

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.Б.12 Метрология, стандартизация и сертификация**

**Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы: «Электрооборудование и электротехнологии»**

**Форма обучения: заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Организация самостоятельной работы.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.....</b>	<b>5</b>
2.1 Цели и задачи контрольной работы.....	5
2.2 Порядок и сроки выполнения контрольной работы.....	5
2.3 Структура контрольной работы.....	5
2.4 Требования к оформлению контрольной работы.....	6
2.5 Критерии оценки.....	6
2.6 Рекомендованная литература.....	6
Пример выполнения контрольной работы.....	10
<b>3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....</b>	<b>32</b>

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1 Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		подготовка курсового проекта	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	Самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные термины и определения в областях метрологии, стандартизации, подтверждения соответствия и взаимозаменяемости. История развития. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации и их роль в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности и продукции (услуг). Основы метрологии. Международная система единиц SI. Классификация измерений. Погрешности измерений.	-	-	5	5	-
2	Средства измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений (СИ). Обработка результатов измерений. Выбор средств измерений по точности.	-	-	5	5	-
3	Обеспечение единства измерений. Организационное обеспечение единства измерений.	-	-	5	5	-

4	Принципы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок.	-	-	5	5	-
5	Точность формы и расположения поверхностей Волнистость и шероховатость поверхностей.		-	6	5	-
6	Расчет и выбор посадок колец подшипников качения. Взаимозаменяемость сложных пар.		-	6	5	-
7	Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании». Межотраслевые системы (комплексы) национальных стандартов. Международная, региональная и национальная стандартизация.	-	-	6	2	-
8	Теоретические основы стандартизации	-	-	6	3	-
9	Подтверждение соответствия			4	3	

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **2.1 Цели и задачи контрольной работы.**

2.1.1 Целью контрольной работы является закрепление знаний, полученных на лекциях, в процессе выполнения практических и лабораторных работ, а также при самостоятельной работе над технической литературой.

2.1.2 Контрольная работа позволяет получить навыки в выборе и расчете размерно-точностных характеристик: допусков и посадок для различных видов соединений деталей машин, в установлении требований к шероховатости поверхностей, в выборе окончательных методов их обработки и средств измерения.

2.1.3 Контрольная работа позволяет овладеть практическими навыками в работе со справочной литературой и стандартами, в обозначении посадок, предельных отклонений размеров, допусков формы, расположения и шероховатости поверхностей на чертежах.

### **2.2 Порядок и сроки выполнения контрольной работы**

2.2.1 Контрольная работа должна быть представлена на кафедру не позже, чем за 3 дня до защиты и защищен в сроки, установленные кафедрой. В противном случае студент может быть не допущен к сдаче экзаменов.

2.2.2 Конкретный срок защиты согласуется с преподавателем.

2.2.3 На защите кроме руководителя могут присутствовать другие преподаватели, а также бакалавры.

2.2.4 Защита состоит из следующих этапов:

ответы на вопросы преподавателя, а также всех присутствующих на защите; оценка работы преподавателем.

2.2.5 В выступлении бакалавр должен отразить следующие моменты: обоснование выбора темы, ее актуальность; обзор и характеристика использованных источников; краткое изложение содержания работы в соответствии с его планом; выводы и рекомендации.

### **2.3 Структура контрольной работы**

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы;

- приложения (при необходимости).

## 2.4 Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки, изложенной на стандартных листах формата А4, шрифтом Times New Roman, с размером шрифта - 14, а также схем и эскизов.

Текст в расчетно-пояснительной записке пишется на одной стороне листа с оставлением полей: слева 30-35 мм, справа - 10 мм, сверху и снизу по 20 мм.

При решении задач необходимо давать определения, формулировки, краткие пояснения к принятым вариантам, указывать используемые литературные источники и стандарты.

В конце расчетно-пояснительной записки указать перечень используемой литературы, номера и наименования стандартов, содержание расчетно-пояснительной записки.

При оформлении контрольной работы следует использовать Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» (утв. постановлением Госстандарта РФ от 4 сентября 2001 г. N 367-ст) (с изменениями от 7 сентября 2005 г.)

