 -900	0 -1500
Св. 10 до 18	0 -180	+90 -90	0 -270	0 -430	0 -700	0 -1100	0 -1800
Св. 18 до 30	0 -210	+105 -105	0 -330	0 -520	0 -840	0 -1300	0 -2100
Св. 30 до 50	0 -250	+125 -125	0 -390	0 -620	0 -1000	0 -1600	0 -2500
Св. 50 до 80	0 -300	+150 -150	0 -460	0 -740	0 -1200	0 -1900	0 -3000
Св. 80 до 120	0 -350	+175 -175	0 -540	0 -870	0 -1400	0 -2200	0 -3500
Св. 120 до 180	0 -400	+200 -200	0 -630	0 -1000	0 -1600	0 -2500	0 -4000
Св. 180 до 200							
Св. 200 до 225	0 -460	+230 -230	0 -720	0 -1150	0 -1850	0 -2900	0 -4600
Св. 225 до 250							
Св. 250 до 280	0	+260	0	0	0	0	0
Св. 280 до 315	-520	-260	-810	-1300	-2100	-3200	-5200
Св. 315 до 355	0	+285	0	0	0	0	0
Св. 355 до 400	-570	-285	-890	-1400	-2300	-3600	-5700
Св. 400 до 450	0	+315	0	0	0	0	0
Св. 450 до 500	-630	-315	-970	-1550	-2500	-4000	-6300

Продолжение прил. 2

Таблица 2.2

## Предельные отклонения отверстий от 1 до 500 мм

Интервал размеров, мм	Поля допусков 5-го и 6-го квалитетов												
	<i>G5</i>	<i>H5</i>	<i>J<sub>s</sub>5</i>	<i>K5</i>	<i>M5</i>	<i>N5</i>	<i>G6</i>	<i>H6</i>	<i>J<sub>s</sub>6</i>	<i>K6</i>	<i>M6</i>	<i>N6</i>	<i>P6</i>
	Верхние ( <i>ES</i> ) и нижние ( <i>EI</i> ) отклонения, мкм												
От 1 до 3	+6	+4	+2,0	0	-2	-4	+8	+6	+3,0	0	-2	-4	-6
	+2	0	-2,0	-4	-6	-8	+2	0	-3,0	-6	-8	-10	-12
Св. 3 до 6	+9	+5	+2,5	0	-3	-7	+12	+8	+4,0	+2	-1	-5	-9
	+4	0	-2,5	-5	-8	-12	+4	0	-4,0	-6	-9	-13	-17
Св. 6 до 10	+11	+6	+3,0	+1	-4	-8	+14	+9	+4,5	+2	-3	-7	-12
	+5	0	-3,0	-5	-10	-14	+5	0	-4,5	-7	-12	-16	-21
Св. 10 до 18	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15
	+6	0	-4,0	-6	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	-25
Св. 18 до 30	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
Св. 30 до 50	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	-21
	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
Св. 50 до 80	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45
Св. 80 до 120	+27	+15	+7,5	+2	-8	-18	+34	+22	+11,0	+4	-6	-16	30
	+12	0	-7,5	-13	-23	-33	+12	0	-11,0	-18	-28	-38	-52
Св. 120 до 180	+32	+18	+9,0	+3	-9	-21	+39	+25	+12,5	+4	-8	-20	-36
	+14	0	-9,0	-15	-27	-39	+14	0	-12,5	-21	-33	-45	-61
Св. 180 до 250	+35	+20	+10,0	+2	-11	-25	+44	+29	+14,5	+5	-8	-22	-41
	+15	0	-10,0	-18	-31	-45	+15	0	-14,5	-24	-37	-51	-70
Св. 250 до 315	+40	+23	+11,5	+3	-13	-27	+49	+32	+16,0	+5	-9	-25	-47
	+17	0	-11,5	-20	-36	-50	+17	0	-16,0	-27	-41	-57	-79
Св. 315 до 400	+41	+25	+12,5	+3	-14	-30	+54	+36	+18,0	+7	-10	-26	-51
	+18	0	-12,5	-22	-39	-55	+18	0	-18,0	-29	-46	-62	-87
Св. 400 до 500	+47	+27	+13,5	+2	-16	-33	+60	+40	+20,0	+8	-10	-27	-55
	+20	0	-13,5	-25	-43	-60	+20	0	-20,0	-32	-50	-67	-95

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.2

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 7-го качества										
	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>J<sub>s</sub>7</i>	<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>T7</i>
	Верхние ( <i>ES</i> ) и нижние ( <i>EI</i> ) отклонения, мкм										
От 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -10	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-
Св. 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-
Св. 6 до 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-
Св. 10 до 18	+34 +16	+24 +6	+10 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-
Св. 18 до 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-
Св. 24 до 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
Св. 30 до 40	+50	+34	+25	+12	+7	0	-8	-17	-25	34	-39 -64
Св. 40 до 50	+25	+9	0	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-45 -70
Св. 50 до 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	21	-30 -60	-42 -72	-55 -85
Св. 65 до 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-32 -62	-48 -78	-64 -94
Св. 80 до 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38 -73	-58 -93	-78 -113
Св. 100 до 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-41 -76	-66 -101	-91 -126
Св. 120 до 140									-48 -88	-77 -117	-107 -147
Св. 140 до 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50 -90	-85 -125	-119 -159
Св. 160 до 180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
Св. 180 до 200									-60 -106	-105 -151	-149 -195
Св. 200 до 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -24	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63 -109	-113 -159	-163 -209
Св. 225 до 250									-67 -113	-123 -169	-179 -225

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.2

Св. 250 до 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-198
Св. 280 до 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-250
Св. 315 до 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-78	-150	-220
Св. 355 до 400	+62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-130	-202	-272
Св. 400 до 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-87	-169	-247
Св. 450 до 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-144	-226	-304
									-93	-187	-273
									-150	-244	-330
									-103	-209	-307
									-166	-272	-370
									-109	-229	-337
									-172	-292	-400
Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 8-го и 9-го квалитетов										
	<b>D8</b>	<b>E8</b>	<b>F8</b>	<b>H8</b>	<b>J<sub>S</sub>8</b>	<b>K8</b>	<b>M8</b>	<b>N8</b>	<b>U8</b>	<b>D9</b>	<b>E9</b>
	Верхние ( <i>ES</i> ) и нижние ( <i>EI</i> ) отклонения, мкм										
От 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	-	-4 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14
Св. 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20
Св. 6 до 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25
Св. 10 до 18	+77 +50	+59 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32
Св. 18 до 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-41 -74	+117	+92
Св. 24 до 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40
Св. 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112
Св. 40 до 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50
Св. 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+134
Св. 65 до 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60
Св. 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159
Св. 100 до 120	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.2

