

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП.15 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ**

**Специальность:**

15.02.16 Технология машиностроения

**Квалификация выпускника:**


техник-технолог

**Форма обучения:** очная

Ростов-на-Дону  
2023

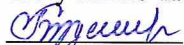
СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела

 Н.В. Вострякова  
« 25 » сентября 2023г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебно-методической работе

 С.А. Будасова  
« 25 » сентября 2023г.

ОДОБРЕНО

Цикловой комиссией

промышленных технологий

Пр. № 7 от « 27 » окт 2023г.

Председатель ЦК

 В.А. Ламин

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.15 Допуски и посадки специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

**Разработчик(и):**

Марченко С.И. - к.т.н., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практическая работа №1	6
2. Практическая работа №2	13
3. Практическая работа №3	17
4. Практическая работа №4	21
5. Практическая работа №5	26
6. Практическая работа №6	36
7. Практическая работа №7	37
8. Практическая работа №8	42
9. Практическая работа №9	46

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение студентами практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

В ходе выполнения практических занятий обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины ОП.15 Допуски и посадки.

В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно оформлять результаты).

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах. Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Выполнению практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении практических работ учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек.

Объем заданий для практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Форма организации работы обучающихся на практических занятиях индивидуальная, при которой каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической работе представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме ответов обучающегося на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение практических работ выставляются по пятибалльной системе.

### **Критерии оценки выполнения практических работ.**

Критерии оценки за практическую работу включают критерии оценки за:

- выполнение практической части работы,
- ответы на контрольные вопросы к защите практической работы,
- тестовое задание,

При выставлении оценок необходимо учитывать классификацию ошибок и их количество:

- грубые ошибки;
- однотипные ошибки;
- негрубые ошибки

### **К грубым ошибкам следует относить:**

- незнание определения основных понятий, правил,
- неумение выделять главное в ответе;
- неумение делать выводы и обобщения;
- неумение пользоваться первоисточниками, учебником и справочником.

К **однотипным ошибкам** относятся ошибки на одно и то же правило или одно и то же понятие.

К **негрубым ошибкам** следует относить:

- неточность формулировок, определений, понятий, правил, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или замена 1-2 из этих признаков второстепенными;
- нерациональные методы работы с учебной и справочной литературой.

### **Критерии оценки за выполнение практической части работы:**

Оценка **«отлично»** выставляется в случае, если:

- практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);
- все расчеты выполнены в соответствии с методикой и в полном объеме, обозначены единицы измерения всех рассчитываемых показателей;
- сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов;
- работа оформлена аккуратно

Оценка **«хорошо»** выставляется, если:

- практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);
- расчеты выполнены в полном объеме, но были допущены одна - две негрубые ошибки при выполнении математических действий или не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей;
- сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- работа оформлена аккуратно

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если:

- практическая работа выполнена в неустановленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);
- расчеты выполнены в полном объеме, но при этом были допущены одна – две грубые или три – четыре негрубые ошибки при выполнении математических действий, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или работа оформлена неаккуратно, с большим количеством исправлений;
- не сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов.
- работа оформлена неаккуратно

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если практическая часть не выполнена или:

- при выполнении расчетов обучающийся допускает более двух грубых ошибок или более четырех негрубых, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или обозначены неправильно;
- не сделан вывод по итогам выполненных расчетов.

В случае получения оценки «неудовлетворительно» студент обязан выполнить работу заново.

### **1.2 Критерии оценки за ответы на контрольные вопросы к защите практической работы:**

Оценка **«отлично»** выставляется, если обучающийся при ответе на вопросы:

- дает точное определение и истолкование основных понятий;
- при ответе обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений, умеет установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по дисциплине, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- умеет делать обобщения и собственные выводы;
- соблюдает культуру письменной речи

Оценка **«хорошо»** выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет названным выше требованиям, но при ответе на вопросы:

- допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов при ответе на все вопросы;

- соблюдает культуру письменной речи

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся правильно понимает сущность рассматриваемых явлений, но при ответе:

- отвечает неполно на вопросы, допуская две-три грубые ошибки при ответе на все вопросы или воспроизводит содержание текста учебника (конспекта), но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение;

- не соблюдает культуру письменной речи

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если работа не выполнена или обучающийся:

- не знает и не понимает более 30% программного материала в пределах поставленных вопросов;

- при ответе на один вопрос допускает более одной грубой ошибки.

### **Критерии оценки за выполнение тестового задания:**

Оценка **«отлично»** выставляется, если правильны 100 – 90%;

Оценка **«хорошо»** выставляется, если правильны на 89 - 80%;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если правильны на 79 - 70% ответов;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если правильны менее 70% ответов.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

Тема: Определение предельных отклонений полей допусков

### **Цель:**

1 Приобретение навыков работы со справочниками, технической литературой.

2 Закрепление теоретических знаний по теме.

**Оснащение:** справочная и техническая литература.

### Методические указания

**Вал** -термин, применяемый для обозначения наружных элементов деталей.

**Отверстие** -термин, применяемый для обозначения внутренних элементов детали.

**Поле допуска** - поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением, относительно нулевой линии. Нулевая линия соответствует номинальному размеру.

**Номинальный размер (D)** - размер, относительно которого определяются предельные размеры и которые служат началом отсчета отклонений.

**Действительный размер ( $D_1, d_1$ )** - размер детали, установленный с допускаемой погрешностью.

**Предельные размеры (наибольшие и наименьшие)** - два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали.

**Предельные размеры для валов определяются по формулам:**

$$d_{\max} = d + es,$$

$$d_{\min} = d + ei$$

где  $d_{\max}$  - наибольший предельный размер вала, мм;

$d_{\min}$  - наименьший предельный размер вала, мм;

$es$  - верхнее предельное отклонение, мм ;

$ei$  - нижнее предельное отклонение, мм

**Предельные размеры для отверстия определяются по формулам:**

$$D_{\max} = D + ES,$$

$$D_{\min} = D + EI$$

где  $D_{\max}$  - наибольший предельный размер отверстия, мм;

$D_{\min}$  - наименьший предельный размер отверстия, мм;

$D$  - номинальный размер, мм.

Верхнее и нижнее отклонения размеров определяется по

ГОСТ 25347-89.

**Допуск** - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Допуск определяется по формулам:

для отверстия:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI,$$

для вала:

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei.$$

где  $ES(es)$  - верхнее предельное отклонение отверстия (вала), мм

$EI(ei)$  - нижнее предельное отклонение отверстие (вала), мм

$D_{\max}$  ( $d_{\max}$ ) - наибольший предельный размер, мм

$D_{\min}$  ( $d_{\min}$ ) - наименьший предельный размер, мм

### Пример

Решение.

Номинальный размер  $D=d=48$ мм.

Поля допусков валов: g6, h6, js6, k6, m6, n6, p6, r6, s6.

Поля допусков отверстий: F7, H7, JS7, K7, M7, N7, P7, R7.

#### Для валов

$$48g6 \left( \begin{array}{l} -0,009 \\ -0,025 \end{array} \right)$$

$$d_{\max} = 48 + (-0,009) = 47,991$$

$$d_{\min} = 48 + (-0,025) = 47,975$$

$$Td = 47,991 - 47,975 = -0,009 - (-0,025) = 0,016$$

$$48h6 \left( \begin{array}{l} 0 \\ -0,016 \end{array} \right)$$

$$d_{\max} = 48 + 0 = 48,0$$

$$d_{\min} = 48 + (-0,016) = 47,984$$

$$Td = 48 - 47,984 = 0 - (-0,016) = 0,016$$

$$48js6 \left( \begin{array}{l} +0,008 \\ -0,008 \end{array} \right)$$

$$d_{\max} = 48 + 0,008 = 48,008$$

$$d_{\min} = 48 - 0,008 = 47,992$$

$$Td = 48,008 - 47,992 = 0,008 - (-0,008) = 0,016$$

$$48k6 \left( \begin{array}{l} +0,018 \\ +0,002 \end{array} \right)$$

$$d_{\max} = 48 + 0,018 = 48,018$$

$$d_{\min} = 48 + 0,002 = 48,002$$

$$Td = 48,018 - 48,002 = 0,018 - 0,002 = 0,016$$

$$48m6 \left( \begin{array}{l} +0,025 \\ +0,009 \end{array} \right)$$



$$d_{\max}=48+0,025=48,025$$

$$d_{\min}=48+0,009=48,009$$

$$48n6 \left( \begin{array}{c} +0.033 \\ +0.017 \end{array} \right)$$

$$d_{\max}=48+0,033=48,033$$

$$d_{\min}=48+0,017=48,017$$

$$Td=48,033-48,017=0,033-0,017=0,016$$

$$48p6 \left( \begin{array}{c} +0.042 \\ +0.026 \end{array} \right)$$

$$d_{\max}=48+0,042=48,042$$

$$d_{\min}=48+0,026=48,026$$

$$Td=48,042-48,026=0,042-0,026=0,016$$

$$48r6 \left( \begin{array}{c} +0.05 \\ +0.034 \end{array} \right)$$

$$d_{\max}=48+0,050=48,050$$

$$d_{\min}=48+0,034=48,034$$

$$Td=48,050-48,034=0,050-0,034=0,016$$

$$48s6 \left( \begin{array}{c} +0.059 \\ +0.043 \end{array} \right)$$

$$d_{\max}=48+0,059=48,059$$

$$d_{\min}=48+0,043=48,043$$

$$Td=48,059-48,043=0,059-0,043=0,016$$

$$Td=48,025-48,009=0,025-0,009=0,016$$

**Для отверстий:**

$$48F7 \left( \begin{array}{c} +0.05 \\ +0.025 \end{array} \right)$$

$$D_{\max}=48+0,050=48,050$$

$$D_{\min}=48+0,025=48,025$$

$$TD=48,050-48,025=0,050-0,025=0,025$$

$$48JS7 \left( \begin{array}{c} +0.0125 \\ -0.0125 \end{array} \right)$$

$$D_{\max}=48+0,0125=48,0125$$

$$D_{\min}=48+(-0,0125)=47,9875$$

$$TD=48,0125-47,9875=0,025$$

$$48P7(\overset{-0,017}{-0,042})$$

$$D_{\max}=48+(-0,017)=47,983$$

$$D_{\min}=48+(-0,042)=47,958$$

$$TD=48,983-47,958=0,025$$

$$48M7(\overset{0}{-0,025})$$

$$D_{\max}=48+0=48,000$$

$$D_{\min}=48+(-0,025)=47,975$$

$$TD=48,000-47,975=0,025$$

$$48R7(\overset{-0,025}{-0,05})$$

$$D_{\max}=48+(-0,025)=47,975$$

$$D_{\min}=48+(-0,05)=47,950$$

$$TD=48,975-47,950=0,025$$

$$48N7(\overset{-0,008}{-0,033})$$

$$D_{\max}=48+(-0,008)=47,992$$

$$D_{\min}=48+(-0,033)=47,967$$

$$TD=48,992-47,967=0,025$$

Вывод: при одном номинальном размере для валов и для отверстий, но с разным расположением полей допусков, предельные размеры допусков равны: для валов 0,016; для отверстий 0,025.

Таблица 1

Вариант	D = d	Вариант	D = d	Вариант	D = d
1	15	11	65	21	31
2	20	12	70	22	36
3	25	13	75	23	41

<b>4</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>80</b>	<b>24</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>85</b>	<b>25</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>90</b>	<b>26</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>65</b>	<b>28</b>	<b>66</b>
<b>9</b>	<b>55</b>	<b>19</b>	<b>70</b>	<b>29</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>76</b>