## 2.5 Критерии оценки

№	Критерии оценки	Баллы
1	соблюдение сроков сдачи работы	1
2	правильность оформления работы	1
3	наличие иллюстрирующего/расчетного материала	1
4	использование современной литературы	1
5	актуальность темы	2
6	соответствие содержания заявленной теме	3
7	степень самостоятельности выполнения	3
8	умение докладывать результаты и защищать свою точку зрения	3
ИТОГО:		15

## 2.6 Рекомендованная литература

### 2.6.1 Основная литература:

1. Леонов О,А Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: Учебники и учебные пособия/ О.А. Леонов, В.В. Карапузов, Н.Ж. Шкаруба, Н.Е. Кисенков. - М.: КолосС, 2009-568с.

### 2.6.2 Дополнительная литература:

1. Пухаренко, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 308 с. ЭБС «Лань».

2. Кайнова, В.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. ЭБС «Лань».

3. Кофанов А.Е., Чернышев В.П., Рогов В.Е. и др. Практикум по измерениям линейных и угловых размеров[Текст]: Методические указания к лабораторно-практическим занятиям/ А.Е. Кофанов, В.П. Чернышев, В.Е. Рогов - Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011.-181с.

# Оренбургский государственный аграрный университет

Кафедра "Технический сервис"

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по метрологии стандартизации и сертификации

Вариант

Выполнил:

Проверил:

Оренбург – 2016

## Содержание

Задание 1 Выбор посадок для гладкого цилиндрического сопряжения .....	
Задание 2 Расчет и выбор посадок подшипников качения.....	
Задание 3 Допуски и посадки шпоночных соединений.....	
Задание 4 Допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений.....	
Литература.....	

### **Задание 1 Выбор посадок для гладкого цилиндрического сопряжения**

Цель задания: научиться выбирать посадки с зазором и натягом, определять элементы сопряжения, рассчитывать калибры, выбирать универсальные средства измерения деталей, правильно оформлять сборочные и рабочие чертежи деталей с обозначением посадок, отклонений и шероховатости поверхностей.

#### **1.1 Расчет и выбор посадки с зазором**

##### **1.1.1 Исходные данные:**

- номинальный диаметр сопряжения :  $d = 148$  мм;
- наибольший и наименьший расчетные зазоры:  $S_{p \min} = 2$  мкм;  $S_{p \max} = 65$  мкм;
- система изготовления деталей сопряжения: система вала

##### **1.1.2. Требуется выполнить:**

1. Выбрать посадку для гладкого цилиндрического сопряжения в соответствии с техническими условиями, данными в задании.
2. Построить схему расположения полей допусков по данным выбранной посадки и заполнить таблицу установленной формы.
3. Установить наиболее приемлемые технологические процессы окончательной обработки вала и отверстия и требования к шероховатости поверхностей.
4. Вычертить сопряжение в сборе и подетально с обозначенном посадки, предельных отклонений и шероховатости поверхностей.
5. Выбрать универсальные средства для измерения размеров отверстия и вала.
6. Построить схему расположения полей допусков рабочих калибров для контроля отверстия и вала, рассчитать их предельные и исполнительные размеры. Представить эскизы калибров с указанием их маркировки и исполнительных размеров.

##### **1.1.3 Порядок выполнения задания**

1. Наибольший и наименьший расчетные зазоры  $S_{p \max}$  и  $S_{p \min}$  определяются на основе гидродинамической теории смазки или же на основе экспериментальных и опытных данных с учетом запаса металла на износ и скорости изнашивания сопрягаемых деталей.

В целях увеличения срока службы подвижных соединений в предельные расчетные зазоры вносят поправку, которая учитывает характер изменения зазора в процессе эксплуатации.

После внесения в расчетные зазоры поправки переходят к монтажным зазорам ( $S_{m \min}$ ,  $S_{m \max}$ ), по которым выбирается посадка.

Условия выбора посадки следующие:

$$S_{mб. \min} \geq S_{m. \min} \quad (1)$$

$$S_{mб. \max} \leq S_{m. \max} \quad (2)$$

где  $S_{тб. \min}$  и  $S_{тб. \max}$  - предельные зазоры для выбранной посадки по стандарту.

Выполнение условия 1 обязательно; желательно и выполнение условия 2. Значения предельных табличных и монтажных зазоров определяются из выражения:

$$S_{mб. \max} = ES - ei \quad (3)$$

$$S_{mб. \min} = EI - es, \quad (4)$$

$$S_{i. \min} = S_{p. \min} - 0,175KT_I \quad (5)$$

$$S_{m. \max} = S_{p. \max} - 0,175KT_{II} \quad (6)$$

где  $T_{II}$  - допуск посадки;

$K$  - коэффициент, зависящий от качества: для 5... 10 квалитетов

$K = 2$ , для 11 и грубее  $K = 1$ .