Св. 120 до 140										-170 -233		
Св. 140 до 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67		-190 -253	+245 +145	+185 +85
Св. 160 до 180										-210 -273		
Св. 180 до 200										-236 -308		
Св. 200 до 225	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77		-258 -330	+285 +170	+215 +100
Св. 225 до 250										-284 -356		
Св. 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5		-315 -396	+320	+240
Св. 280 до 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	+86		-350 -431	+190	+110
Св. 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5		-390 -479	+350	+265
Св. 355 до 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94		-435 -524	+210	+125
Св. 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6		-490 -587	+385	+290
Св. 450 до 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103		-540 -637	+230	+135
Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 9-го и 11-го квалитетов											
	<b>F9</b>	<b>H9</b>	<b>J<sub>s</sub>9</b>	<b>D10</b>	<b>H10</b>	<b>J<sub>s</sub>10</b>	<b>A11</b>	<b>B11</b>	<b>C11</b>	<b>D11</b>	<b>H11</b>	
	Верхние ( <i>ES</i> ) и нижние ( <i>EI</i> ) отклонения, мкм											
От 1 до 3	+31 +6	+25 0	+12 -12	+60 +20	+40 0	+20 -20	+330 +270	+200 +140	+120 +60	+80 +20	+60 0	
Св. 3 до 6	+40 +10	+30 0	+15 -15	+78 +30	+48 0	+24 -24	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+105 +30	+75 0	
Св. 6 до 10	+49 +13	+36 0	+18 -18	+98 +40	+58 0	+29 -29	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+130 +40	+90 0	
Св. 10 до 18	+59 +16	+43 0	+21 -21	+120 +50	+70 0	+35 -35	+400 +290	+260 +150	+205 +95	+160 +50	+110 0	
Св. 18 до 24	+72	+52	+26	+149	+84	+42	+430	+290	+240	+195	+130	
Св. 24 до 30	+20	0	-26	+65	0	-42	+300	+160	+110	+65	0	

Продолжение прил. 2  
Продолжение табл. 2.2

Св. 30 до 40	+87	+62	+31	+180	+100	+50	+470	+330	+280		
Св. 40 до 50	+25	0	-31	+80	0	-50	+310	+170	+120	+240	+160
Св. 50 до 65	+104	+74	+37	+220	+120	+60	+480	+340	+290	+80	0
Св. 65 до 80	+30	0	-37	+100	0	-60	+320	+180	+130		
Св. 80 до 100							+530	+380	+330		
Св. 100 до 120	+123	+87	+43	+260	+140	+70	+340	+190	+140	+290	+190
Св. 120 до 140	+36	0	-43	+120	0	-70	+550	+390	+340	+100	0
Св. 140 до 160							+360	+200	+150		
Св. 160 до 180	+143	+100	+50	+305	+160	+80	+600	+440	+390	+340	+220
Св. 180 до 200	+43	0	-50	+145	0	-80	+380	+220	+170	+120	0
Св. 200 до 225							+630	+460	+400		
Св. 225 до 250							+410	+240	+180		
Св. 250 до 280							+710	+510	+450		
Св. 280 до 315	+143	+100	+50	+305	+160	+80	+460	+260	+200	+395	+250
Св. 315 до 355	+43	0	-50	+145	0	-80	+770	+530	+460	+145	0
Св. 355 до 400							+520	+280	+210		
Св. 400 до 450							+830	+560	+480		
Св. 450 до 500							+580	+310	+230		
Св. 500 до 550							+950	+630	+530		
Св. 550 до 600	+165	+115	+57	+355	+185	+92	+660	+340	+240		
Св. 600 до 650	+50	0	-57	+170	0	-92	+1030	+670	+550	+460	+290
Св. 650 до 700							+740	+380	+260	+170	0
Св. 700 до 750							+1110	+710	+570		
Св. 750 до 800							+820	+420	+280		
Св. 800 до 850	+186	+130	+65	+400	+210	+105	+1240	+800	+620	+510	+320
Св. 850 до 900	+56	0	-65	+190	0	-105	+920	+480	+300	+190	0
Св. 900 до 950							+1370	+860	+650		
Св. 950 до 1000							+1050	+540	+330		
Св. 1000 до 1050	+202	+140	+70	+440	+230	+115	+1560	+960	+720	+570	+360
Св. 1050 до 1100	+62	0	-70	+210	0	-115	+1200	+600	+360	+210	0
Св. 1100 до 1150							+1710	+1040	+760		
Св. 1150 до 1200							+1350	+680	+400		
Св. 1200 до 1250	+223	+155	+77	+480	+250	+125	+1900	+1160	+840	+630	+400
Св. 1250 до 1300	+68	0	-77	+230	0	-125	+1500	+760	+440	+230	0
Св. 1300 до 1350							+2050	+1240	+880		
Св. 1350 до 1400							+1650	+840	+480		



Приложение прил. 2  
Продолжение табл. 2.2

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий 12-го и 17-го квалитетов							
	<i>B12</i>	<i>H12</i>	<i>J<sub>s</sub>12</i>	<i>H13</i>	<i>H14</i>	<i>H15</i>	<i>H16</i>	<i>H17</i>
	Верхние ( <i>ES</i> ) и нижние ( <i>EI</i> ) отклонения, мкм							
От 1	+240	+100	+50	+140	+250	+400	+600	+1000
до 3	+140	0	-50	0	0	0	0	0
Св. 3	+260	+120	+60	+180	+300	+480	+750	+1200
до 6	+140	0	-60	0	0	0	0	0
Св. 6	+300	+150	+75	+220	+360	+580	+900	+1500
до 10	+150	0	-75	0	0	0	0	0
Св. 10	+330	+180	+90	+270	+430	+700	+1100	+1800
до 18	+150	0	-90	0	0	0	0	0
Св. 18	+370	+210	+105	+330	+520	+840	+1300	+2100
до 30	+160	0	-105	0	0	0	0	0
Св. 30	+420	+250	+125	+390	+620	+1000	+1600	+2500
до 40	+170							
Св. 40	+430	0	-125	0	0	0	0	0
до 50	+180							
Св. 50	+490	+300	+150	+460	+740	+1200	+1900	+3000
до 65	+190							
Св. 65	+500	0	-150	0	0	0	0	0
до 80	+200							
Св. 80	+570	+350	+175	+540	+870	+1400	+2200	+3500
до 100	+220							
Св. 100	+590	0	-175	0	0	0	0	0
до 120	+240							
Св. 120	+660	+400	+200	+630	+1000	+1600	+2500	+4000
до 140	+260							
Св. 140	+680							
до 160	+280	0	-200	0	0	0	0	0
Св. 160	+710							
до 180	+310							
Св. 180	+800	+460	+230	+720	+1150	+1850	+2900	+4600
до 200	+340							
Св. 200	+840							
до 225	+380	0	-230	0	0	0	0	0
Св. 225	+880							
до 250	+420							
Св. 250	+1000	+520	+260	+810	+1300	+2100	+3200	+5200
до 280	+480							
Св. 280	+1060							
до 315	+540	0	-260	0	0	0	0	0