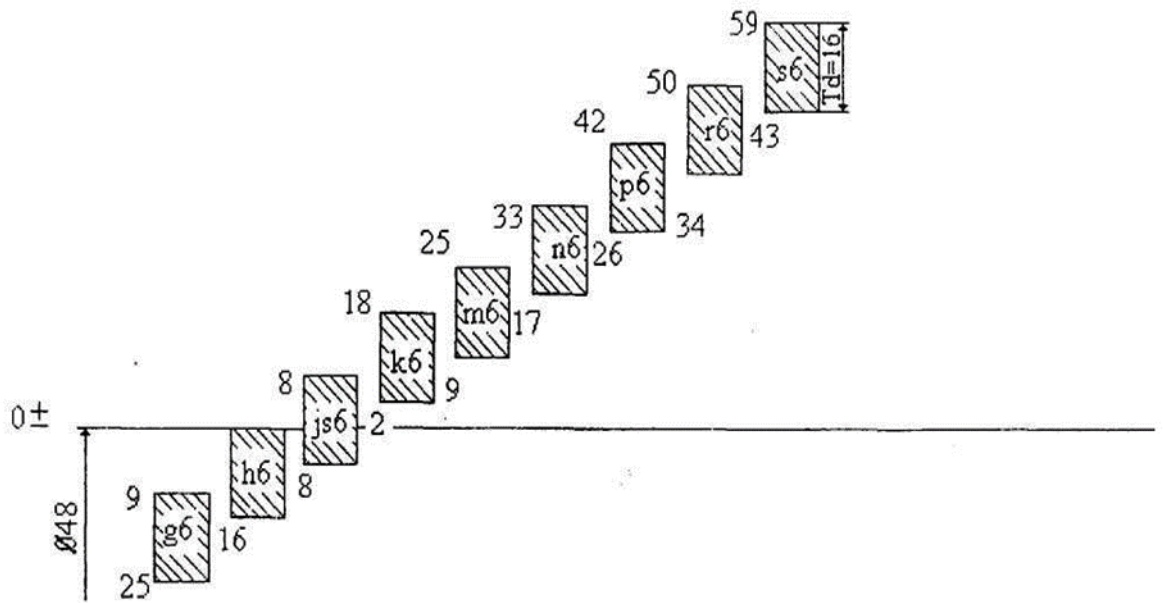
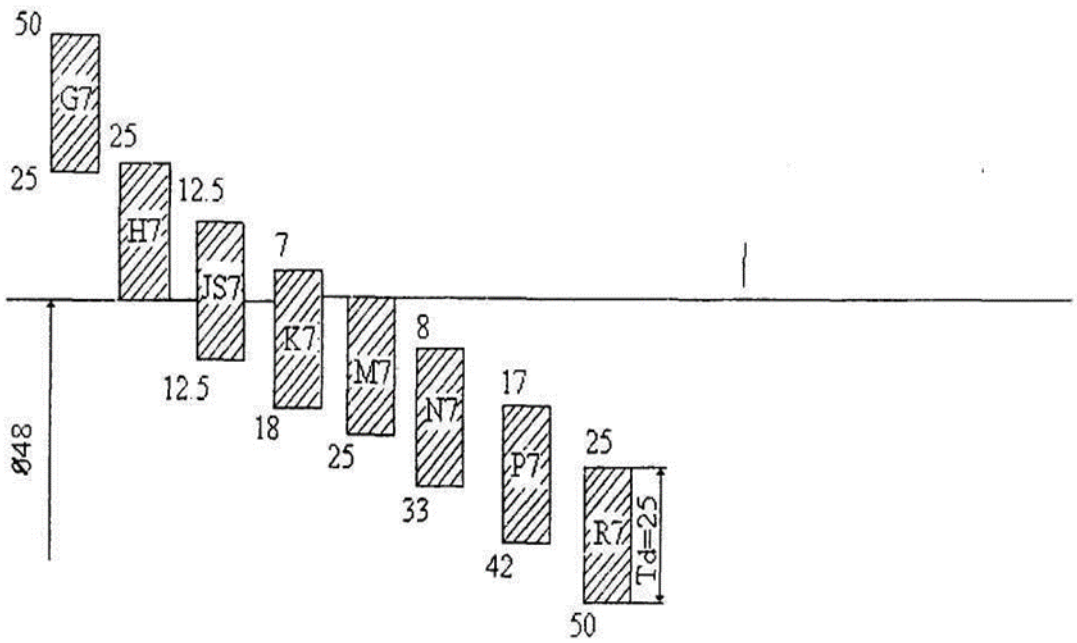


Схема расположения полей допусков валов



## Практическая работа № 2

### Графическое изображение полей допусков с зазором, натягом и переходных посадок.

**Цель работы:** Определение предельных размеров отклонений допусков и посадок, а также предельных значений зазоров или натягов и допусков, посадок. Графическое изображение полей допусков с зазором, натягом и переходных посадок.

### Содержание работы

#### ЗАДАЧА I

По заданным в табл. 1 и 2 номинальным диаметрам и посадкам (для каждого варианта необходимо решить все три примера):

1. Выполнить эскизы деталей сопряжения и показать на них номинальный диаметр с предельными отклонениями по ГОСТ 25347-82 и ГОСТ 25346 - 82.

2. Начертить схему расположения полей допусков, сопрягаемых по данной посадке деталей.

На схеме:

- показать номинальный диаметр сопряжения с его значением;
- записать условные обозначения полей допусков, предельные отклонения в мкм.

Изобразить графически предельные размеры и допуски отверстия и валов, а также основные характеристики сопряжения, с их значениями для чего необходимо рассчитать по предельным отклонениям:

- предельные размеры отверстия ( $D_{\max}$ ;  $D_{\min}$ ) и вала ( $d_{\max}$ ;  $d_{\min}$ ), допуски отверстия вала ( $TD$ ;  $Td$ );
- основные характеристики сопряжения:
  - для посадки с зазором - предельные и средние зазоры ( $S_{\max}$ ;  $S_{\min}$ ;  $S_m$ );
  - для посадки с натягом – предельные и средний натяги ( $N_{\max}$ ;  $N_{\min}$ ;  $N_m$ );
  - для переходной посадки - наибольший натяг и зазор ( $N_{\max}$ ;  $S_{\max}$ ).

Рассчитать по предельным зазорам, натягам допуск посадки ( $TN$ ;  $TS$ ;  $T(S,N)$ ) с проверкой результата по значениям допусков отверстия и вала.

Таблица 1

Пример	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	3	24	36	320	120	160	30	140	225	100
II	50	280	10	100	22	80	400	250	18	450
III	400	65	315	6	80	500	3	50	315	24

Таблица 2

Пример	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	H8/z8	H7/f7	H10/d10	P7/h7	H7/d8	R7/h6	H8/e8	U8/h7	H9/d9	P7/h6
II	H7/n6	H7/k6	K8/h7	H8/js7	K7/h6	J <sub>s</sub> 8/h7	H8/k7	H7/j <sub>s</sub> 6	H7/m6	N7/h6

Ш	H8/h 7	P7/h6	S7/h6	H7/g 6	H7/r6	H11/d1 1	R7/h 6	H7/e8	H7/r6	E9/h8
---	-----------	-------	-------	-----------	-------	-------------	-----------	-------	-------	-------

### Пример решения задачи

Решение:

Задача 1.1

$\varnothing 180 \frac{H11}{c11}$  - гладкое цилиндрическое соединение, номинальный размер –  $\varnothing 180$ .

Поле допуска вала – c11, поле допуска отверстия – H11 (основное). Посадка выполнена в системе отверстия с зазором.

По [7, стр.28 или таблица квалитетов (в файле)] определяем допуск отверстия  $\varnothing 180H11$ :  $T_D = 250$  мкм и вала  $\varnothing 180c11$ :  $T_d = 250$  мкм.

Определим предельные отклонения

для отверстия:  $ES = 250$  мкм,  $EI = 0$  мкм [7, стр. 69 или таблица осн.откл. отверстий (файл)];

для вала:  $es = -230$  мкм,  $ei = -480$  мкм [7, стр. 77 или таблица осн. откл. валов (файл)].

Рассчитаем предельные размеры и допуск отверстия  $\varnothing 180H11$ :

$$D_{\max} = D + ES = 180 + 0,250 = 180,250 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 180 + 0 = 180,000 \text{ мм};$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = 0,250 - 0 = 0,250 \text{ мм}.$$

Рассчитаем предельные размеры и допуск вала  $\varnothing 180c11$ :

$$d_{\max} = d + es = 180 + (-0,230) = 179,770 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 180 + (-0,480) = 179,520 \text{ мм};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = -0,230 - (-0,480) = 0,250 \text{ мм}.$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,250 - (-0,480) = 0,730 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0 - (-0,230) = 0,230 \text{ мм}.$$

Допуск посадки:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,730 - 0,230 = 0,500 \text{ мм}.$$

Проверка:

$$TS = TD + Td = 0,250 + 0,250 = 0,500 \text{ мм}.$$

Схема расположения полей допусков посадки  $\varnothing 180 \frac{H11(+0,250)}{c11(-0,230)}$

приведена на рис. 1

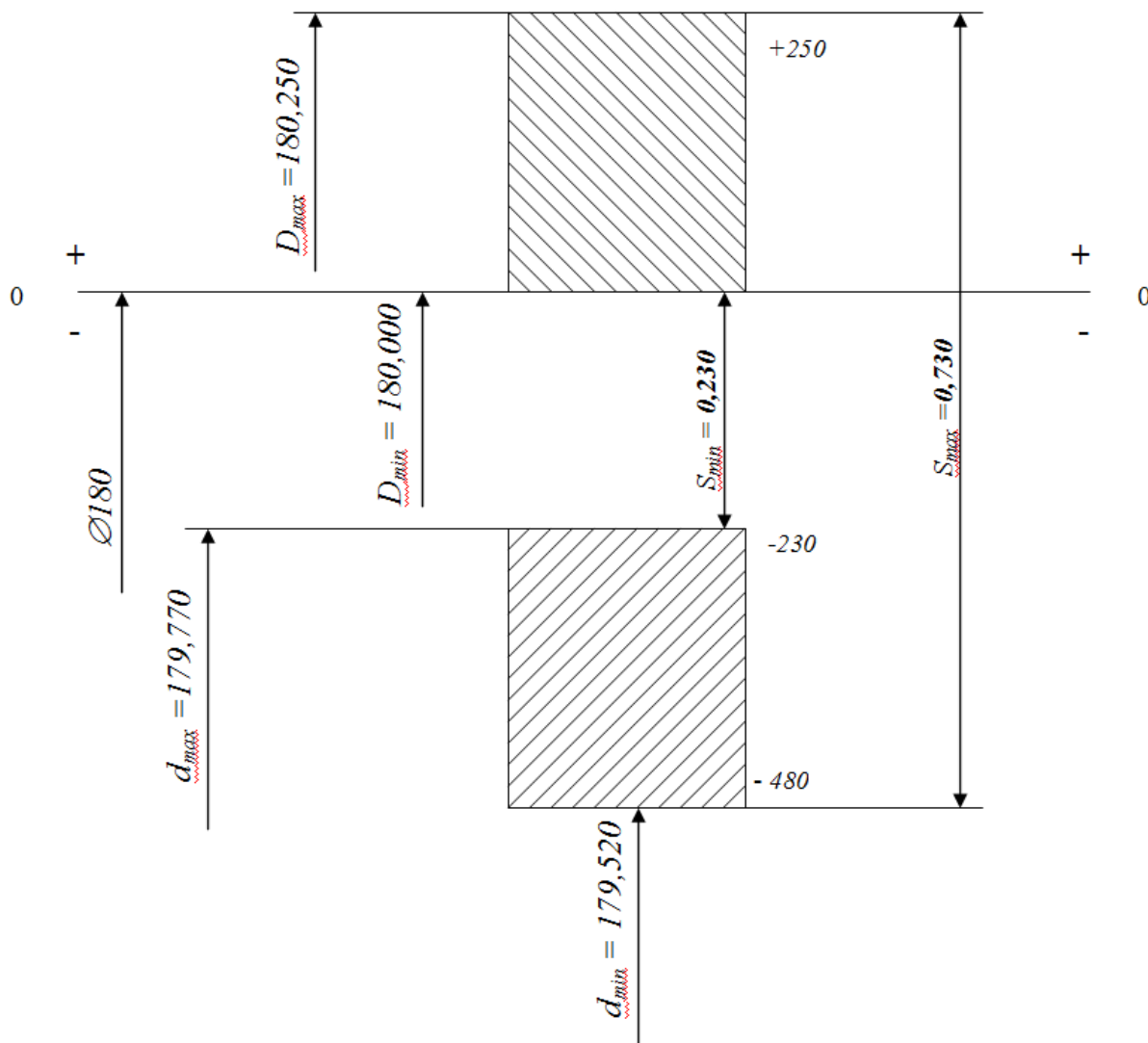


Рисунок 1

Задача 1.2

$\varnothing 120 \frac{N7}{h6}$  - гладкое цилиндрическое соединение, номинальный размер –  $\varnothing 120$ .

Поле допуска вала – h6(основное), поле допуска отверстия – N7 Посадка переходная, в системе вала.

По [7, стр. 27 или таблица квалитетов] определяем допуск отверстия  $\varnothing 120N7$ :  $T_D = 35$  мкм и вала  $\varnothing 120h6$ :  $T_d = 22$  мкм.

Определим предельные отклонения

для отверстия:  $ES = -10$  мкм,  $EI = -45$  мкм [7, стр. 106 или таблица осн.откл. отверстий (файл)];

для вала:  $es = 0$  мкм,  $ei = -22$  мкм [7, стр. 95 или таблица осн.откл. валов (файл)].

Рассчитаем предельные размеры и допуск отверстия  $\varnothing 120N7$ :

$$D_{\max} = D + ES = 120 + (-0,010) = 119,990 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 120 + (-0,045) = 119,955 \text{ мм};$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = -0,010 - (-0,045) = 0,035 \text{ мм}.$$

Рассчитаем предельные размеры и допуск вала  $\varnothing 120h6$ :

$$d_{\max} = d + es = 120 + 0 = 120,000 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 120 + (-0,022) = 119,978 \text{ мм};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0 - (-0,022) = 0,022 \text{ мм}.$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = -0,010 - (-0,022) = 0,012 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0 - (-0,045) = 0,045 \text{ мм}.$$

Допуск посадки:

$$T(S,N) = S_{\max} + N_{\max} = 0,012 + 0,045 = 0,057 \text{ мм}.$$

Проверка:

$$TS = TD + Td = 0,035 + 0,022 = 0,057 \text{ мм}.$$

Схема расположения полей допусков посадки  $\varnothing 120 \frac{N7(-0,010)}{h6(-0,022)}$  приведена на рис. 2.