Допуск посадки подсчитывается по формуле:

$$\dot{O}_n = S_{p. \max} - S_{p. \min} = 65 - 2 = 63 \text{ мкм}$$

Затем определяется значение коэффициента  $K$ , для чего сначала рассчитывается коэффициент  $a$ :

$$a = \frac{T_{\tilde{\delta}}}{i} = \frac{31,5}{2,5319} = 12,6$$

где  $T_{\text{ср}}$  - средний допуск размеров отверстия и вала, мкм.

$$T_{\text{ср}} = 0,5T_{\text{IT}} = 0,5 \cdot 63 = 31,5 \text{ мкм}$$

$i$  - единица допуска, мкм

Для размеров до 500 мм

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D_m} + 0,001D_m = 0,45 \cdot \sqrt[3]{146,9} + 0,001 \cdot 146,9 = 2,5319 \text{ мкм}$$

где  $D_m$  - средний диаметр, мм;

Средний диаметр интервала размеров определяется из выражения:

$$D_m = \sqrt{D_{\text{max}} \cdot D_{\text{min}}} = \sqrt{180 \cdot 120} = 146,9 \text{ мм}$$

где  $D_{\text{max}}$  и  $D_{\text{min}}$  - наибольший и наименьший диаметры интервала размеров по ГОСТ 25346-89, к которому относится заданный номинальный диаметр.

По расчетному значению коэффициента "а" по табл. 2 [1] устанавливается квалитет (IT 10)

По установленному квалитету 6 определяется числовое значение  $K=2$ .

Определяем значения монтажных зазоров:

$$S_{i \cdot \text{min}} = S_{p \cdot \text{min}} - 0,175KT_i = 2 - 0,175 \cdot 2 \cdot 63 = -20,05 \text{ мм}$$

$$S_{i \cdot \text{max}} = S_{p \cdot \text{max}} - 0,175KT_i = 65 - 0,175 \cdot 2 \cdot 63 = 42,95 \text{ мм}$$

Так как в условии задается посадка с зазором, то принимаем  $S_{\text{min}}=0$ ,  $S_{\text{max}}=0$

По таблицам ГОСТа 25347-82 выбирается посадка так, чтобы выполнялись условия выбора:

$$ES - ei \leq S_{i \cdot \text{max}} \tag{7}$$

$$EI - es \geq S_{i \cdot \text{min}} \tag{8}$$

Ориентируясь на заданную систему (система вала) и на квалитет, определяем поле допуска на размер вала и предельные отклонения:

$$\text{Ø}148h6_{(-0.025)}$$

Далее определяем предельные отклонения отверстия:

$$ES \leq S_{i \cdot \text{max}} + ei = 65 - 25 = 40$$

$$ES \leq 40 \text{ мм}$$

$$EI \geq S_{i \cdot \text{min}} + es = 2 + 0 = 2$$

$$EI \geq 2 \text{ мм}$$

Поле допуска отверстия, сначала выбираем из основного ограничительного отбора (таблица 8 [7]):

$$\text{Ø}148G6_{\left(\begin{smallmatrix} +0.039 \\ +0.014 \end{smallmatrix}\right)}$$

Проверка:

$$S_{\text{мб} \cdot \text{min}} \geq S_{\text{м} \cdot \text{min}}, \quad 14 \text{ мкм} \geq 0$$

$$S_{\text{мб} \cdot \text{max}} \leq S_{\text{м} \cdot \text{max}}, \quad 64 \text{ мкм} \leq 0$$

Условие выполняется.

2. Строим схему расположения полей допусков для посадки  $\text{Ø}148 \frac{G6}{h6}$ , определяем основные элементы сопряжения, записываем их в табл.1 и показываем на схеме полей допусков (рисунок 1).