Окончание прил. 2  
Окончание табл. 2.2

Св. 315 до 355	+1170 +600	+570	+285	+890	+1400	+2300	+3600	+5700
Св. 355 до 400	+1250 +680	0	-285	0	0	0	0	0
Св. 400 до 450	+1390 +760	+630	+315	+970	+1550	+2500	+4000	+6300
Св. 450 до 500	+1470 +840	0	-315	0	0	0	0	0

Допуски и отклонения полей допусков калибров  
(по ГОСТ 24853–81)

Квалитеты допусков изделий	Обозначение размеров и допусков	Интервалы размеров, мм							Допуск на форму калибра	
		до 3	св. 6 до 3	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80		
		Размеры и допуски, мкм								
6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5		
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0		
	Z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4		
	Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3		
	H, H <sub>s</sub>	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3		IT1
	H <sub>1</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5		IT2
	H <sub>p</sub>	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2		IT1
7	Z, Z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4		
	Y, Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0		
	H, H <sub>1</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5		IT2
	H <sub>s</sub>	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3		IT1
	H <sub>p</sub>	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2		IT1
	8	Z, Z <sub>1</sub>	2	3	3	4	5	6		7
Y, Y <sub>1</sub>		3	3	3	4	4	5	5		
$\alpha, \alpha_1$		0	0	0	0	0	0	0		
H		2	2,5	2,5	3	4	4	5	IT2	
H <sub>1</sub>		3	4	4	5	6	7	8	IT3	
H <sub>s</sub> *, H <sub>p</sub>		1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	IT1	
9	Z, Z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13		
	Y, Y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5		IT2
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8		IT3
	H <sub>s</sub> *, H <sub>p</sub>	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3		IT1
10	Z, Z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13		
	Y, Y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5		IT2
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8		IT3
	H <sub>s</sub> *, H <sub>p</sub>	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3		IT1

Квалитеты допусков изделий	Обозначение размеров и допусков	Интервалы размеров, мм						Допуск на форму калибра	
		св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500		
		Размеры и допуски, мкм							
6	$Z$	3	4	5	6	7	8		
	$Y$	3	3	4	5	6	7		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	2	3	4	5		
	$Z_1$	5	6	7	8	10	11		
	$Y_1$	4	4	5	6	6	7		
	$H, H_s$	4	5	7	8	9	10		<i>IT1</i>
	$H_1$	6	8	10	12	13	15		<i>IT2</i>
$H_p$	2,5	3,5	4,5	6	7	8	<i>IT1</i>		
7	$Z, Z_1$	5	6	7	8	10	11		
	$Y, Y_1$	4	4	6	7	8	9		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	3	4	6	7		
	$H, H_1$	6	8	10	12	13	15		<i>IT2</i>
	$H_s$	4	5	7	8	9	10		<i>IT1</i>
	$H_p$	2,5	3,5	4,5	6	7	8		<i>IT1</i>
8	$Z, Z_1$	8	9	12	14	16	18		
	$Y, Y_1$	6	6	7	9	9	11		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	4	6	7	9		
	$H$	6	8	10	12	13	15		<i>IT2</i>
	$H_1$	10	12	14	16	18	20		<i>IT3</i>
	$H_s^*, H_p$	4	5	7	8	9	10		<i>IT1</i>
9	$Z, Z_1$	15	18	21	24	28	32		
	$Y, Y_1$	0	0	0	0	0	0		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	4	6	7	9		
	$H$	6	8	10	12	13	15		<i>IT2</i>
	$H_1$	10	12	14	16	18	20		<i>IT3</i>
	$H_s^*, H_p$	4	5	7	8	9	10		<i>IT1</i>
10	$Z, Z_1$	15	18	24	27	32	37		
	$Y, Y_1$	0	0	0	0	0	0		
	$\alpha, \alpha_1$	0	0	7	9	11	14		
	$H$	6	8	10	12	13	15		<i>IT2</i>
	$H_1$	10	12	14	16	18	20		<i>IT3</i>
	$H_s^*, H_p$	4	5	7	8	9	10		<i>IT1</i>

## Приложение 4

Зависимость квалитетов сопрягаемых с подшипником деталей  
от класса точности подшипников

Класс точности подшипника качения	Квалитет сопрягаемой с подшипником детали	
	отверстий	валов
0 и 6	7	6
5 и 4	6	5
2	5	4

## Приложение 5

Шероховатость по параметру  $Ra$  (мкм) для посадочных мест и  
опорных торцевых поверхностей (ГОСТ 3325–85)

Посадочная поверхность	Класс точности подшипника	Диаметр подшипника	
		До 80 мм	Св. 80 до 500 мм
Вал	0	1,6	3,2
	6 и 5	0,8	1,6
	4	0,4	0,8
	2	0,2	0,4
Отверстия в корпусе	0	1,6	3,2
	6, 5, 4	0,8	1,6
	2	0,4	0,8
Опорные торцы заплечиков валов и корпусов	0	3,2	3,2
	6, 5, 4	1,6	3,2
	2	0,8	0,8

Допуски формы посадочных поверхностей, мкм  
(ГОСТ 3325–85)

Интервалы номинальных диаметров $d$ и $D$ , мм	Вал (ось)			Отверстия корпусов		
	допуск круглости, допуск профиля продольного сечения			допуск круглости, допуск профиля продольного сечения		
	Классы точности подшипников					
	0 и 6	5 и 4	2	0 и 6	5 и 4	2
От 0,6 до 2,5	1,5	0,7	0,4	–	–	–
Св. 2,5 до 3	1,5	0,7	0,4	2,5	1,0	0,5
Св. 3 до 6	2,0	0,8	0,5	3,0	1,3	0,6
Св. 6 до 10	2,5	1,0	0,5	4,0	1,5	0,8
Св. 10 до 18	3,0	1,3	0,6	4,5	2,0	1,0
Св. 18 до 30	3,5	1,5	0,8	5,0	2,0	1,0
Св. 30 до 50	4,0	2,0	1,0	6,0	2,5	1,4
Св. 50 до 80	5,0	2,0	1,0	7,5	3,0	1,6
Св. 80 до 120	6,0	2,5	1,2	9,0	3,5	2,0
Св. 120 до 180	6,0	3,0	1,5	10,0	4,0	2,2
Св. 180 до 250	7,0	3,5	1,7	11,5	5,0	2,5
Св. 250 до 315	8,0	4,0	–	13,0	5,3	3,0