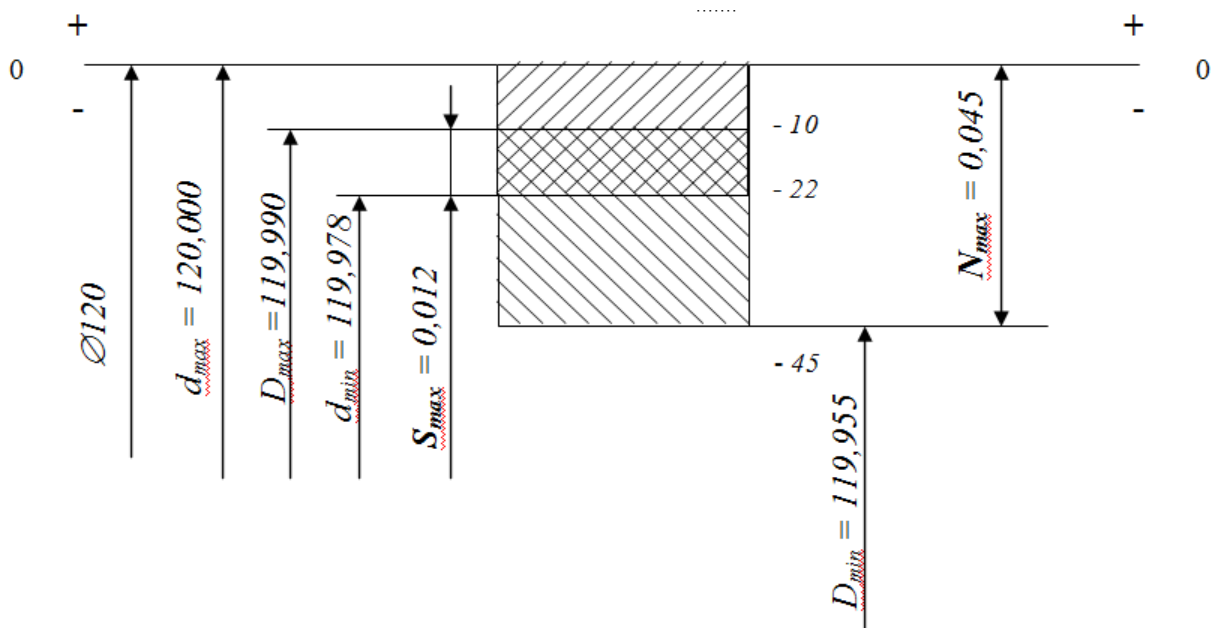


Рисунок 2

1.3  $\varnothing 63 \frac{S7}{h6}$  - гладкое цилиндрическое соединение, номинальный размер –  $\varnothing 63$ .

Поле допуска вала – h6(основное), поле допуска отверстия – S7. Посадка с натягом в системе вала. Посадка не является предпочтительной в соответствии с [7, стр. 67].

По [7, стр. 27 или таблица квалитетов] определяем допуск отверстия  $\varnothing 63S7$ :  $T_D = 30$  мкм и вала  $\varnothing 63h6$ :  $T_d = 19$  мкм.

Определим предельные отклонения

для отверстия:  $ES = -42$  мкм,  $EI = -72$  мкм [7, стр. 110 или таблица осн.откл. отверстий (файл)];

для вала:  $es = 0$  мкм,  $ei = -19$  мкм [7, стр. 95 или таблица осн.откл. валов (файл)].

Рассчитаем предельные размеры и допуск отверстия  $\varnothing 63S7$ :

$$D_{\max} = D + ES = 63 + (-0,042) = 62,958 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 63 + (-0,072) = 62,928 \text{ мм};$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = -0,042 - (-0,072) = 0,030 \text{ мм}.$$

Рассчитаем предельные размеры и допуск вала  $\varnothing 63h6$ :

$$d_{\max} = d + es = 63 + 0 = 63,000 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 63 + (-0,019) = 62,981 \text{ мм};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0 - (-0,019) = 0,019 \text{ мм}.$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0 - (-0,072) = 0,072 \text{ мм};$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = -0,019 - (-0,042) = 0,023 \text{ мм}.$$

Допуск посадки:

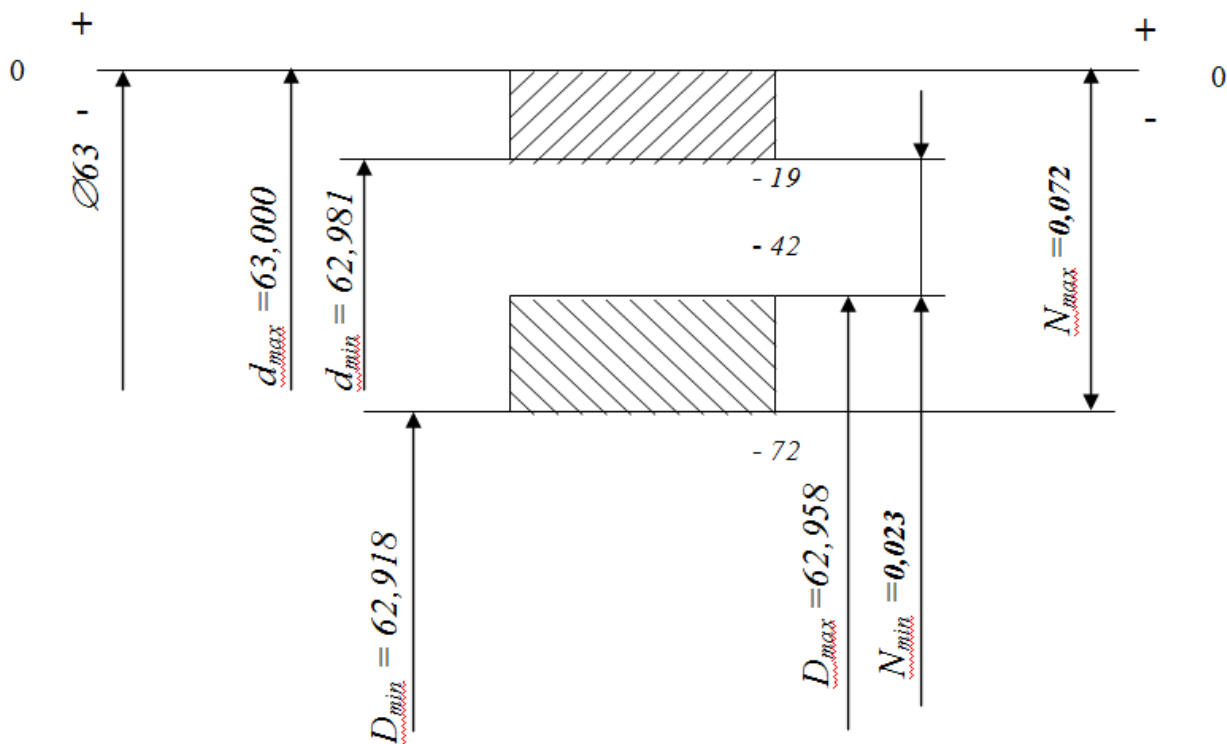
$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,072 - 0,023 = 0,049 \text{ мм}.$$

Проверка:



$$TN = TD + Td = 0,030 + 0,019 = 0,049 \text{ мм.}$$

Схема расположения полей допусков посадки  $\varnothing 63 \frac{S7(-0,042)}{h6(-0,019)}$  приведена на рис.3



### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

**Определение предельных отклонений размеров, допусков по условному обозначению. Расчет посадки по условному обозначению. Графическое изображение посадки**

#### 1 Цель работы:

- приобрести навыки в выборе предельных отклонений в стандарте ЕСДП.

#### 2 Краткие теоретические сведения

Обеспечение взаимозаменяемости и нормирования точности осуществляется государственными стандартами Единой системы допусков и посадок ЕСДП и Основными нормами взаимозаменяемости ОНВ, базирующимися на стандартах ИСО.

Основные понятия и определения согласно ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88).

*Номинальный размер* - размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчёта отклонений, (размер отверстия  $D$ , вала  $d$ ).

*Отверстие* – термин, применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) цилиндрических и плоских параллельных поверхностей.

*Вал* – термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) цилиндрических и плоских параллельных поверхностей.

*Действительный размер* – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

*Предельные размеры* - два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Большой из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* ( $D_{max}$ ,  $d_{max}$ ), а

меньший - наименьшим предельным размером ( $D_{min}$ ,  $d_{min}$ ),

*Отклонением* называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают  $E$ , валов  $e$ .

*Предельное отклонение* равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения.

*Верхнее отклонение* ( $ES$ ,  $es$ ) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

$$\text{для отверстия} \quad \mathbf{ES = D_{max} - D}$$

$$\text{для вала} \quad \mathbf{es = d_{max} - d}$$

*Нижнее отклонение* ( $EI$ ,  $ei$ ) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

$$\text{для отверстия} \quad \mathbf{EI = D_{min} - D}$$

$$\text{для вала} \quad \mathbf{ei = d_{min} - d}$$

*Допуск*  $T$  – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

$$\text{Для отверстия} \quad \mathbf{TD = D_{max} - D_{min}} \quad \text{или} \quad \mathbf{TD = ES - EI}$$

$$\text{Для вала} \quad \mathbf{Td = d_{max} - d_{min}} \quad \text{или} \quad \mathbf{Td = es - ei}$$

*Квалитет* – совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

*Нулевая линия* – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок; если нулевая линия расположена горизонтально, то положительное отклонение откладывается вверх от неё, а отрицательное вниз.

*Поле допуска* – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями.

*Посадкой* называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в ней зазоров или натягов.

*Зазором*  $S$  называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

*Натягом*  $N$  называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

посадки с зазором обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала);

посадки с натягом обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия);

переходные посадки дают возможность получать в соединении, как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).

*Допуск посадки* – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

*Наибольший зазор*  $S_{max}$  равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала.

$$\mathbf{S_{max} = D_{max} - d_{min}} \quad \text{или} \quad \mathbf{S_{max} = ES - ei}$$

*Наименьший зазор*  $S_{min}$  равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала.

$$\mathbf{S_{min} = D_{min} - d_{max}} \quad \text{или} \quad \mathbf{S_{min} = EI - es}$$

*Допуск посадки с зазором (допуск зазора)* равен разности предельных зазоров:

$$\mathbf{TP = TS = S_{max} - S_{min}} \quad \text{или} \quad \mathbf{TS = TD + Td}$$

*Наибольший натяг*  $N_{max}$  равен разности наибольшего предельного размера вала

и наименьшего предельного размера отверстия.

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad \text{или} \quad N_{\max} = es - EI$$

Наименьший натяг  $N_{\min}$  равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad \text{или} \quad N_{\min} = ei - ES$$

Для посадок с натягом допуск посадки равен допуску натяга или разности натягов:

$$T_{\text{П}} = T_{\text{N}} = N_{\max} - N_{\min} \quad \text{или} \quad T_{\text{N}} = T_{\text{D}} + T_{\text{d}}$$

При вычислении допуска переходных посадок в формулы подставляют предельные зазоры или натяги с их знаками:

$$T(S, N) = S_{\max} + N_{\max} \quad \text{или} \quad T(S, N) = T_{\text{D}} + T_{\text{d}}$$

Системой допусков и посадок называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов.

### 3 Порядок выполнения работы

1 Определить систему и записать обозначение посадок в таблицу 1.

Таблица 1- Параметры посадок

Посадка		Первая		Вторая		Третья	
Обозначение посадки							
Система (отв. или вала)							
Характер посадки							
Обозначение отверстия и вала		отв.	вал	отв.	вал	отв.	вал
Предельное отклонение	верхнее						
	нижнее						
Предельный размер	max						
	min						
Допуск							
$S_{\max}$							
$S_{\min}$							
$N_{\max}$							
$N_{\min}$							
Допуск посадки							

2 По чертежу 4 ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88) стр.3 определить характер посадки. Для посадок записать обозначение отверстия и вала.

3 Из ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-88) выбрать предельные отклонения для отверстия из таблицы 8, а для вала из таблицы 7.

Примечание: Предельные отклонения надо записывать со своими знаками в миллиметрах.

4 По формулам рассчитать размерные параметры отверстий, валов и посадок и

заполнить таблицу 1 отчета.

5 В соответствующем масштабе вычертить схемы полей допусков каждой посадки. Все размеры, предельные отклонения и предельные зазоры, натяги обозначить стрелками и проставить их значения.

#### 4 Содержание отчёта

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы:
  - заполнение таблицы 1;
  - изображение схемы полей допуска каждой посадки
- 4 Информация о проделанной работе:
  - заполненная таблица;
  - графическое изображение схемы полей допусков посадок
- 5 Вывод

#### 5 Контрольные вопросы

- 1 Назовите нормативные документы по обеспечению взаимозаменяемости.
- 2 Дайте понятия: номинальный, действительный и предельный размер.
- 3 Дайте понятия: отклонение, верхнее, нижнее и среднее отклонение.
- 4 Дайте понятия: допуск; нулевая линия, поле допуска; вал, отверстие, посадка.
- 5 Какие виды посадок вы знаете?