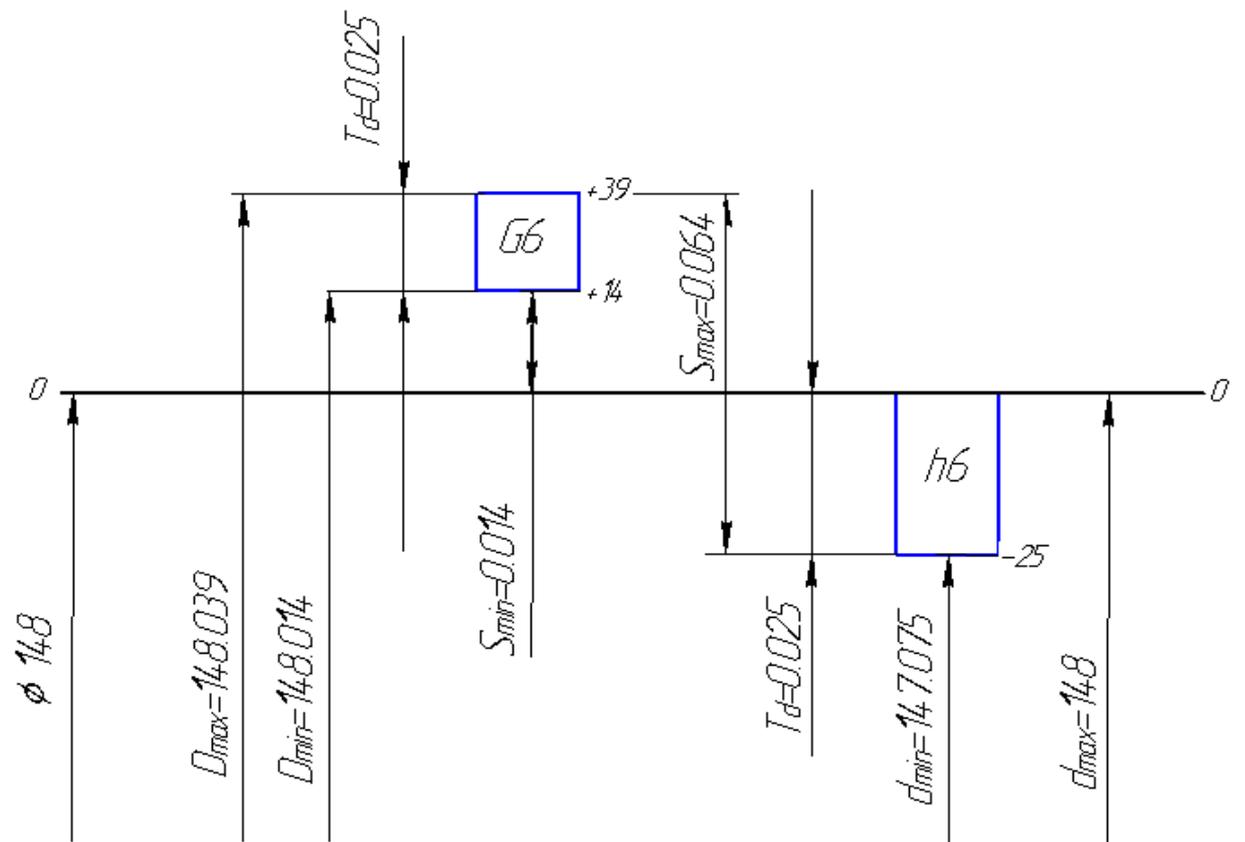


Рисунок 1 - Схема полей допусков посадки соединения  $\phi 148 \frac{G6}{h6}$

Таблица 1  
Основные элементы сопряжения

Условные обозначения		Значения основных параметров								Значения предельных размеров				Зазоры или натяги, мкм				Характер посадки
осадки	предел-ных откл. отверстия	пре-дель-ных откл. вала	номи-наль-ный размер, мм	верхне-е отклонение, мкм		нижне-е отклонение, мкм		допуск, мкм		max	min	max	min	по схеме полей допусков		наибол-ее вероятные значения		
				тв.	ала	тв.	ала	тв.	ала					max	min	<sup>B</sup> max	<sup>B</sup> max	
148G6/h6	6	G6	h6	148	139	14	25	0,025	0,025	148,03	148,01	148	147,97	0,064	0,014	39,018	38,982	С зазором

Наиболее вероятные значения предельных зазоров ( $S_{\max}^B, S_{\min}^B$ ) определяются из следующих принятых условий: погрешности размеров отверстия и вала распределены по нормальному закону; центр группирования размеров совпадает с серединой поля допуска и зона рассеяния размеров равна допуску на обработку.