## Приложение 7

Допуски торцевого биения заплечиков валов, мкм  
(ГОСТ 3325–85)

Интервалы номинальных диаметров $d$ , мм	Классы точности подшипников				
	0	6	5	4	2
От 1 до 3	10	6	3	2,0	1,2
Св. 3 до 6	12	8	4	2,5	1,5
Св. 6 до 10	15	9	4	2,5	1,5
Св. 10 до 18	18	11	5	3,0	2,0
Св. 18 до 30	21	13	6	4,0	2,5
Св. 30 до 50	25	16	7	4,0	2,5
Св. 50 до 80	30	19	8	5,0	3,0
Св. 80 до 120	35	22	10	6,0	4,0
Св. 120 до 180	40	25	12	8,0	5,0
Св. 180 до 250	46	29	14	10,0	7,0
Св. 250 до 315	52	32	16	–	–

## Приложение 8

Допуски торцевого биения заплечиков отверстий корпусов, мкм  
(ГОСТ 3325–85)

Интервалы номинальных диаметров $D$ , мм	Классы точности подшипников				
	0	6	5	4	2
Св. 3 до 6	18	12	5	4	2,5
Св. 6 до 10	22	15	6	4	2,5
Св. 10 до 18	27	18	8	5	3,0
Св. 18 до 30	33	21	9	6	4,0
Св. 30 до 50	39	25	11	7	4,0
Св. 50 до 80	46	30	13	8	5,0
Св. 80 до 120	54	35	15	10	6,0
Св. 120 до 180	63	40	18	12	8,0
Св. 180 до 250	72	46	20	14	10,0
Св. 250 до 315	81	52	23	16	12,0

Варианты посадок при местном виде нагружения колец  
подшипника

Размеры посадочных диаметров, мм		Посадки			Типы подшипников
		на вал (ось)	в корпус стальной или чугунный		
св.	до			неразъемный	
Нагрузка спокойная или с умеренными толчками и вибрацией					
–	80	$h$	$H$	$H$	Все типы, кроме штампованных игольчатых
80	260	$g, f$	$G$		
260	500	$f$	$P$		
500	1600				
Нагрузка с толчками и вибрацией					
–	80	$h$	$J_s$	$J_s$	Все типы, штампованных игольчатых и роликовых конических двурядных
80	260		$g$		
260	500				
500	1600				
–	120	$h$	$H$	$J_s$	Роликовые конические двурядные
120	1600	$g$			



Варианты посадок при циркуляционном виде нагружения колец подшипника

Диаметр, мм		Допускаемые значения $P_R$ , Н/мм			
внутреннее кольцо $d$ , мм		посадки на вал			
свыше	до	$js$	$k$	$m$	$n$
18	80	До 300	300–1400	1400–1600	1600–3000
80	180	До 600	600–2000	2000–2500	2500–4000
180	360	До 700	700–3000	3000–3500	3500–6000
360	630	До 900	900–3500	3500–4500	4500–8000
наружное кольцо $D$ , мм		посадки в корпус			
свыше	до	$K$	$M$	$N$	$P$
50	180	До 800	800–1000	1000–1300	1300–2500
180	360	До 1000	1000–1500	1500–2000	2000–3300
360	630	До 1200	1200–2000	1200–2600	2600–4000
630	1600	До 1600	1600–2500	2500–3500	3500–5500

Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные (по ГОСТ 520–2002)

Класс точности 0

Кольца внутренние

Размеры, мкм

d, мм	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$			$V_{dmp}$	$K_{id}$	$S_d$	$S_{ia}$	$\Delta_{Bs}$		$V_{Bs}$ , не более	
					Серия диаметров							Нижн.			
					0, 8, 9	1, 7	2(5), 3(6), 4					Подшипник	Сдвоенный подшипник		
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	не более										
От 0,6 до 2,5		-8	+1	-9	10	8	6	6	10	20	24		-40	-	12
Св. 2,5 до 10		-8	+2	-10	10	8	6	6	10	20	24		-120	-250	15
„ 10 „ 18 „		-8	+3	-11	10	8	6	6	10	20	24		-120	-250	20
„ 18 „ 30 „		-10	+3	-13	13	10	8	8	13	20	24		-120	-250	20
„ 30 „ 50 „		-12	+3	-15	15	12	9	9	15	20	24		-120	-250	20
„ 50 „ 80 „	0	-15	+4	-19	19	19	11	11	20	25	30	0	-150	-380	25
„ 80 „ 120 „		-20	+5	-25	25	25	15	15	25	25	30		-200	-380	25
„ 120 „ 180 „		-25	+6	-31	31	31	19	19	30	30	36		-250	-500	30
„ 180 „ 250 „		-30	+8	-38	38	38	23	23	40	30	36		-300	-500	30
„ 250 „ 315 „		-35	+9	-44	44	44	26	26	50	35	42		-350	-500	35
„ 315 „ 400 „		-40	+10	-50	50	50	30	30	60	40	48		-400	-630	40
„ 400 „ 500 „		-45	+12	-57	56	56	34	34	65	45	54		-450	-	45

Класс точности 0  
Кольца наружные  
Размеры, мкм

$D$ , мм	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{DS}$		$V_{Dp}$				$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_{ea}$	$\Delta_{Cs}$		$V_{Cs}$ , не более
					Открытый подшипник		Закрытый подшипник							
					Серия диаметров									
					0, 8, 9	1, 7	2(5), 3(6), 4	2(5), 3(6), 4						
верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	не более							верхн.	нижн.		
От 2,5 до 6		-8	+1	-9	10	8	6	10	6	15	40	Равны $\Delta_{Bs}$ и $V_{Bs}$ того же подшипника соответственно		
Св. 6 до 18		-8	+2	-10	10	8	6	10	6	15	40			
„ 18 „ 30 „		-9	+2	-11	12	9	7	12	7	15	40			
„ 30 „ 50 „		-11	+3	-14	14	11	8	16	8	20	40			
„ 50 „ 80 „		-13	+4	-17	16	13	10	20	10	25	40			
„ 80 „ 120 „	0	-15	+5	-20	19	19	11	26	11	35	45			
„ 120 „ 180 „		-18	+6	-24	23	23	14	30	14	40	50			
„ 180 „ 250 „		-25	+7	-32	31	31	19	38	19	45	60			
„ 250 „ 315 „		-30	+8	-38	38	38	23	-	23	50	70			
„ 315 „ 400 „		-35	+9	-44	44	44	26	-	26	60	80			
„ 400 „ 500 „		-40	+10	-50	50	50	30	-	30	70	90			