#### 6 Список литературы

- 1 ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88). ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. М, изд. Стандартов, 1989.
- 2 ГОСТ 25347-2013 ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов
- 3 ГОСТ 30893.1-2002 ОНВ. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками

#### Приложение А

(обязательное)

Таблица А1- Исходные данные для расчёта задачи

№ варианта	Первая посадка	Вторая посадка	Третья посадка
1	$\varnothing 40 \frac{H7}{f7}$	$\varnothing 31 \frac{H8}{z8}$	$\varnothing 12 \frac{N7}{h7}$
2	$\varnothing 40 \frac{H7}{g4}$	$\varnothing 175 \frac{U8}{h8}$	$\varnothing 15 \frac{js4}{h7}$
3	$\varnothing 73 \frac{H8}{d8}$	$\varnothing 28 \frac{H8}{u8}$	$\varnothing 70 \frac{K8}{h8}$
4	$\varnothing 125 \frac{C11}{h11}$	$\varnothing 75 \frac{U8}{h7}$	$\varnothing 70 \frac{K7}{h7}$
5	$\varnothing 320 \frac{H10}{d10}$	$\varnothing 56 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 23 \frac{P7}{h7}$

6	$\varnothing 52 \frac{H9}{e9}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 251 \frac{H12}{js12}$
7	$\varnothing 14 \frac{H9}{d9}$	$\varnothing 38 \frac{H6}{r5}$	$\varnothing 185 \frac{H15}{js15}$
8	$\varnothing 37 \frac{H10}{h10}$	$\varnothing 90 \frac{N6}{h5}$	$\varnothing 27 \frac{K8}{h8}$
9	$\varnothing 45 \frac{H8}{d8}$	$\varnothing 85 \frac{P6}{h5}$	$\varnothing 45 \frac{H7}{k6}$
10	$\varnothing 18 \frac{G7}{h7}$	$\varnothing 80 \frac{R7}{h6}$	$\varnothing 75 \frac{H7}{js6}$
11	$\varnothing 32 \frac{B11}{h11}$	$\varnothing 71 \frac{P7}{h6}$	$\varnothing 71 \frac{N7}{h6}$
12	$\varnothing 32 \frac{B12}{h12}$	$\varnothing 63 \frac{H6}{n5}$	$\varnothing 63 \frac{H8}{k7}$
13	$\varnothing 43 \frac{A11}{h11}$	$\varnothing 45 \frac{H6}{p5}$	$\varnothing 56 \frac{M7}{k6}$
14	$\varnothing 55 \frac{D11}{h11}$	$\varnothing 55 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{m7}$
15	$\varnothing 60 \frac{H11}{b11}$	$\varnothing 15 \frac{U8}{h8}$	$\varnothing 45 \frac{K7}{h6}$
16	$\varnothing 62 \frac{H10}{d10}$	$\varnothing 78 \frac{H6}{r5}$	$\varnothing 38 \frac{H7}{m6}$
17	$\varnothing 175 \frac{H12}{b12}$	$\varnothing 61 \frac{P7}{h6}$	$\varnothing 30 \frac{H8}{n7}$
18	$\varnothing 31 \frac{H10}{d10}$	$\varnothing 70 \frac{H6}{r5}$	$\varnothing 28 \frac{Js7}{h6}$
19	$\varnothing 78 \frac{D10}{h10}$	$\varnothing 85 \frac{U8}{h7}$	$\varnothing 61 \frac{N7}{h6}$
20	$\varnothing 11 \frac{F9}{h9}$	$\varnothing 70 \frac{R7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$
21	$\varnothing 10 \frac{D8}{h8}$	$\varnothing 78 \frac{P7}{h6}$	$\varnothing 201 \frac{H12}{js12}$
22	$\varnothing 31 \frac{D9}{h9}$	$\varnothing 58 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 36 \frac{K8}{h7}$
23	$\varnothing 42 \frac{C11}{h11}$	$\varnothing 60 \frac{N6}{h5}$	$\varnothing 38 \frac{Js7}{h6}$

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### Расчет исполнительных размеров калибров

**1 Цель работы:** научиться рассчитывать исполнительные размеры калибров и предъявлять технические требования к ним

#### 2 Краткие теоретические сведения

Калибрами называются бесшкальные мерительные инструменты, предназначенные для проверки размеров, формы и взаимного расположения частей изделий,

В зависимости от способа проверки изделий калибры делятся на нормальные, изготавливаемые по номинальному размеру, на предельные калибры пробки и скобы, которые служат для ограничения предельных размеров изделий. Наиболее распространенными являются предельные калибры. Для контроля одного размера требуется два предельных калибра - проходной и непроходной. Изделие считается

годным, если проходной калибр проходит, а непроходной не проходит, следовательно, размер изделия находится между размерами двух калибров. Так как эти два калибра, обычно, объединены конструктивно в один калибр, то размер годного изделия должен лежать между размером проходной стороны и размером непроходной стороны калибра. По назначению предельные калибры делятся на калибры пробки для проверки отверстий и на калибры кольца и скобы для проверки валов для деталей 6-17 квалитетов.

По применению калибры делятся на рабочие, приемные и контрольные.

По рабочим калибрам ПР и НЕ изготавливаются изделия на рабочем месте.

Контрольными калибрами контролируются размеры рабочих и приемных калибров.

Предельные калибры изготавливают из углеродистой инструментальной стали марки У10А, закаливают в масле для получения твердости в пределах HRC 58-62.

В процессе эксплуатации проходных калибров вследствие контакта измерительной поверхности с поверхностью измеряемой детали происходит износ поверхности проходного калибра. В связи с этим измерительные поверхности проходных калибров имеют дополнительный допуск на эксплуатационный износ.

Для восстановления размеров проходных сторон калибров применяют размерное хромирование. На рабочей поверхности калибра должно быть указано буквенное обозначение поля допуска с номинальным размером детали для проверки, которой он предназначен. Полная маркировка должна содержать еще дополнительные указания.

Размеры, по которым изготавливаются измерительные поверхности калибров, называются исполнительными размерами. Допуски на их изготовление устанавливаются по ГОСТ 24853-81 в зависимости от номинальных размеров, системы допусков с учетом схемы расположения полей допусков.

**3 Задание** Для посадки выполнить расчет исполнительных размеров калибр-скобы и калибр-пробки, в соответствии с вариантом (Приложение А). На миллиметровой бумаге выполнить схему расположения полей допусков. Выполнить чертежи с размерами и указаниями технических требований к ним.

#### 4 Порядок выполнения работы

1 Письменно ответить на контрольные вопросы

2 Выполнить расчет исполнительных размеров калибр-скобы и калибр-пробки по примерам, в соответствии с вариантом (Приложение А).

**Пример 1** Определить исполнительные размеры проходного калибра ПР и непроходного калибра НЕ для проверки размеров отверстия 70К7.

1 Номинальный размер изделия и поле допуска  $D=70\text{ K}7$ ;

2 Верхнее отклонение отверстия:  $ES=9\text{ мкм}=0,009\text{ мм}$  ГОСТ 24853-81;

3 Нижнее отклонение отверстия:  $EI=-21\text{ мкм}=-0,021\text{ мм}$ ;

4 Наибольший предельный размер изделия:

$$D_{\max}=D+ES=70+0,009=70,009$$

5 Наименьший предельный размер изделия:

$$D_{\min}=D+EI=70-0,021=69,979$$

6 Отклонение середины поля допуска на изготовление проходной пробки

$$z=4\text{ мкм}=0,004\text{ мм}$$
 ГОСТ 24853-81

7 Допуск на изготовление проходной пробки ПР:  $H=5\text{ мкм}=0,005\text{ мм}$

8 Наибольший предельный размер проходной пробки

$$ПР_{\max} = D_{\min} + z + H/2 = 69,979 + 0,004 + 0,005/2 = 69,9855$$

9 Наименьший предельный размер проходной пробки

$$ПР_{\min} = D_{\min} + z - H/2 = 69,979 + 0,004 - 0,005/2 = 69,9805$$

10 Допустимый выход размера изношенной проходной пробки для отверстия за, границу поля допуска изделия :  $Y=3 \text{ мкм}=0,003 \text{ мм}$  ГОСТ 24853-81

11 Наибольший размер изношенной проходной пробки

$$ПР_{\text{изм.}} = D_{\min} - Y = 69,979 - 0,003 = 69,976$$

12 Допуск на изготовление пробки НЕ:  $H=5 \text{ мкм}=0,005 \text{ мм}$  ГОСТ 24853-81

13 Наибольший предельный размер пробки НЕ

$$НЕ_{\max} = D_{\max} + H/2 = 70,009 + 0,005/2 = 70,0115$$

14 Наименьший предельный размер пробки НЕ

$$НЕ_{\min} = D_{\max} - H/2 = 70,009 - 0,005/2 = 70,0065$$

15 Обозначение исполнительного размера

$$ПР = 69,985_{-0,005}$$

$$НЕ = 70,011_{-0,005}$$

**Пример 2** Определить исполнительные размеры проходного калибра ПР и непроходного калибра НЕ для проверки размеров вала  $d=70 \text{ м6}$

1 Номинальный размер изделия, и поле допуска  $d=70 \text{ м6}$ ;

2 Верхнее отклонение вала  $es=+21 \text{ мкм}=+0,021 \text{ мм}$ ;

3 Нижнее отклонение вала  $ei=+2 \text{ мкм}=+0,002 \text{ мм}$ ;

4 Наибольший предельный размер изделия

$$d_{\max} = d + es = 70,000 + 0,021 = 70,021;$$

5 Наименьший предельный размер изделия

$$d_{\min} = d + ei = 70,000 + 0,002 = 70,002;$$

6 Допуск размера изделия

$$Td = es - ei = 0,021 - 0,002 = 0,019$$

**Проходная калибр-скоба ПР для вала**

1 Отклонение середины поля допуска из изготовления ПР скобы

$$z_1 = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм}$$

2 Допуск на изготовление ПР скобы

$$H_1 = 5 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм}$$

3 Наибольший предельный размер ПР скобы

$$ПР_{\max} = d_{\max} - z_1 + H_1/2 = 70,021 - 0,004 + 0,005/2 = 70,0195$$

4 Наименьший предельный размер ПР скобы

$$ПР_{\min} = d_{\max} - z_1 - H_1/2 = 70,021 - 0,004 - 0,005/2 = 70,0145$$

5 Допустимый выход размера изношенной ПР скобы за границу поля допуска изделия:  $y_1 = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм}$

6 Наибольший размер изношенной ПР скобы

$$ПР_{\text{изн.}} = d_{\max} + y_1 = 70,021 + 0,003 = 70,024$$

7 Допуск на изготовление скобы НЕ:  $H_1 = 5 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм}$

## **Непроходная калибр –скоба для вала**

1 Наибольший предельный размер скобы HE

$$HE_{\max} = d_{\min} + H_1/2 = 70,002 + 0,005/2 = 70,0045$$

2 Наименьший предельный размер скобы HE

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1/2 = 70,002 - 0,005/2 = 69,9995$$

3 Обозначение исполнительного размера

$$PP = 70,014^{+0,005}$$

$$HE = 69,999^{+0,005}$$

3 На миллиметровой бумаге выполнить схему расположения полей допусков.

4 Выполнить чертежи с размерами и указаниями технических требований к ним  
(Приложение Б)

## **5 Содержание отчёта**

1 Наименование работы

2 Цель работы

3 Порядок выполнения работы:

- ответы на вопросы;
- расчёт исполнительных размеров;
- схему расположения полей допусков;
- чертёж.

4 Вывод

## **6 Контрольные вопросы**

1 Что такое калибры?

2 Какие калибры называют предельными?

3 Перечислите виды гладких калибров для контроля отверстий и признаки годности деталей при контроле калибрами.

4 Какие конструкции гладких калибров-пробок вы знаете?

5 Опишите маркировку гладких калибров.

6 Как образуются поля допусков гладких калибров?

7 Перечислите виды гладких калибров для контроля валов и признаки годности деталей при контроле калибрами.

8 Какие конструкции гладких калибров-скоб вы знаете?

9 Как определить износ калибров?

## **7 Список литературы**

1 ГОСТ 24853-81 - Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски

2 ГОСТ 25347-2013 ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов.

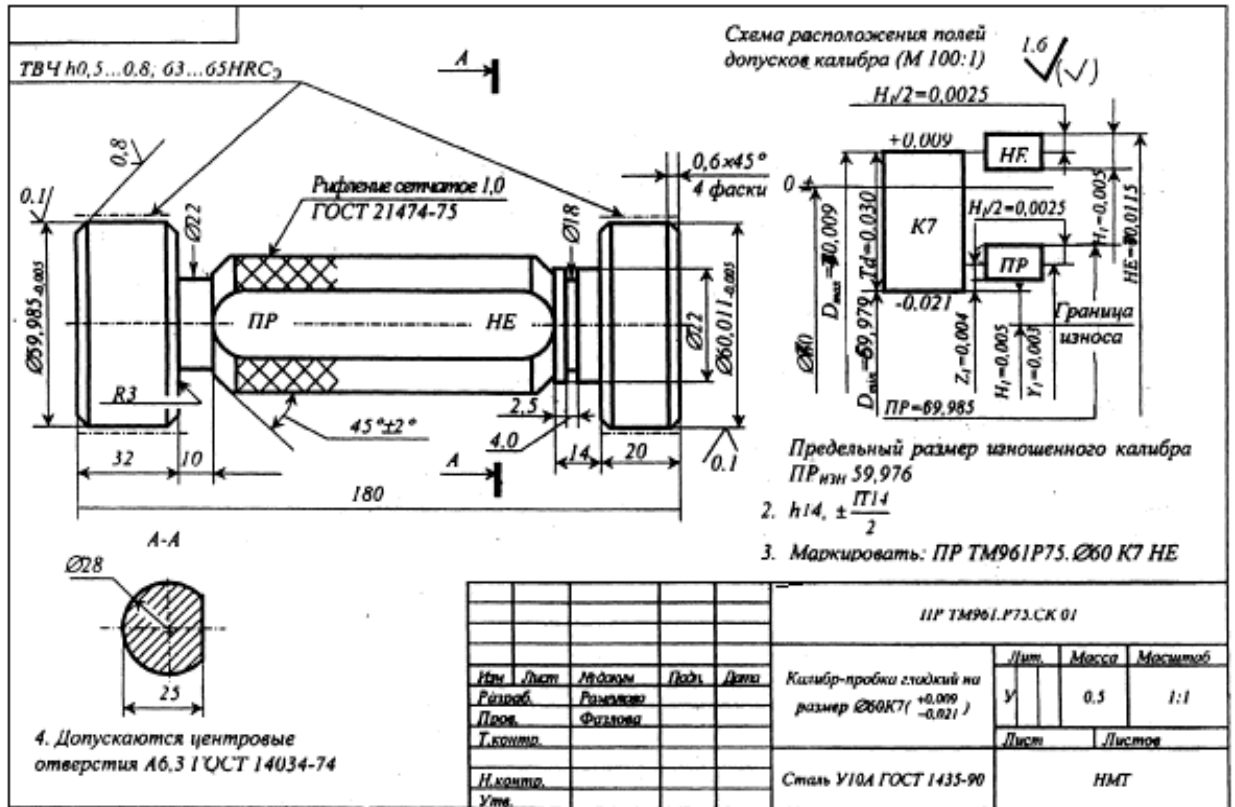
Приложение А  
(обязательное)