Тогда

$$S_{\max}^{\hat{a}} = S_{\hat{a}\hat{d}} + 3\sigma_{\Sigma} = 39 + 3 \cdot 0,006 = 39,018 \text{ мкм} ,$$

$$S_{\min}^{\hat{a}} = S_{\hat{a}\hat{d}} - 3\sigma_{\Sigma} = 39 - 3 \cdot 0,006 = 38,982 \text{ мкм} .$$

где  $S_{\text{cp}}$  – среднее значение зазора;

$$S_{\hat{a}\hat{d}} = \frac{S_{\hat{a}\hat{d}.\min} + S_{\hat{a}\hat{d}.\max}}{2} = \frac{14 + 64}{2} = 39 \text{ мкм} ,$$

$\sigma_{\Sigma}$  – среднее квадратическое отклонение зазоров;

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{4,2^2 + 4,2^2} = 6 \text{ мкм} .$$

Средние квадратические отклонения соответственно размеров отверстия и вала определяются по уравнениям:

$$\sigma_D = \frac{T_D}{6} = \frac{25}{6} = 4,2 \text{ мкм} ,$$

$$\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{25}{6} = 4,2 \text{ мкм} .$$

3. Наиболее приемлемые технологические процессы окончательной обработки отверстия и вала устанавливаем из условия применения наиболее распространенных технологических процессов и обеспечения допусков выбранных качеств (приложение 3[1]):

- для отверстия – прошивание тонкое;
- для вала – шлифование круглое чистовое

Требования к шероховатости поверхностей устанавливаем по приложению 4[1].

- для отверстия (при допуске формы 60% от допуска размера) –  $R_a=1,6$  мкм
- для вала (при допуске формы 60% от допуска размера) -  $R_a=1,6$  мкм

4. Вычерчиваем эскизы соединения в сборе и подетально с обозначением посадки, предельных отклонений (смешанным способом) и шероховатости поверхностей (рисунок 2).