Класс точности 6  
Кольца внутренние  
Размеры, мкм

$d$ , мм	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$			$V_{dmp}$	$K_{id}$	$S_d$	$S_{ia}$	$\Delta_{Bs}$		$V_{Bs}$ , не более	
					Серия диаметров							Верхн.	Нижн.		
					0, 8, 9	1, 7	2(5), 3(6), 4						Под- шип- ник		СДВО- енный под- шип- ник
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	не более										
От 0,6 до 2,5	0	-7	+1	-8	9	7	5	5	5	10	12	0	-40	-	10
Св. 2,5 до 10		-7	+1	-8	9	7	5	5	6	10	12		-120	-250	10
„ 10 „ 18 „		-7	+1	-8	9	7	5	5	7	10	12		-120	-250	10
„ 18 „ 30 „		-8	+1	-9	10	8	6	6	8	10	12		-120	-250	10
„ 30 „ 50 „		-10	+1	-11	13	10	8	8	10	10	12		-120	-250	10
„ 50 „ 80 „		-12	+2	-14	15	15	9	9	10	12	15		-150	-380	12
„ 80 „ 120 „		-15	+3	-18	19	19	11	11	13	12	15		-200	-380	12
„ 120 „ 180 „		-18	+3	-21	23	23	14	14	18	15	18		-250	-500	15
„ 180 „ 250 „		-22	+4	-26	28	28	17	17	20	15	18		-300	-500	15
„ 250 „ 315 „		-25	+5	-30	31	31	19	19	25	17	21		-350	-500	17
„ 315 „ 400 „		-30	+5	-35	38	38	23	23	30	20	24		-400	-630	20
„ 400 „ 500 „	-35	+6	-41	44	44	26	26	35	22	27	-450	-	22		

Класс точности 6  
Кольца наружные  
Размеры, мкм

$D$ , мм	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{DS}$		$V_{Dp}$				$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_{ea}$	$V_{Cs}$	$\Delta_{Cs}$		
					Открытый подшипник		Закрытый подшипник								
					Серия диаметров										
					0, 8, 9	1, 7	2(5), 3(6), 4	1, 7, 2(5), 3(6), 4							
верхн.		нижн.		не более								верхн.		нижн.	
От 2,5 до 6			+1	-8	9	7	5	9	5	8	20	12	Равно $\Delta_{Bs}$ того же подшипника		
Св. 6 до 18			+1	-8	9	7	5	9	5	8	20	15			
„ 18 „ 30 „			+1	-9	10	8	6	10	6	9	20	20			
„ 30 „ 50 „			+2	-11	11	9	7	13	7	10	20	20			
„ 50 „ 80 „			+2	-13	14	11	8	16	8	13	20	20			
„ 80 „ 120 „	0	-13	+2	-15	16	16	10	20	10	18	22	25			
„ 120 „ 180 „		-15	+3	-18	19	19	11	25	11	20	25	25			
„ 180 „ 250 „		-18	+3	-21	23	23	14	30	14	23	30	30			
„ 250 „ 315 „		-20	+4	-24	25	25	15	—	15	25	35	30			
„ 315 „ 400 „		-25	+4	-29	31	31	19	—	19	30	40	35			
„ 400 „ 500 „		-28	+5	-33	35	35	21	—	21	35	45	40			

Класс точности 5  
Кольца внутренние  
Размеры, мкм

$d$ , мм	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$		$V_{dmp}$	$K_{id}$	$S_d$	$S_{ia}$	$\Delta_{Bs}$		$V_{Bs}$ , не более	
					Серия диаметров						Нижн.			
					0, 8, 9	1, 7, 2(5), 3(6), 4					Подшипник	Сдвоенный комплектный подшипник		
	верхн.	нижн.	не более											
От 0,6 до 2,5		-5		-5	5	4	3	4	7	7		-40	-250	5
Св. 2,5 до 10		-5		-5	5	4	3	4	7	7		-40	-250	5
„ 10 „ 18 „		-5		-5	5	4	3	4	7	7		-80	-250	5
„ 18 „ 30 „		-6		-6	6	5	3	4	8	8		-120	-250	5
„ 30 „ 50 „		-8		-8	8	6	4	5	8	8		-120	-250	5
„ 50 „ 80 „	0	-9	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	6
„ 80 „ 120 „		-10		-10	10	8	5	6	9	9		-200	-380	7
„ 120 „ 180 „		-13		-13	13	10	7	8	10	10		-250	-380	8
„ 180 „ 250 „		-15		-15	15	12	8	10	11	13		-300	-500	10
„ 250 „ 315 „		-18		-18	18	14	9	13	13	15		-350	-500	13
„ 315 „ 400 „		-23		-23	23	18	12	15	15	20		-400	-630	15

Класс точности 5  
Кольца наружные  
Размеры , мкм

D, мм	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{DS}$		$V_{Dp}$		$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}$	$\Delta_{Cs}$		$V_{Cs}$ , не более
					Серия диаметров						верхн.	нижн.	
	0, 8, 9	1, 7, 2(5), 3(6), 4	не более						верхн.	нижн.			
От 2,5 до 6 вкл.		-5		-5	5	4	3	5	8	8			5
Св. 6 до 18 вкл.		-5		-5	5	4	3	5	8	8			5
„ 18 „ 30 „		-6		-6	6	5	3	6	8	8			5
„ 30 „ 50 „		-7		-7	7	5	4	7	8	8			5
„ 50 „ 80 „		-9		-9	9	7	5	8	8	10			6
„ 80 „ 120 „	0	-10	0	-10	10	8	5	10	9	11	Равно $\Delta_{Bs}$ того же подшипни- ка		8
„ 120 „ 180 „		-11		-11	11	8	6	11	10	13			8
„ 180 „ 250 „		-13		-13	13	10	7	13	10	14			8
„ 250 „ 315 „		-15		-15	15	11	8	15	11	15			10
„ 315 „ 400 „		-18		-18	18	14	9	18	13	18			11
„ 400 „ 500 „		-20		-20	20	15	10	20	13	20		13	

Класс точности 4  
Кольца внутренние  
Размеры, мкм

$d$ , мм	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$		$V_{dmp}$	$K_{id}$	$S_d$	$S_{ia}$	$\Delta_{Bs}$		$V_{Bs}$ , не более	
					Серия диаметров						Верхн.	Нижн.		
					0, 8, 9	1, 7, 2(5), 3(6), 4						Подшипник		Сдвоенный комплектный подшипник
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	не более									
От 0,6 до 2,5		-4		-4	4	3	2	2,5	3	3		-40	-250	2,5
Св. 2,5 до 10		-4		-4	4	3	2	2,5	3	3		-40	-250	2,5
„ 10 „ 18 „		-4		-4	4	3	2	2,5	3	3		-80	-250	2,5
„ 18 „ 30 „		-5		-5	5	4	2,5	3	4	4		-120	-250	2,5
„ 30 „ 50 „	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	0	-120	-250	3
„ 50 „ 80 „		-7		-7	7	5	3,5	4	5	5		-150	-250	4
„ 80 „ 120 „		-8		-8	8	6	4	5	5	5		-200	-380	4
„ 120 „ 180 „		-10		-10	10	8	5	6	6	7		-250	-380	5
„ 180 „ 250 „		-12		-12	12	9	6	8	7	8		-300	-500	6