Таблица А1 – Исходные данные для расчёта



Вариант	Номинальный размер	Посадка	Вариант	Номинальный размер	Посадка
1	50	H7/f7	18	42	R7/h6
2	60	G7/g6	19	40	H8/e8
3	70	H7/r6	20	32	U8/h7
4	95	K7/h6	21	44	F8/h7
5	23	H6/p6	22	54	H8/m7
6	21	H7/k6	23	50	P7/h6
7	42	H8/u8	24	60	D9/h8
8	40	E9/h8	25	70	K7/h6
9	32	H6/g6	26	75	H6/n5
10	44	H11/h11	27	66	E8/h8
11	54	H7/js6	28	55	H7/m6
12	50	M6/h6	29	64	H8/s7
13	60	H11/h11	30	72	H7/u8
14	70	N7/h6	31	82	H7/s7
15	85	P6/h5	32	88	E9/h9
16	23	H9/d9	33	45	H8/z8
17	21	H8/k7	34	35	H9/m8

Приложение Б  
(обязательное)



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

### Нормирование параметров шероховатостей, точности формы и расположения поверхностей

#### 1 Цель работы:

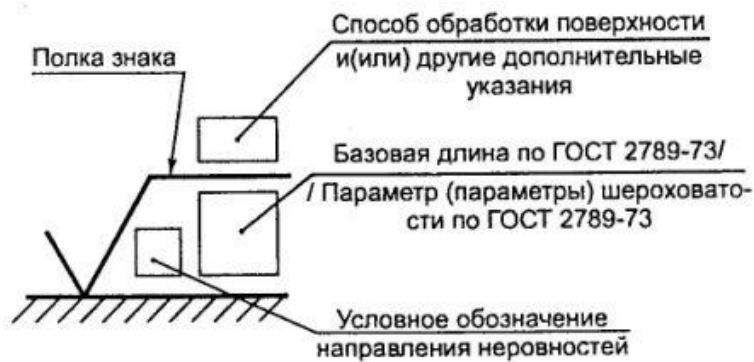
- приобретение навыков в указании шероховатости поверхностей, допусков формы и расположения поверхностей на чертеже

#### 2 Краткие теоретические сведения

*Шероховатостью* поверхности называется совокупность неровностей с относительно малыми шагами, выделенная на базовой длине.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена в соответствии с ГОСТ 2.309 – 73 с изменениями от 28.05.2002 г.

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.



Черт. 1

Рисунок 1 - Структура обозначения шероховатости поверхности

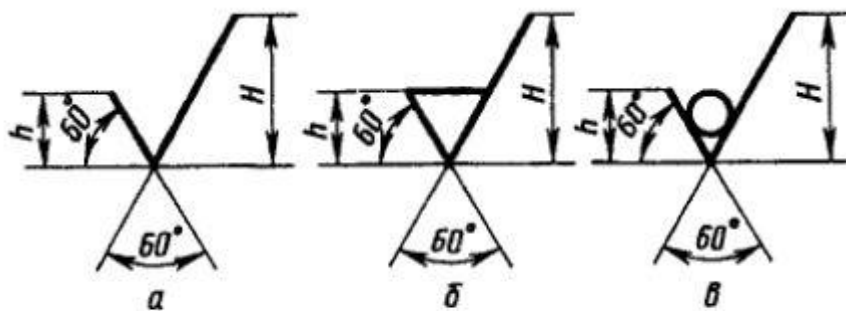


Рисунок 2 - Знаки для обозначения шероховатости поверхности

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1,5...5)h$ . Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.

В зависимости от выбранного вида обработки установлено три знака обозначения шероховатости:

- вид обработки поверхности конструктором не установлен (рис. 1, б);
- шероховатость поверхности образована удалением слоя материала, (рис. 1, в) (точение, фрезерование, сверление и т. п.);
- шероховатость поверхности образована без снятия слоя материала (рис. 1, г) (литьё,ковка, штамповка, прокат и т. п.).

Значение параметра шероховатости указывают под обозначения шероховатости тремя способами:

- указывают наибольшие допустимые значения параметра после соответствующего символа, например  $Ra\ 0,4$ ;  $R_{max}\ 6,3$ ;  $S_m\ 0,63$ ;  $S\ 0,032$ ;
- при указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности (наибольшего и наименьшего) в обозначении приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:  $Ra\ \begin{matrix} 0,8 \\ 0,4 \end{matrix}$ ;  $Rz\ \begin{matrix} 0,4 \\ 0,2 \end{matrix}$ .

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее большей шероховатости.

- при указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями, например  $Ra\ 1\pm 20\%$ ;  $Rz\ 100\ \begin{matrix} +20\% \\ -10\% \end{matrix}$ ;  $S_m\ 0,63^{+50\%}$ ;  $t\ 70\pm 40\%$ .

Таблица 1 – Направление поверхностных неровностей

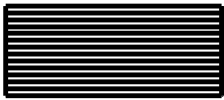
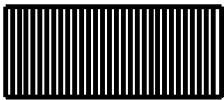
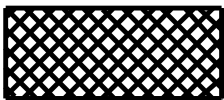


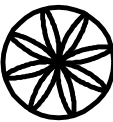
Типы направлений поверхностей	Схематическое изображение	Условные знаки
Параллельное		=
Перпендикулярное		⊥
Перекрещивающееся		X
Произвольное		M
Кругообразное		C
Радиальное		R

Рис.27 Направление поверхностных неровностей

*Отклонением формы* называется отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или профиля.

*Отклонением расположения* называется отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Вид допуска формы и расположения согласно ГОСТ 2.308-2011 следует обозначать на чертеже знаками, приведёнными в таблице

Таблица

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности	-
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуски расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Суммарный допуск параллельности и плоскостности	
	Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности	
	Суммарный допуск наклона и плоскостности	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцевого биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

### **3 Порядок выполнения работы**

- 1 Начертить эскиз детали, согласно варианту.
  - 2 Нанести размеры и обозначения допусков формы и расположения поверхностей в соответствии с номером задачи.
  - 3 Определить числовое значение допусков формы и расположения
  - 4 Проставить на чертеже знаки и числовые значения допусков формы и расположения поверхностей.
- Примечание: Для простановки знаков воспользуйтесь ГОСТ 2.308-2011. Для выбора числовых значений воспользуйтесь ГОСТом 24633-81. Для определения степени точности воспользуйтесь ГОСТ 24643-81.
- 5 Расшифровать обозначения шероховатости поверхностей

### **4 Содержание отчёта**

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы:
  - вычерчивание эскиза детали;
  - указание допуска формы и расположения поверхностей;
  - расшифровка шероховатости поверхностей.
- 4 Информация о проделанной работе:
  - эскиз детали с обозначением шероховатости и допусков
- 5 Вывод

### **5 Контрольные вопросы**

- 1 Какие параметры характеризуют шероховатость поверхности?
- 2 Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах.
- 3 Назовите виды отклонений в продольном и поперечном сечении.
- 4 Как называются отклонения от правильного расположения поверхностей и осей?
- 5 Обозначение отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах.

### **6 Список литературы**

- 1 ГОСТ 2.308-2011. ЕСКД. Указания допусков формы и расположения поверхностей
- 2 ГОСТ 2.309 – 73. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей. - С изменениями от 28.05.2002 г.
- 3 ГОСТ 2789-73 СТ СЭВ 638-78. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристика.
- 4 ГОСТ 24643-81 СТ СЭВ 636-77. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

## Приложение А

(обязательное)

**Задача.** Начертить эскиз детали (рис. 3,4), нанести размеры и обозначения допусков формы и расположения поверхностей в соответствии с номером задачи. Расшифровать обозначение шероховатости поверхностей.

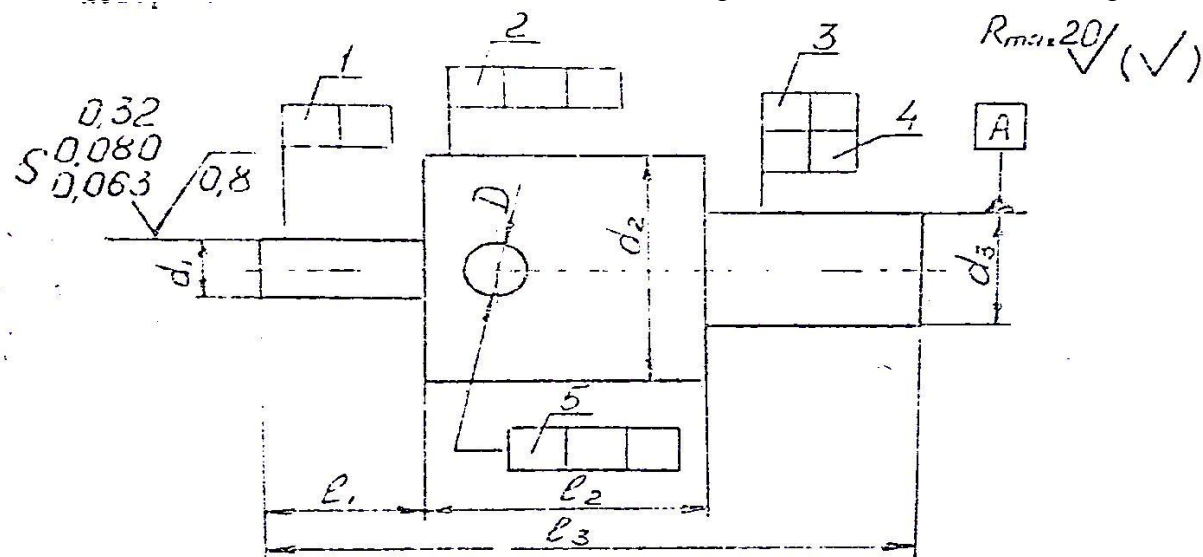


Рис. 9

Таблица 6

Рисунок 3 – Эскиз детали для задач 1-5

Таблица А1- Исходные данные для расчёта задач 1-5

№ задачи	1	2	3	4	5
Номинальный размер $d_1$	8	10	16	18	20
Номинальный размер $d_2$	40	45	50	63	38
Номинальный размер $d_3$	20	18	24	25	15
Номинальный размер $D$	14	6	8	12	10
Номинальный размер $l_1$	16	20	32	36	40
Номинальный размер $l_2$	30	35	40	45	50
Номинальный размер $l_3$	66	85	95	100	120
Степень точности					
Рамка 1 Допуск цилиндричности	5	-	-	8	10
Рамка 2 Допуск радиального биения относительно оси А	7	-	9	6	-
Рамка 3 Допуск профиля продольного сечения	10	8	-	-	6
Рамка 4 Допуск круглости	-	6	7	8	-
Рамка 5 Допуск пересечения осей в диаметральном выражении	-	10	6	-	9

Примечание: Рамки, для которых степень точности в таблице А1 и А2 не указана, на эскизе детали не чертить.

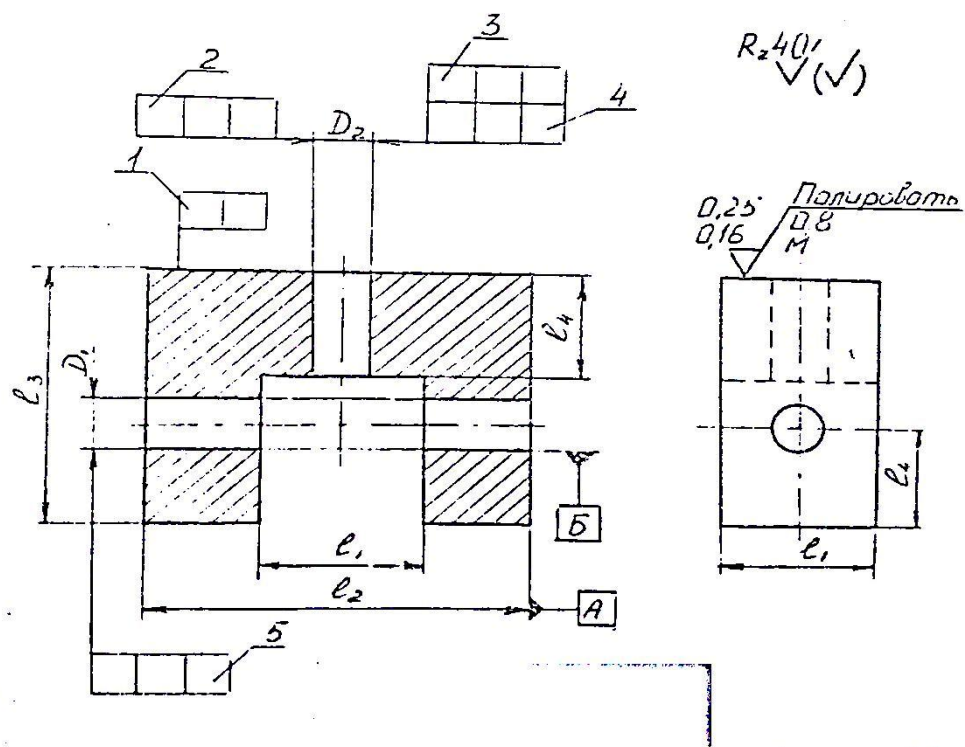


Рисунок 3 – Эскиз детали для задач 6-10

Таблица A2 - Исходные данные для расчёта задач 6-10

№ задачи	6	7	8	9	10
Номинальный размер $D_1$	8	10	15	20	28
Номинальный размер $D_2$	12	6	20	15	32
Номинальный размер $l_1$	24	30	36	40	50
Номинальный размер $l_2$	50	60	70	75	90
Номинальный размер $l_3$	40	45	50	60	80
Номинальный размер $l_4$	14	16	18	22	28
Степень точности					
Рамка 1 Допуск плоскостности	10	-	-	7	6
Рамка 2 Допуск пересечения осей относительно поверхности Б в радиальном выражении	8	-	6	10	-
Рамка 3 Допуск симметричности относительно размера А в радиальном выражении	6	9	-	-	11
Рамка 4 Допуск перпендикулярности относительно поверхности Б	-	7	10	9	-
Рамка 5 Допуск соосности относительно поверхности Б в диаметральном выражении	-	5	8	-	9

### Практическая работа № 6 «Правила чтения чертежей».

#### Теоретическая часть

**Чертеж** — это графическое изображение линиями на плоскости объекта (с указанием его размеров), необходимых для того, чтобы его изготовить, собрать, установить, построить, проконтролировать и т. д.



**Чтение чертежа** — это умение определить по техническому эскизу название изделия, масштаб изображения, размеры и форму, а также материалы, из которых оно изготовлено.

Виды чертежей в основном делятся по признакам:

- сборочные;
- гидро-, пневмо- и электромонтажные;
- чертежи деталей;
- план-схемы;
- теоретические;
- фоточертежи;
- монтажные;
- спецификации;
- аксонометрические и т. д.

Выделяют 5 основных назначений чертежей:

1. Продемонстрировать общий вид объекта.
2. Показать объект в разрезе или в сечении.
3. Выделить внутреннее строение детали, узла и т. д.
4. Отразить способы крепления объекта.
5. Изобразить проекции детали.

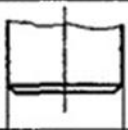
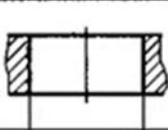
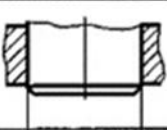
Все технические рисунки изготавливают согласно правилам государственных стандартов (ГОСТ) и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

#### **Обозначения размеров**

На чертежах, по умолчанию, в машиностроении на технических эскизах все размеры указывают в миллиметрах.

Величина обозначают соответствующим числом (без указания единиц измерения) и линиями со стрелками на концах. Эти линии непрерывны и параллельны контурам детали. Располагаются они снаружи изображаемого объекта.

#### **Примеры указания размеров**

Способ указания на чертежах предельных отклонений			
1. Условное обозначение полей допусков	$\varnothing 64 k6$	$\varnothing 64 H7$	$\varnothing 64 \frac{H7}{k6}$
2. Указание числовых значений предельных отклонений	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.021 \\ -0.002 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.02 \\ -0.002 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.020 \\ +0.021 \\ -0.002 \end{matrix}$
3. Условное обозначение полей допусков с указанием их числовых значений	$\varnothing 64 k6 \begin{matrix} (+0.021) \\ (-0.002) \end{matrix}$	$\varnothing 64 H7 \begin{matrix} (+0.02) \\ (-0.002) \end{matrix}$	$\varnothing 64 \frac{H7 \begin{matrix} (+0.020) \\ (-0.002) \end{matrix}}{k6 \begin{matrix} (+0.021) \\ (-0.002) \end{matrix}}$

Выделяют несколько основных разновидностей размеров:

- линейные отображают длины линий и дуг;
- радиальные показывают, например, диаметры отверстий;
- угловые указываются в градусах и демонстрируют, соответственно, размер угла.

Допуски, их форма и расположение на поверхности детали обозначают графическими символами, регламентированными в системе ГОСТов.

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	—
	Допуск круглости	—
	Допуск цилиндричности	—
	Допуск профиля продольного сечения	—
Допуски расположения	Допуск параллельности	—
	Допуск перпендикулярности	—
	Допуск наклона	—
	Допуск соосности	—
	Допуск симметричности	—
	Позиционный допуск	—
	Допуск пересечения осей	—
	Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения
Допуск торцового биения		—
Допуск биения в заданном направлении		—
Допуск полного радиального биения		—
Допуск полного торцового биения		—
Допуск формы заданного профиля		—
Формы заданной поверхности	—	

### Выносные элементы

**Выносной элемент** — дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т.п., обозначая выносной элемент прописной буквой русского алфавита на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рис. 1)

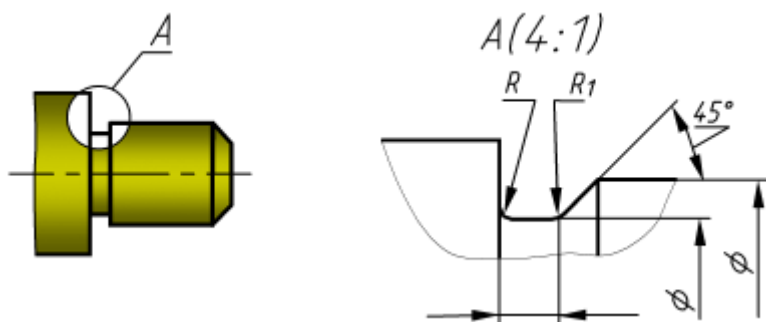


рис. 1

### Обозначение материалов в сечениях

**Сечение** — это один из способов изображения объекта на техническом эскизе. Он представляет собой изображение фигуры, получившееся после ее условного рассечения. Оно позволяет рассмотреть внутренний вид предмета.

Сечения бывают 2 основных форм.

1. Вынесенные. Отображаются за пределами контура предмета.(рис.2,а)
2. Наложённые. Отображаются в рамках контура детали.(рис.2,б)

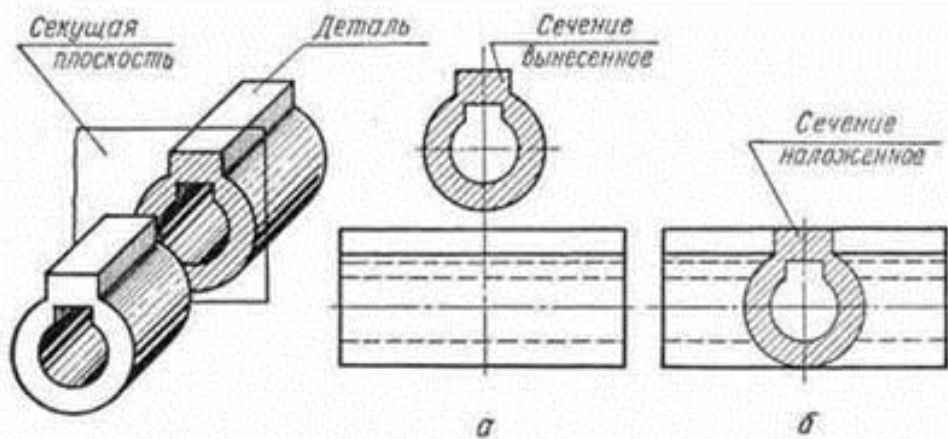


рис.2

### Условные обозначения на чертежах технологической документации

В машиностроение и другие отрасли используют ряд основных обозначений:

1. **Буквенные**, отражающие условные величины, например, радиус, шаг резьбы и многое другое.
2. **Цифровые**, выражающие значения размеров, величину угла и т. п.
3. **Буквенно-цифровые**, встречаются в основном в электрических схемах.
4. **Графические** – это базовые элементы технического рисунка. Ими отображают как структуру детали, материал изделия, так и её конструкцию (дверной или оконный проём и т. п.).

### Последовательность чтения чертежа

1. **Основная рамка(рис.3)**
2. Самым большим размером шрифта указывают название того, что изображено на чертеже. Значимость информации влияет на размер текста — чем он важнее, тем крупнее. В основной рамке вы найдёте информацию о масштабе выполнения, материал, массу, количество листов в чертеже и так далее.



рис.3

3. **Технические требования** Если к детали или конструкции есть специальные требования, они перечислены в пронумерованном списке. В нём находится информация о сборке, обработке материала, угле стачивания, покрытии и многое другое. Это необходимые действия, которые должен совершить специалист при работе с объектом.

4. **Параметры** В отдельной рамке находятся необходимые параметры изделия. Например, если на чертеже изображена шестерня, из этой рамки вы узнаете о

количестве зубьев, степени точности, диаметре и высоте.

**5. Графическая часть чертежа** В этой области чертежа нужно проанализировать формы и линии. Каждая из них имеет своё значение, которое закреплено в ГОСТе. Для правильной расшифровки нужно учитывать толщину и продолжительность. На начальном этапе вам будет достаточно знать линии видимого контура (самые толстые) и невидимого, наложенного сечения и просто сечения, обрыва, осевые и сгиба. Эта информация помогает специалисту представить трёхмерную модель у себя в голове, поэтому развивайте абстрактное мышление и пространственное.

**6. Шероховатость поверхностей** Все мелкие неровности называются шероховатостью поверхностей. Она указана в графической части чертежа или в верхнем правом углу документа. Например, обозначение шероховатости может выглядеть вот так (рис. 4):

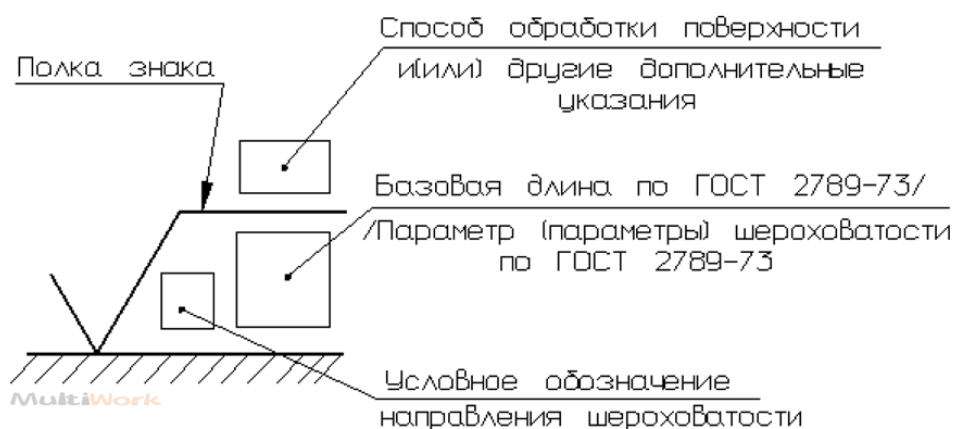


рис.4

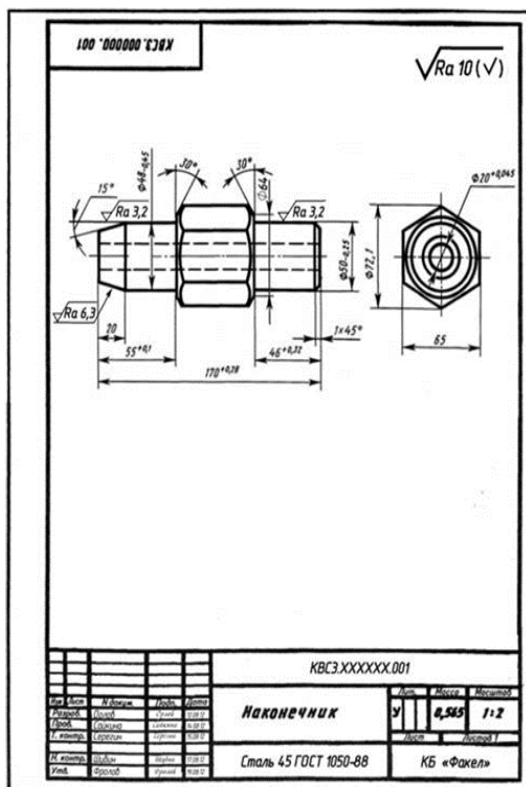
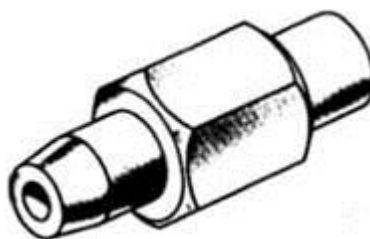


Рис.5 Чертеж для чтения



### Практическая часть

I. Законспектировать теоретическую часть

II. По индивидуальному заданию (вариант соответствует номеру в журнале)

**письменно ответьте на вопросы:**

1. Как называется деталь?
2. В каком масштабе выполнен чертеж?
3. Из какого материала изготавливают деталь?
4. Какие виды содержит чертеж?
5. Из каких геометрических тел складывается форма детали?
6. Опишите общую форму детали.
7. Чему равны габаритные размеры и размеры отдельных частей детали?
8. Какова шероховатость поверхностей детали?

**Источники:**

1. ГОСТ 2.308-2011
2. [https://studme.org/35904/tovarovedenie/poryadok\\_chteniya\\_chertezha?ysclid=18qus49l6j546120845](https://studme.org/35904/tovarovedenie/poryadok_chteniya_chertezha?ysclid=18qus49l6j546120845)
3. <https://www.evkoval.org/izobrazheniya-i-oboznacheniya-na-chertezhah?ysclid=18qtwjfezu456586378>
4. <http://tehdetal-m.ru/articles/chertezh/>
5. <https://multiwork.org/blog/kak-pravilno-chitat-chertezhi/?ysclid=18qw14hy3852525815>
6. [https://tepka.ru/Cherchenie\\_7-8/16.html?ysclid=18qw928ixk583507881](https://tepka.ru/Cherchenie_7-8/16.html?ysclid=18qw928ixk583507881)

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

### Решение размерных цепей на "Max" и "Min"

#### 1 Цель работы:

- приобретение навыков при составлении схем размерных цепей и расчете размерных цепей способом максимум-минимум

#### 2 Краткие теоретические сведения

Размерной цепью называют совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи.