Класс точности 4  
Кольца наружные  
Размеры, мкм

D, мм	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{DS}$		$V_{Dp}$		$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}$	$\Delta_{Cs}$		$V_{Cs}$ , не более
					Серия диаметров								
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	0, 8, 9	1, 7, 2(5), 3(6), 4	не более					верхн.	
От 2,5 до 6	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5	Равно $\Delta_{Bs}$ того же подшипника		2,5
Св. 6 до 18		-4		-4	4	3	2	3	4	5			2,5
„ 18 „ 30 „		-5		-5	5	4	2,5	4	4	5			2,5
„ 30 „ 50 „		-6		-6	6	5	3	5	4	5			2,5
„ 50 „ 80 „		-7		-7	7	5	3,5	5	4	5			3
„ 80 „ 120 „		-8		-8	8	6	4	6	5	6			4
„ 120 „ 180 „		-9		-9	9	7	5	7	5	7			5
„ 180 „ 250 „		-10		-10	10	8	5	8	5	8			5
„ 250 „ 315 „		-11		-11	11	8	6	10	7	10			7
„ 315 „ 400 „	-13	-13	13	10	7	11	8	10	7				

## Приложение 12

## Диаметр резьбы (по ГОСТ 24705–81)

Шаг резьбы $P$	Диаметры резьбы (болт и гайка)		Шаг резьбы $P$	Диаметры резьбы (болт и гайка)	
	средний диаметр $d_2, D_2$	внутренний диаметр $d_1, D_1$		средний диаметр $d_2, D_2$	внутренний диаметр $d_1, D_1$
0,075	$d - 1 + 0,951$	$d - 1 + 0,919$	0,7	$d - 1 + 0,545$	$d - 1 + 0,242$
0,08	$d - 1 + 0,948$	$d - 1 + 0,913$	0,75	$d - 1 + 0,513$	$d - 1 + 0,188$
0,09	$d - 1 + 0,942$	$d - 1 + 0,903$	0,8	$d - 1 + 0,480$	$d - 1 + 0,134$
0,1	$d - 1 + 0,935$	$d - 1 + 0,892$	1	$d - 1 + 0,350$	$d - 2 + 0,918$
0,125	$d - 1 + 0,919$	$d - 1 + 0,865$	1,25	$d - 1 + 0,188$	$d - 2 + 0,647$
0,15	$d - 1 + 0,903$	$d - 1 + 0,838$	1,5	$d - 1 + 0,026$	$d - 2 + 0,376$
0,175	$d - 1 + 0,886$	$d - 1 + 0,811$	1,75	$d - 2 + 0,863$	$d - 2 + 0,106$
0,2	$d - 1 + 0,870$	$d - 1 + 0,783$	2	$d - 2 + 0,701$	$d - 3 + 0,835$
0,225	$d - 1 + 0,854$	$d - 1 + 0,756$	2,5	$d - 2 + 0,376$	$d - 3 + 0,294$
0,25	$d - 1 + 0,838$	$d - 1 + 0,730$	3	$d - 2 + 0,051$	$d - 4 + 0,752$
0,3	$d - 1 + 0,805$	$d - 1 + 0,675$	3,5	$d - 3 + 0,727$	$d - 4 + 0,211$
0,35	$d - 1 + 0,773$	$d - 1 + 0,621$	4	$d - 3 + 0,402$	$d - 5 + 0,670$
0,4	$d - 1 + 0,740$	$d - 1 + 0,567$	4,5	$d - 3 + 0,077$	$d - 5 + 0,129$
0,45	$d - 1 + 0,708$	$d - 1 + 0,513$	5	$d - 4 + 0,752$	$d - 6 + 0,587$
0,5	$d - 1 + 0,675$	$d - 1 + 0,459$	5,5	$d - 4 + 0,428$	$d - 6 + 0,046$
0,6	$d - 1 + 0,610$	$d - 1 + 0,350$	6	$d - 4 + 0,103$	$d - 7 + 0,505$

Пример расчета: Резьба  $M16$ , шаг  $P = 2$  мм,  $d(D) = 16$  мм,  $d_2(D_2) = 14,701$  мм,  $d_1(D_1) = 13,835$  мм.

## Приложение 13

## Значения единиц допуска для размеров до 500 мм

Основные интервалы номиналь- ных размеров, мм	Интервалы свыше – до											
	3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400
Значение $i$ , мкм	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54

## Допуски для размеров до 500 мм (по ГОСТ 25346–89)

Номи- нальные размеры, мм	Квалитеты									
	<b>01</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
	Обозначение допусков									
	<i>IT01</i>	<i>IT0</i>	<i>IT1</i>	<i>IT2</i>	<i>IT3</i>	<i>IT4</i>	<i>IT5</i>	<i>IT6</i>	<i>IT7</i>	<i>IT8</i>
Допуски, мкм										
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
Св. 6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
Св. 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
Св. 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
Св. 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
Св. 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
Св. 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
Св. 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
Св. 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
Св. 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
Св. 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
Св. 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
Количество единиц допуска в допуске данного квалитета										
$a_m$							<b>7</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>25</b>

## Продолжение прил. 14

Номи- нальные размеры, мм	Квалитеты									
	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
	Обозначение допусков									
	<i>IT9</i>	<i>IT10</i>	<i>IT11</i>	<i>IT12</i>	<i>IT13</i>	<i>IT14</i>	<i>IT15</i>	<i>IT16</i>	<i>IT17</i>	<i>IT18</i>
	Допуски, мкм			Допуски, мм						
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
Св. 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
Св. 6 до 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
Св. 10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
Св. 18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
Св. 30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
Св. 50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
Св. 80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
Св. 120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
Св. 180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
Св. 250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
Св. 315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
Св. 400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7
Количество единиц допуска в допуске данного качества										
$a_m$	<b>40</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>250</b>	<b>400</b>	<b>640</b>	<b>1000</b>	<b>1600</b>	<b>2500</b>