Замкнутость размерного контура – необходимое условие для составления и анализа размерной цепи, однако, на рабочем чертеже размеры следует проставлять в виде незамкнутой цепи; не проставляют размер замыкающего звена, т. к. он получается последним в процессе обработки или сборки.

Размерная цепь состоит из составляющих звеньев и одного замыкающего.

Замыкающим называют размер, который получается последним в процессе обработки детали, сборки узла машины или измерения.

Составляющее звено – звено размерной цепи, функционально связанное с замыкающим звеном.

По отношению к замыкающему звену все размеры разделяют на увеличивающие и уменьшающие:

- увеличивающее звено - составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается. Над буквой, обозначающей увеличивающее

звено, ставится стрелка направленная вправо  $\vec{A}_i$  - уменьшающее звено - составляющее

звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено уменьшается. Над буквой, обозначающей уменьшающее звено, ставится стрелка направленная влево  $\overleftarrow{A}_i$

Метод расчёта на максимум – минимум – метод расчёта, учитывающий только предельные отклонения звеньев размерной цепи и самые неблагоприятные их сочетания.

Расчет замыкающего звена способом максимум-минимум

Номинальный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_i - \sum_{i=1}^p \overleftarrow{A}_i \quad (1)$$

где n – число увеличивающих звеньев;

p – число уменьшающих звеньев.

Наибольший предельный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta \max} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{i \max} - \sum_{i=1}^p \overleftarrow{A}_{i \min} \quad (2)$$

Наименьший предельный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta \min} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{i \min} - \sum_{i=1}^p \overleftarrow{A}_{i \max} \quad (3)$$

Верхнее отклонение замыкающего звена

$$EsA_{\Delta} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta} \quad (4)$$

$$\Delta EsA_{\Delta} = \sum_{i=1}^n Es\vec{A}_i - \sum_{i=1}^p Ei\overleftarrow{A}_i \quad (5)$$

Нижнее отклонение замыкающего звена

$$EiA_{\Delta} = A_{\Delta \min} - A_{\Delta} \quad (6)$$

$$\Delta EiA_{\Delta} = \sum_{i=1}^n Ei\vec{A}_i - \sum_{i=1}^p Es\overleftarrow{A}_i \quad (7)$$

Допуск замыкающего звена

$$\Delta TA_{\Delta} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min} \quad (8)$$

$$\Delta TA_{\Delta} = EsA_{\Delta} - EiA_{\Delta} \quad (9)$$

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i \quad (10)$$

### 3 Порядок выполнения работы

1 Вычертить схему размерной цепи вне масштаба.

2 Записать обозначения увеличивающих и уменьшающих звеньев. В таблицу 1 записать номинальные значения составляющих звеньев и их поля допусков.

Увеличивающие звенья –  $\vec{A}$  ....

Уменьшающие звенья -  $\overleftarrow{A}$  ....

Таблица 1 - Данные составляющих звеньев, мм

Номинальный размер	Предельное отклонение		Предельный размер	
	верхнее $EsA_i$	нижнее $EiA_i$	наибольший $A_{i\max}$	наименьший $A_{i\min}$
$A_{1=}$				
$A_{2=}$				
$A_{3=}$				
$A_{4=}$				

3 Рассчитать предельные размеры составляющих звеньев и записать их значения в таблицу 1.

4 Рассчитать допуски составляющих звеньев двумя способами и записать их значения в таблицу 2.

Таблица 2 - Допуски составляющих звеньев, мм

Звено	Допуск	
	$TA_i = A_{\max} - A_{\min}$	$TA_i = EsA_i - EiA_i$
$A_1$		
$A_2$		
$A_3$		
$A_4$		

5 Определить номинальное значение размера замыкающего звена, предельные размеры и предельные отклонения замыкающего звена двумя способами, допуск замыкающего звена определите тремя способами. Заполнить таблицу 3.

Таблица 3 - Данные замыкающего звена, мм

Номинальный размер $A_{\Delta}$	Предельное отклонение		Предельный размер		Допуск $T_{A_{\Delta}}$
	верхнее $EsA_{\Delta}$	нижнее $EiA_{\Delta}$	наибольший $A_{\Delta \max}$	наименьший $A_{\Delta \min}$	

#### 4 Содержание отчёта

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы:
  - схема размерной цепи;
  - заполнение таблиц 1, 2, 3;
  - расчёт размерной цепи
- 4 Информация о проделанной работе:
  - заполненные таблицы 1, 2, 3;
  - проверка размерной цепи
- 5 Вывод

#### 5 Контрольные вопросы

- 1 Что называется размерной цепью?
- 2 Для чего применяют размерные цепи?
- 3 Какие задачи можно решать с помощью размерных цепей?
- 4 Что называется звеном размерной цепи?
- 5 Какими буквами обозначают размерные цепи?
- 6 Что называется замыкающим, составляющим звеном?
- 7 Что называется увеличивающим, уменьшающим звеном?
- 8 Назовите виды размерных цепей. Дайте их определение.
- 9 Перечислите параметры звеньев размерных цепей.
- 10 Какие методы расчёта размерных цепей Вы знаете?

#### 6 Список литературы

- 1 ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75). ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
- 2 РД 50-635-87 Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей.

Приложение А

(обязательное)



**Задача 1-5** По заданным номинальным размерам и предельным отклонениям составляющих звеньев определить номинальный размер и предельные отклонения замыкающего звена (рис. А1). Расчёт вести по методу максимума – минимума. Составляющие звенья для всех вариантов равны:  $A_1 = 120 \pm 0,027$ ;  $A_2 = 40^{+0,119}_{-0,080}$ ;  $A_3 = 20 - 0,021$ ;  $A_4 = 30^{-0,065}_{-0,195}$ ;  $A_5 = 70^{+0,019}$

Таблица А1- Исходные данные для расчёта задач 1-5

№ задачи	Составляющие звенья	Замыкающее звено $A_{\Delta}$
1	$A_2, A_3, A_4, A_5$	$A_1$
2	$A_1, A_3, A_4, A_5$	$A_2$
3	$A_1, A_2, A_4, A_5$	$A_3$
4	$A_1, A_2, A_3, A_5$	$A_4$
5	$A_1, A_2, A_3, A_4$	$A_5$

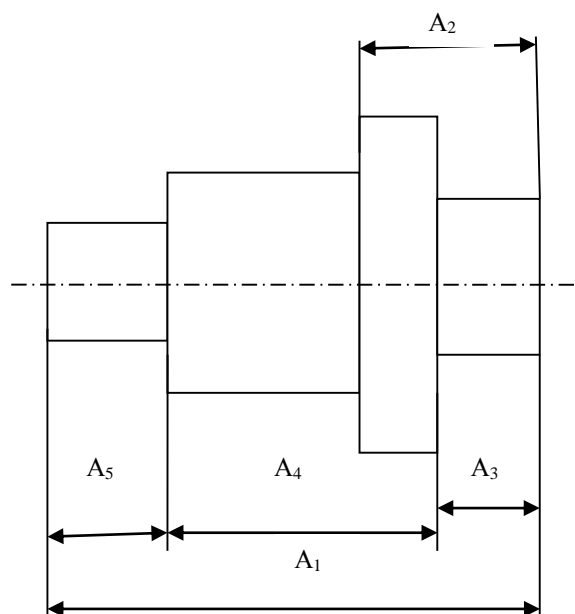


Рисунок А1 – Эскиз детали

**Задача 6-25** Для размеров детали (рис. А2) построить размерную цепь. Определить номинальное значение, предельные отклонения, предельные размеры и допуск замыкающего звена. Расчёт произвести по методу максимума-минимума.

Таблица А2- Исходные данные для расчёта задач 6-25

№ задачи	$A_1$	$A_2$	$A_3$
6	$110 \pm 0,3$	$21_{-0,2}$	$17^{+0,1}_{-0,2}$
7	$80_{-0,3}$	$30^{+0,2}$	$18 \pm 0,1$
8	$90 \pm 0,1$	$27 \pm 0,2$	$14_{-0,1}$

9	$40_{-0,3}$	$8_{\pm 0,1}$	$12_{-0,3}$
10	$17_{\pm 0,2}$	$10_{\pm 0,3}$	$6_{-0,1}$
11	$120_{\pm 0,4}$	$50_{-0,2}$	$12_{-0,3}$
12	$75_{\pm 0,3}$	$27^{+0,4}$	$14_{\pm 0,1}$
13	$100_{-0,5}$	$30_{\pm 0,2}$	$27_{\pm 0,4}$
14	$25_{\pm 0,3}$	$10_{\pm 0,2}$	$4_{-0,4}$
15	$45_{-0,4}$	$12_{\pm 0,1}$	$6_{\pm 0,2}$
16	$11_{\pm 0,1}$	$3_{-0,02}$	$4_{-0,03}$
17	$27_{-0,3}$	$13_{-0,1}$	$6_{-0,3}$
18	$29_{\pm 0,1}$	$17_{-0,1}$	$2_{-0,2}$
19	$30_{-0,3}$	$12_{\pm 0,1}$	$6_{\pm 0,3}$
20	$250_{-0,5}$	$67_{\pm 0,1}$	$23_{\pm 0,1}$
21	$75_{\pm 0,1}$	$20_{-0,02}$	$17_{-0,3}$
22	$80_{-0,3}$	$9_{-0,5}$	$12_{\pm 0,3}$
23	$25_{\pm 0,7}$	$10_{\pm 0,2}$	$3_{-0,2}$
24	$28_{-0,05}$	$10_{\pm 0,1}$	$8_{-0,4}$
25	$25_{\pm 0,1}$	$3_{-0,02}$	$10_{\pm 0,4}$

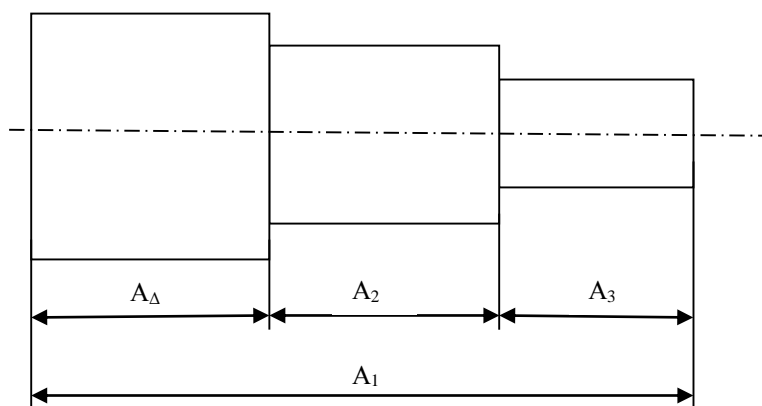


Рисунок А2 – Эскиз детали

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

### Нормирование точности шпоночных соединений

#### 1 Цель работы:

- ознакомиться с конструкцией сборочного соединения с призматической шпонкой;
- ознакомиться с видами посадок в шпоночном соединении;
- ознакомиться с обозначениями посадок на сборочном чертеже;
- ознакомиться с методикой расчёта посадок в шпоночном соединении, используя предельные отклонения;
- приобрести навыки в работе с таблицами допусков в системе вала;
- приобрести навыки в проведении расчётов посадок;
- освоить методику графического изображения допусков и посадок.

#### 2 Краткие теоретические сведения

В машиностроении шпоночные соединения довольно часто применяются для передачи крутящего момента от вала к насаженным на него деталям (зубчатым колёсам, шкивам, полумуфтам) и наоборот, от этих деталей к валу. В таком соединении участвуют три детали (рисунок 4.11, а): шпонка 1, шпоночный паз вала 2 и шпоночный паз насаженной на вал детали со втулкой 3. Эти детали должны быть хорошо сцентрированы на валу при минимальных боковых зазорах во избежание ударов при изменении направления вращения вала (реверсивном движении).

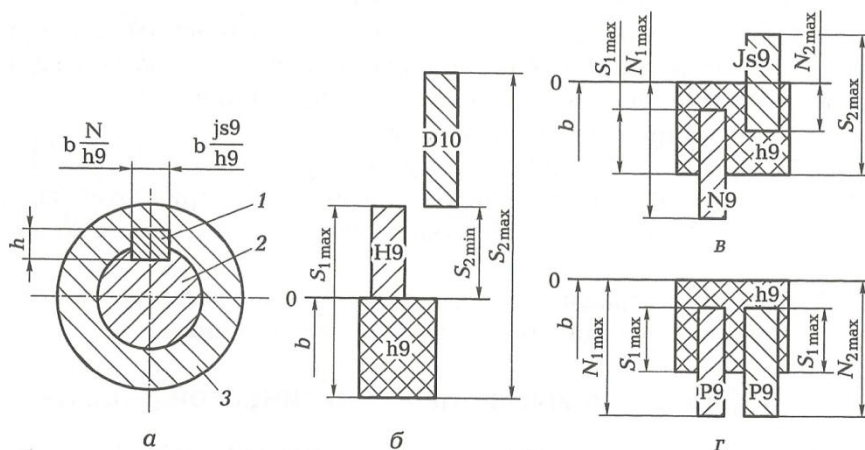


Рис. 4.11. Варианты посадок в шпоночном соединении:  
 а — схема шпоночного соединения; б — свободное соединение; в — нормальное соединение; г — плотное соединение; 1 — шпонка; 2 — деталь со втулкой; 3 — вал

Собрать шпоночное соединение без боковых зазоров невозможно, так как его собираемость зависит от точности формы и расположения сопрягаемых поверхностей. Таким образом, боковые зазоры в шпоночных соединениях необходимы, но они строго регламентированы по величине в зависимости от ответственности шпоночного соединения.

В машиностроении широко применяют призматические шпонки, которые способны передавать только крутящий момент, но дают возможность более точно центрировать детали на валу, обеспечивая при необходимости возможность их осевого перемещения по поверхности вала.

Шпоночные соединения выполняют в системе вала. Это позволяет изготавливать шпонки централизованно, что является экономически выгоднее. Предельные отклонения размеров шпонок регламентируются ГОСТ 23360-78. Для ширины  $b$  шпонки — с полем допуска  $h9$ , для высоты шпонки  $h$  — с полем допуска  $h11$ , для длины шпонки и глубины шпоночного паза — с полем допуска  $h14$ .

Стандартом предусмотрено для призматических шпонок три вида соединения для предпочтительного применения. Посадки выполняются только в системе вала. Для ширины шпонки задаётся поле допуска  $h9$  для всех трёх видов соединения.

1) Свободное соединение, которое обеспечивает перемещение втулки вдоль вала. Для ширины шпоночного паза на валу задаётся поле допуска  $H9$  (рисунок 4.11, б), для ширины шпоночного паза во втулке — поле допуска  $D10$ .

2) Нормальное соединение, которое обеспечивает неподвижность разъёмного соединения. Для ширины шпоночного паза на валу задаётся поле допуска  $N9$  (рисунок 4.11, в), для ширины шпоночного паза во втулке — поле допуска  $Js9$ .

3) Плотное неподвижное соединение, которое используют при реверсивных нагрузках. Для ширины шпоночного паза на валу и во втулке задаётся одинаковое поле допуска  $P9$  (рисунок 4.11, г).

## Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с содержанием методических указаний к выполнению практической работы и получить индивидуальное задание для выполнения работы (приложение А).

2 Рассчитать посадки в соединениях деталей шпоночного соединения, используя предельные отклонения.

При свободном соединении (см. рисунок 4.11, б), по таблице допусков и посадок с учётом варианта находится:

- для шпонки:  $es, ei$ ;
- паза вала:  $ES, EI$ ;
- паза втулки:  $ES, EI$ .

При соединении шпонка – вал зазор, мм

$$S_{1max} = ES - ei,$$

$$S_{1min} = EI - es$$

При соединении шпонка – втулка зазор, мм

$$S_{2max} = ES - ei,$$

$$S_{2min} = EI - es.$$

Таким образом, при свободном шпоночном соединении у шпонки с валом будет гарантированный зазор  $S_1$  от  $S_{1min}$  до  $S_{1max}$ , а у шпонки со втулкой – также гарантированный зазор  $S_2$  от  $S_{2min}$  до  $S_{2max}$ .

При нормальном соединении (см. рисунок 4.11, в):

- для шпонки:  $es, ei$ ;
- паза вала:  $ES, EI$ ;
- паза втулки:  $ES, EI$ .

При соединении шпонка – вал зазор, мм

$$S_{1max} = ES - ei,$$

$$S_{1min} = EI - es \text{ (натяг } N_{1max} \text{)}$$

При соединении шпонка – втулка зазор, мм

$$S_{2max} = ES - ei,$$

$$S_{2min} = EI - es \text{ (натяг } N_{2max} \text{)}$$

Таким образом, при нормальном шпоночном соединении у шпонки с валом будет переходная посадка от зазора  $S_{1max}$  до натяга  $N_{1max}$ , а у шпонки со втулкой будет переходная посадка от зазора  $S_{2max}$  до натяга  $N_{2max}$  (см. рисунок 4.11, в).

При плотном соединении (см. рисунок 4.11, г):

- для шпонки:  $es, ei$ ;
- паза вала:  $ES, EI$ ;
- паза втулки:  $ES, EI$ .

При соединении шпонка – вал зазор, мм

$$S_{1max} = ES - ei,$$

$$S_{1min} = EI - es \text{ (натяг } N_{1max} \text{)}$$

При соединении шпонка – втулка зазор, мм

$$S_{2max} = ES - ei,$$

$$S_{2min} = EI - es \text{ (натяг } N_{2max} \text{)}$$

Таким образом, при плотном шпоночном соединении у шпонки с валом будет переходная посадка от зазора  $S_{1max}$  до натяга  $N_{1max}$ , а у шпонки со втулкой будет переходная посадка от зазора  $S_{2max}$  до натяга  $N_{2max}$  (см. рисунок 4.11, г).

3 Изобразить графически расположение полей допусков и результаты расчёта.

4 Составить выводы по работе и оформить отчёт.

В качестве выводов можно отметить, что свободное соединение является подвижным, так как даёт возможность перемещения втулки вдоль вала. Нормальное и плотное соединение – неподвижные.

5 Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

## 4 Содержание отчёта

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы:
  - эскиз фрагмента сборочного чертежа со шпоночным соединением;
  - схемы расположения полей допусков сопрягаемых деталей для трёх видов шпоночных соединений;
  - результаты расчёта посадок в соединении сопрягаемых деталей, используя предельные отклонения;
  - графическое изображение полей допусков по индивидуальному заданию и результаты расчёта
- 4 Информация о проделанной работе:
  - эскиз фрагмента сборочного чертежа со шпоночным соединением;
  - схемы расположения полей допусков сопрягаемых деталей;
  - результаты расчёта посадок в соединении сопрягаемых деталей;
- 5 Выводы по работе

## 5 Контрольные вопросы

- 1 Для каких целей применяют шпоночные соединения?
- 2 Какая система допусков и посадок принята для ширины шпонки и ширины шпоночных пазов?
- 3 Как нормируют точность ширины призматических шпонок?
- 4 Из каких деталей состоит шпоночное соединение?
- 5 Чем характеризуется подвижное шпоночное соединение?
- 6 Охарактеризуйте переходную посадку двух сопрягаемых деталей?
- 7 Какими геометрическими параметрами характеризуется призматическая шпонка?

## 6 Список литературы

- 1 Ильянков А.И. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: Практикум учеб. пособие для студ. учреждений сред. Проф. образования/А.И. Ильянков, Н.Ю. Марсов, Л.В. Гутюм – 3 – е изд. стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2023
- 2 ГОСТ 23360-78 ОНВ. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки

## Приложение А

(обязательное)

**Задание** Согласно варианта задания, приведённого в таблице А1:

- 1) рассчитайте для трёх видов соединения с призматической шпонкой параметры посадки, используя отклонения;
- 2) Изобразите графически расположение полей допусков и результаты расчётов по своему варианту.

Таблица А1- Варианты индивидуальных заданий

Сопрягаемые детали	Номер варианта										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Номинальный размер $b$ , мм	4	5	6	8	9	7	12	16	14	15	
Шпонка	h9	h9	h9	h9	h9	h9	h9	h9	h9	h9	
Шпоночный паз вала	H9	H9	H9	H9	H9	H9	H9	H9	H9	H9	
Шпоночный паз втулки	D11	D11	D11	D11	D11	D11	D11	D11	D11	D11	
Шпоночный паз вала	N9	N9	N9	N9	N9	N9	N9	N9	N9	N9	
Шпоночный паз втулки	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	Js9	
Шпоночный паз вала	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	
Шпоночный паз втулки	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

### Расчёт резьбового соединения

#### 1 Цель работы:

- получить практические навыки определения предельных размеров диаметров резьбы.

#### 2 Краткие теоретические сведения

В зависимости от профиля, т.е. от вида фигуры в сечении, резьба бывает треугольной, трапецеидальной, упорной, круглой и прямоугольной.

В зависимости от поверхности, на которой нанесена резьба, она разделяется на цилиндрическую и коническую.

По эксплуатационному признаку резьбы бывают следующих видов: крепежные, кинематические, трубные и арматурные.

По числу заходов резьбы бывают однозаходные и многозаходные.

В зависимости от используемых единиц измерения, в которых выражаются параметры, резьбы разделяются на метрические и дюймовые.

Наибольшее распространение имеет резьба треугольная с углом профиля  $60^\circ$ . Такая резьба известна под названием «метрическая».

Основным профилем резьбы является общий для наружной и внутренней резьбы профиль, который называется номинальным и размеры его линейных и угловых элементов служат основной для определения номинальных профилей для болта и гайки.

Исходная высота профиля  $H$  установлена в зависимости от шага резьбы и равна  $0,8660254 P$ , где  $P$  — шаг резьбы.

Наружный диаметр  $d$  и  $D$  (он же номинальный диаметр резьбы).

Внутренний диаметр  $d_1$  и  $D_2$  — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы (болта или вершин внутренней цилиндрической резьбы (гайки)).

Средний диаметр  $d_2$  и  $D_2$  — диаметр воображаемого цилиндра, соосного с резьбой, каждая образующая которого пересекает профиль таким образом, что отрезок, образованный при пересечении с канавкой, равен половине номинального шага.

Шаг резьбы  $P$  — расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между средними точками ближайших одноименных боковых сторон, лежащих в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы.

В отношении шагов используется условное разделение их на крупные и мелкие. Для многозаходных резьб используется термин ход (произведение шага на число заходов).

Угол профиля резьбы  $\alpha$  — угол между боковыми сторонами профиля.

Угол подъема  $\psi$  — угол между касательной к винтовой поверхности в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы, и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы.

Длина свинчивания  $l$  — длина взаимного соприкосновения наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

У резьб различают действительный средний диаметр (измеренный на детали) и приведенный средний диаметр ( $d_{2пр}$ ,  $D_{2пр}$ ), учитывающий совокупное влияние на свинчиваемость всех погрешностей.

Значение среднего диаметра резьбы, увеличенное для наружной или уменьшенное для внутренней резьбы на суммарную диаметральную компенсацию отклонений шага и угла наклона боковой стороны профиля, называют приведенным средним диаметром.

Приведенный средний диаметр можно представить как средний диаметр теоретической резьбы, не имеющей отклонений шага, угла профиля и отклонений формы, которая свинчивается с действительной резьбой без зазора и натяга.

Таблица 1—Степени точности для метрических резьб по ГОСТ 16093-2004

Вид резьбы	Диаметр резьбы	Степени точности
Наружная	$d$	— 4 — 6 — 8 — —
	$d_2$	3 4 5 6 7 8 9 10*
Внутренняя	$D_2$	— 4 5 6 7 8 9* —
	$D_1$	— 4 5 6 7 8 — —

\* - резьба пластмассовых деталей.

Так как при изготовлении трудность обеспечения заданной точности резьбы зависит от имеющейся у нее длины свинчивания (главным образом, из-за погрешностей шага), ГОСТ 16093-2004 по этому признаку устанавливает три группы резьб: короткие S, нормальные N и длинные L.

Таблица 2 – Поля допусков в зависимости от длины свинчивания

Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
	S	N	L
Наружная резьба			
Точный	—	(3h4h)	— — — 4g 4h — — — (5h4h)
Средний	5g6g	(5h6h)	6d 6e 6f <b>6g</b> 6h (7e6e) 7g6g (7h6h)
Грубый	—	—	— — — 8g, (8h) — 9g8g —
Внутренняя резьба			
Точный	—	4H	— 4H5H; 5H — 6H
Средний	(5G)	5H	6G <b>6H</b> (7G) 7H
Грубый	—	—	7G 7H (8G) 8H

**3 Задание.** Расшифровать обозначение резьбы, заданной в таблице А1в соответствии с вариантом заданным преподавателем, определить предельные размеры диаметров резьбы.

#### 4 Порядок выполнения работы

- 1 Письменно ответить на контрольные вопросы
- 2 Расшифровать обозначение резьбы
- 3 Определить шаг резьбы по ГОСТ 8724-2002
- 4 Определить номинальные размеры по ГОСТ 24705 -2004
- 5 Определить предельные отклонения диаметров резьбы по ГОСТ16093-2004
- 6 Определить предельные размеры диаметров резьбы
- 7 Результаты расчётов занести в таблицу 1

Таблица 1- Результаты расчётов

Диаметры	Номинальные размеры, мм	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм	
		верхнее	нижнее	наибольшие	наименьшие
Наружный D (d)					
Средний D <sub>2</sub> (d <sub>2</sub> )					
Внутренний D <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )					

#### 4 Содержание отчёта

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы:
  - 3.1 Ответы на вопросы
  - 3.2 Выполнение задания
- 4 Вывод

#### 5 Контрольные вопросы

- 1 Для чего служат резьбы?
- 2 Какие резьбы применяют для неподвижных соединений, а какие для подвижных соединений?
- 3 Как классифицируются резьбы по форме профиля осевого сечения винтовой поверхности?
- 4 Какими элементами определяется профиль резьбы?
- 5 Дайте определение приведённого среднего диаметра резьбы.
- 6 Какие степени точности, виды отклонений и группы длин свинчивания предусмотрены для метрических резьб с зазорами?

#### 6 Список литературы

- 1 ГОСТ 8724-2002 ОНВ. Резьба метрическая. Диаметры и шаги
- 2 ГОСТ 16093-2004 ОНВ. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором
- 3 ГОСТ 4608-81 ОНВ. Резьба метрическая. Посадки с натягом.



Приложение А

(обязательное)

Таблица А1- Исходные данные для расчёта задачи

№ варианта	Наружная резьба	№ варианта	Внутренняя резьба
1	M6 - 4h - R	11	M8×1- 4H5H
2	M10 - 6f	12	M8 - 6H - 20
3	M12×1,25-5g6g-5	13	M12 - 7H - 25
4	M12 – 6d - R	14	M14LH – 7G - 40
5	M20×2-7g6g-30	15	M16×1,5 – 6G - R
6	M12×1,5 - 7g6g-18-R	16	M 18-6H
7	M3 - 6g - 8	17	M16×1,5 - 6H
8	M4 LH - 7g6g - 10	18	M3 - 6G - 8
9	M14×1,5LH - 6g	19	M4 LH - 7G - 10
10	M42×1,5 - 6g	20	M14× 1,5LH - 6H