## Центрирование по внутреннему диаметру

Вид соединения		Поля допусков													
		Подвижное соединение						Неподвижное соединение							
Посадка	<i>d</i>	Втулка	<i>H8</i>		<i>H7</i>						<i>H7</i>				
		Вал	<i>e8</i>	<i>f7</i>			<i>g6</i>		<i>h7</i>	<i>h7</i>	<i>js6; js7</i>		<i>n6</i>		
	<i>b</i>	Втулка	<i>D9; F10</i>	<i>D9; F10</i>	<i>D9</i>	<i>F8</i>	<i>D9; F10</i>	<i>F8</i>	<i>D9; F10</i>	<i>H8</i>	<i>F8; F10</i>	<i>D9</i>	<i>H8</i>	<i>F8; F10</i>	<i>H8</i>
		Вал	<i>e8; e9</i>	<i>f9; e8</i>	<i>h9</i>	<i>f8; f7; h7</i>	<i>f8; h9</i>	<i>f7; h7</i>	<i>f8; h9</i>	<i>h7; h8</i>	<i>h7; js7; k7</i>	<i>k7</i>	<i>js7</i>	<i>h7; js7</i>	<i>js7</i>

Таблица 15.2

## Центрирование по наружному диаметру

Вид соединения		Поля допусков												
		Подвижное соединение						Неподвижное соединение						
Посадка	<i>D</i>	Втулка	<i>H8</i>		<i>H7</i>						<i>H7</i>			
		Вал	<i>e8</i>	<i>f7</i>			<i>g6</i>		<i>h7</i>	<i>js6</i>		<i>n6</i>		
	<i>b</i>	Втулка	<i>F8</i>	<i>D9; F8</i>	<i>F8</i>	<i>D9</i>	<i>D9; F8</i>	<i>F8</i>	<i>D9; F8</i>	<i>D9; F8</i>		<i>D9; F8</i>		
		Вал	<i>e8</i>	<i>e8; d9; h9</i>	<i>f7; f8; h8</i>	<i>f7; h8; h9</i>	<i>f7; h9</i>	<i>h8</i>	<i>f7</i>	<i>h8; js7</i>		<i>h8; js7</i>		

Продолжение прил. 15

Таблица 15.3

## Центрирование по боковым сторонам зубьев

Вид соединения			Поля допусков			
			Подвижное соединение		Неподвижное соединение	
Посадка	$b$	Втулка	$D9; F8; F10$	$D9; F8; F10$	$D9; F8$	$D9; F10$
		Вал	$e8; f8; d9; h9$	$d9; f8; h9; e9$	$j_s7$	$k7$

Таблица 15.4

## Посадки для нецентрирующих поверхностей

Нецентрирующий диаметр	Вид центрирования	Поле допуска	
		Вал	Втулка
$d$	По $D$ или $b$	–	$H11$
$D$	По $d$ или $b$	$a11$	$H12$

Диаметр  $d$  не менее диаметра  $d_1$ .

Таблица 15.5

## Размеры легкой серии, мм

$z \times d \times D$	Число зубьев $z$	$d$	$D$	$b$	$d_1$ , не менее	$a$ , не менее	$c$		$r$ , не более
							НОМИН.	пред. откл.	
6×23×26	6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	+0,2	0,2
6×26×30	6	26	30	6	24,6	3,85	0,3	+0,2	0,2
6×28×32	6	28	32	7	26,7	4,03	0,3	+0,2	0,2
8×32×36	8	32	36	6	30,4	2,71	0,4	+0,2	0,3
8×36×40	8	36	40	7	34,5	3,46	0,4	+0,2	0,3
8×42×46	8	42	46	8	40,4	5,03	0,4	+0,2	0,3
8×46×50	8	46	50	9	44,6	5,75	0,4	+0,2	0,3
8×52×58	8	52	58	10	49,7	4,89	0,5	+0,3	0,5
8×56×62	8	56	62	10	53,6	6,38	0,5	+0,3	0,5
8×62×68	8	62	68	12	59,8	7,31	0,5	+0,3	0,5
10×72×78	10	72	78	12	69,6	5,45	0,5	+0,3	0,5
10×82×88	10	82	88	12	79,3	8,62	0,5	+0,3	0,5
10×92×98	10	92	98	14	89,4	10,08	0,5	+0,3	0,5
10×102×108	10	102	108	16	99,9	11,49	0,5	+0,3	0,5
10×112×120	10	112	120	18	108,8	10,72	0,5	+0,3	0,5

Продолжение прил. 15

Таблица 15.6

## Размеры средней серии, мм

$z \times d \times D$	Число зубьев $z$	$d$	$D$	$b$	$d_1$ , не менее	$a$ , не менее	$c$		$r$ , не более
							НОМИН.	пред. откл.	
6×11×14	6	11	14	3,0	9,9	—	0,3	+0,2	0,2
6×13×16	6	13	16	3,5	12,0	—	0,3	+0,2	0,2
6×16×20	6	16	20	4,0	14,5	—	0,3	+0,2	0,2
6×18×22	6	18	22	5,0	16,7	—	0,3	+0,2	0,2
6×21×25	6	21	25	5,0	19,5	1,95	0,3	+0,2	0,2
6×23×28	6	23	28	6,0	21,3	1,34	0,3	+0,2	0,2
6×26×32	6	26	32	6,0	23,4	1,65	0,4	+0,2	0,3
6×28×34	6	28	34	7,0	25,9	1,70	0,4	+0,2	0,3
8×32×38	8	32	38	6,0	29,4	—	0,4	+0,2	0,3
8×36×42	8	36	42	7,0	33,5	1,02	0,4	+0,2	0,3
8×42×48	8	42	48	8,0	39,5	2,57	0,4	+0,2	0,3
8×46×54	8	46	54	9,0	42,8	—	0,5	+0,3	0,5
8×52×60	8	52	60	10,0	48,7	2,44	0,5	+0,3	0,5
8×56×65	8	56	65	10,0	52,2	2,50	0,5	+0,3	0,5
8×62×72	8	62	72	12,0	57,8	2,40	0,5	+0,3	0,5

Таблица 15.7

## Размеры тяжелой серии, мм

$z \times d \times D$	Число зубьев $z$	$d$	$D$	$b$	$d_1$ , не менее	$c$		$r$ , не более
						НОМИН.	пред. откл.	
10×16×20	10	16	20	2,5	14,1	0,3	+0,2	0,2
10×18×23	10	18	23	3,0	15,6	0,3	+0,2	0,2
10×21×26	10	21	26	3,0	18,5	0,3	+0,2	0,2
10×23×29	10	23	29	4,0	20,3	0,3	+0,2	0,2
10×26×32	10	26	32	4,0	23,0	0,4	+0,2	0,3
10×28×35	10	28	35	4,0	24,4	0,4	+0,2	0,3
10×32×40	10	32	40	5,0	28,0	0,4	+0,2	0,3
10×36×45	10	36	45	5,0	31,3	0,4	+0,2	0,3
10×42×52	10	42	52	6,0	36,9	0,4	+0,2	0,3
10×46×56	10	46	56	7,0	40,9	0,5	+0,3	0,5
16×52×60	16	52	60	5,0	47,0	0,5	+0,3	0,5
16×56×65	16	56	65	5,0	50,6	0,5	+0,3	0,5
16×62×72	16	62	72	6,0	56,1	0,5	+0,3	0,5
16×72×82	16	72	82	7,0	65,9	0,5	+0,3	0,5

Параметры шпоночного соединения (по ГОСТ 23360–78)

Диаметр вала $d$	Сечение шпонки $b \times h$	Шпоночный паз										
		Ширина $b$					Глубина				Радиус закругления $r_1$ или фаска $s_1 \times 45^\circ$	
		Свободное соединение		Нормальное соединение		Плотное соединение	Вал $t_1$		Втулка $t_2$			
		Вал ( $H9$ )	Втулка ( $D10$ )	Вал ( $N9$ )	Втулка ( $J_s9$ )	Вал и втулка ( $P9$ )	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	не более	не менее
От 6 до 8	2×2	+0,025	+0,060	-0,004	+0,012	-0,006	1,2	+0,1 0	1,0	+0,1 0	0,16	0,08
Св. 6 до 8	3×3	0	+0,020	-0,029	-0,012	-0,031	1,8		1,4			
Св. 10 до 12	4×4	+0,030	+0,078	0	+0,015	-0,012	2,5		1,8			
» 12 » 17	5×5	0	+0,030	-0,030	-0,015	-0,042	3,0	2,3	0,25	0,16		
» 17 » 22	6×6						3,5	2,8				
Св. 22 до 30	8×7	+0,036	+0,098	0	+0,018	-0,015	4,0	+0,2 0	3,3	+0,2 0	0,4	0,25
» 30 » 38	10×8	0	+0,040	-0,036	-0,018	-0,051	5,0		3,3			
Св. 38 до 44	12×8	+0,043	+0,120	0	+0,021	-0,018	5,0		3,3			
» 44 » 50	14×9						5,5		3,8			
» 50 » 58	16×10						6,0		4,3			
» 58 » 65	18×11						7,0	4,4				
Св. 65 до 75	20×12	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	7,5	4,9	0,6	0,4		
» 75 » 85	22×14						9,0	5,4				
» 85 » 95	25×14						9,0	5,4				
» 95 » 110	28×16						10,0	6,4				



Предельные отклонения размеров ( $d - t_1$ ), ( $d + t_2$ )  
(по ГОСТ 23360–78)

Высота шпонок, мм	Предельные отклонения размеров, мм	
	$d - t_1$	$d + t_2$
От 2 до 6	0	+0,1
	-0,1	0
Св. 6 до 18	0	+0,2
	-0,2	0
Св. 18 до 50	0	+0,3
	-0,3	0

Рекомендуемые значения микронеровностей поверхности  
деталей

Таблица 18.1

Для посадок, соединяемых с зазором

Интервал размеров, мм	Отверстие		Вал	
	<i>IT7</i>	<i>IT8, IT9</i>	<i>IT6, IT7</i>	<i>IT8, IT9</i>
	Параметр $R_z$ , мкм			
Свыше 3 до 6	3,2	6,3	1,6	6,3
Свыше 6 до 10				
Свыше 10 до 18	6,3	12,5	3,2	
Свыше 18 до 30				
Свыше 30 до 50				
Свыше 50 до 80				
Свыше 80 до 120				
Свыше 120 до 180	12,5	25	6,3	12,5
Свыше 180 до 260				
Свыше 260 до 360				
Свыше 360 до 500	12,5			

Таблица 18.2

Для посадок, соединяемых с натягом

Номинальные размеры, мм	Валы				Отверстия				
		<i>h6</i>		<i>u8</i>		<i>H7</i>	<i>H8</i>	<i>H9</i>	
	<i>s5</i>	<i>p6</i>	<i>h7</i>	<i>x8</i>	<i>H6</i>	<i>R7</i>	<i>U8</i>		
<i>r5</i>	<i>r6</i>	<i>s7</i>	<i>z8</i>	<i>U7</i>					
		<i>t7</i>							
		<i>u7</i>							
<i>R<sub>z</sub></i> , мкм									
От 1 до 3		0,8		1,6					
			1,6		6,3	1,6	3,2	3,2	6,3
Свыше 3 до 6		1,6		3,2					
6	10								
10	18								
18	30		3,2			3,2	6,3	6,3	
30	50			6,3	12,5			12,5	
50	80	3,2					12,5		
80	120								
120	180		6,3			6,3	12,5		
180	260			12,5				20,5	
260	360	6,3							
360	500		12,5		25				

Пример оформления титульного листа

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии машиностроения

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине

«МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ»

Вариант 88

Выполнил:  
студент гр. МТ-061  
з/к № 064188  
Винидиктов А. В.

Проверил:  
Дегтярева О. Н.

Кемерово 20..

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студ. высш. учеб. заведений / [А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т. М. Раковщик]. – 4-е изд. – Москва : Академия, 2008. – 384 с.

2. Пособие к решению задач по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» / Н. Н. Зябрева. – Москва : Высшая школа, 1977. – 204 с.

3. Допуски и посадки : справочник : в 2 ч. Ч. 1 / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отделение, 1982. – 543 с.

4. Допуски и посадки : справочник : в 2 ч. Ч. 2 / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. – 448 с.

5. Справочник контролера машиностроительного завода / под ред. А. И. Якушева. – Москва : Машиностроение, 1980. – 527 с.

6. ГОСТ 520–2002. Подшипники качения. Технические требования. – Введ. 2002-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 72 с.

7. ГОСТ 1139-87. Соединения шлицевые прямобочные. – Введ. 1982-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 9 с.

8. ГОСТ 16093–2004. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором. – Введ. 2004-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 28 с.

9. ГОСТ 24705–2004. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры. – Введ. 2004-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

10. ГОСТ 24851–81. Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. Виды. – Введ. 1981-09-24. – Москва : Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

11. ГОСТ 24853–81. Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. – Введ. 1986-01-21. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.

12. ГОСТ 25346–89. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. – Введ. 1992-07-07. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 31 с.

13. ГОСТ 25347–82. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки. – Введ. 1986-12-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 51 с.

14. ГОСТ 23360. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Введ. 1980-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 15 с.

15. ГОСТ 3325-85. Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки. – Введ. 1985-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 50 с.

Дегтярева Ольга Николаевна  
Купченко Марина Валерьевна  
Останин Олег Александрович

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ:

Учебное пособие к курсовой работе

Редактор З. М. Савина

Подписано в печать 19.11.2013. Формат 60×84/16  
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman»  
Уч.-изд. л. 7,00. Тираж 100 экз. Заказ

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28  
Полиграфический цех КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а