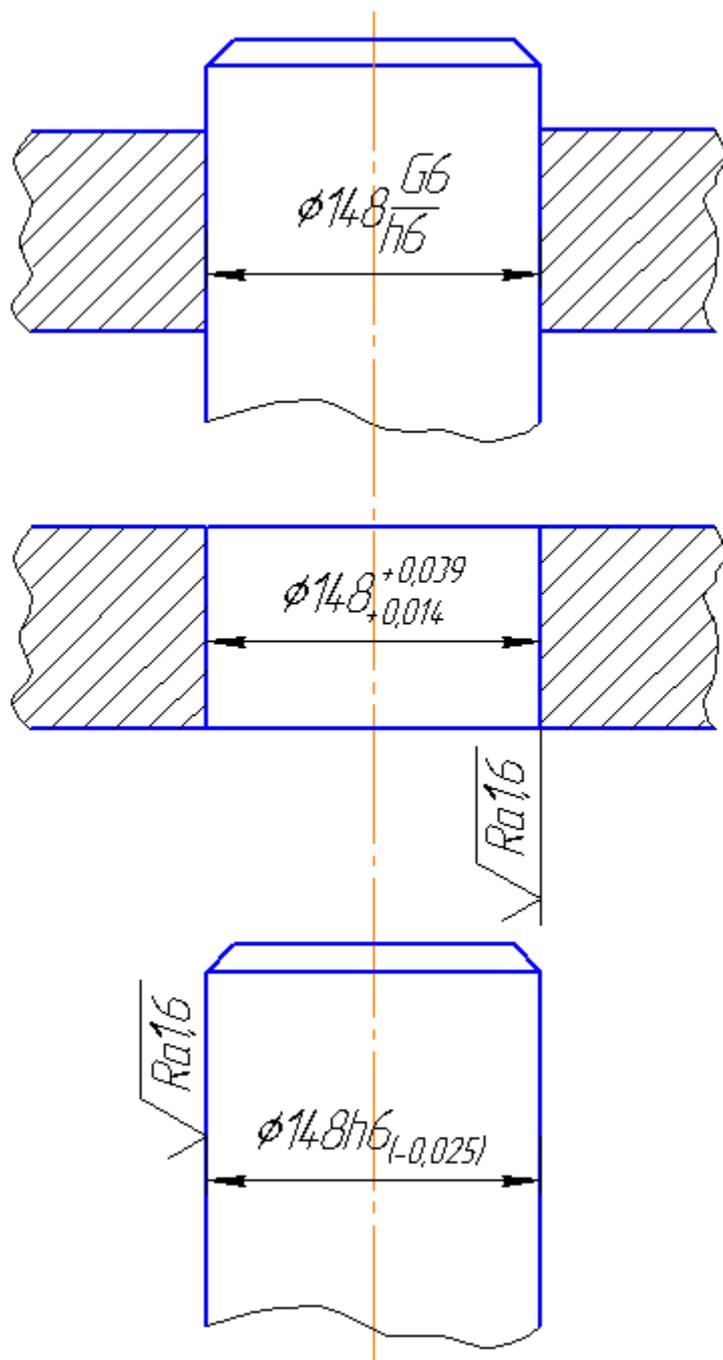


Рисунок 2 - Обозначение посадки и предельных отклонений размеров на сборочном и рабочих чертежах.

5. Выбираем универсальные средства для измерения размеров отверстия и вала. При этом должно выполняться следующее условие:

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta,$$

где  $\Delta_{\text{lim}}$  – предельная погрешность измерения выбранным средством измерения (приложение 5[1]);

$\delta$  – допустимая погрешность измерения по ГОСТ 8.051-81 (приложение 6[1]).

- для отверстия выбираем оптиметр-горизонтальный при измерении отверстий ( $\Delta_{\text{lim}} = \pm 2,2$  мкм),  $\delta = 7,0$  мкм;  $\pm 2,2$  мкм <  $7,0$  мкм

- для вала выбираем рычажную скобу с ценой деления 0,002мм ( $\Delta_{lim}=\pm 6$  мкм),  $\delta=7,0$  мкм;  $\pm 6$  мкм  $< 7$  мкм

6. Годность деталей, изготовленных с допуском по 6... 17 квалитетам, наиболее часто при массовом и крупносерийном производствах проверяют предельными калибрами.

Допуски размеров и отклонения калибров нормируются ГОСТ 24 853-81.

При расчете предельных размеров калибров приняты следующие обозначения:

$H$  - допуск на изготовление калибров для отверстия;

$Z$  - отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера контролируемого изделия;

$Y$  - допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

$H_1$  - допуск на изготовление калибров для вала;

$Z_1$  - отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера контролируемого изделия;

$Y_1$  - допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия.

Указанные параметры калибров определяются по ГОСТ 24853-81 (приложение 7[1]):

$H=7$  мкм,  $Z=5$  мкм,  $y=4$  мкм,  $H_1=10$  мкм,  $Z_1=7$  мкм,  $y_1=5$  мкм .

Предельные размеры калибров пробок определяются по уравнениям:

$$\begin{aligned} \text{ПР} \quad d_{\max} &= D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 148,014 + 0,005 + \frac{0,007}{2} = 148,0225 \text{ ì } ; \\ d_{\min} &= D_{\min} + Z - \frac{H}{2} = 148,014 + 0,005 - \frac{0,007}{2} = 148,0155 \text{ ì } ; \end{aligned}$$

$$d_{\min}^{\text{эц}} = D_{\min} - Y = 148,014 - 0,004 = 148,01 \text{ ì } ;$$

$$\text{НЕ} \quad d_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 148,039 + \frac{0,007}{2} = 148,0425 \text{ ì } ;$$

$$d_{\min} = D_{\max} - \frac{H}{2} = 148,039 - \frac{0,007}{2} = 148,0355 \text{ ì } .$$

Предельные размеры калибров скоб определяются по уравнениям:

$$\text{ПР} \quad L_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 148 - 0,007 + \frac{0,01}{2} = 147,998 \text{ ì } ;$$

$$L_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 148 - 0,007 - \frac{0,01}{2} = 147,988 \text{ ì } ;$$

$$L_{\max}^{\text{эц}} = d_{\max} + Y_1 = 148 + 0,005 = 148,005 \text{ ì } ;$$

$$\text{НЕ} \quad L_{\max} = d_{\min} + \frac{H_1}{2} = 147,975 + \frac{0,01}{2} = 147,98 \text{ ì } ;$$

$$L_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 147,975 - \frac{0,01}{2} = 147,97 \text{ ì } .$$

Схема расположения полей допусков калибра – пробки показана на рисунке 3, схема расположения полей допусков калибра – скобы показана на рисунке 4, эскизы калибров представлены на рисунке 5.

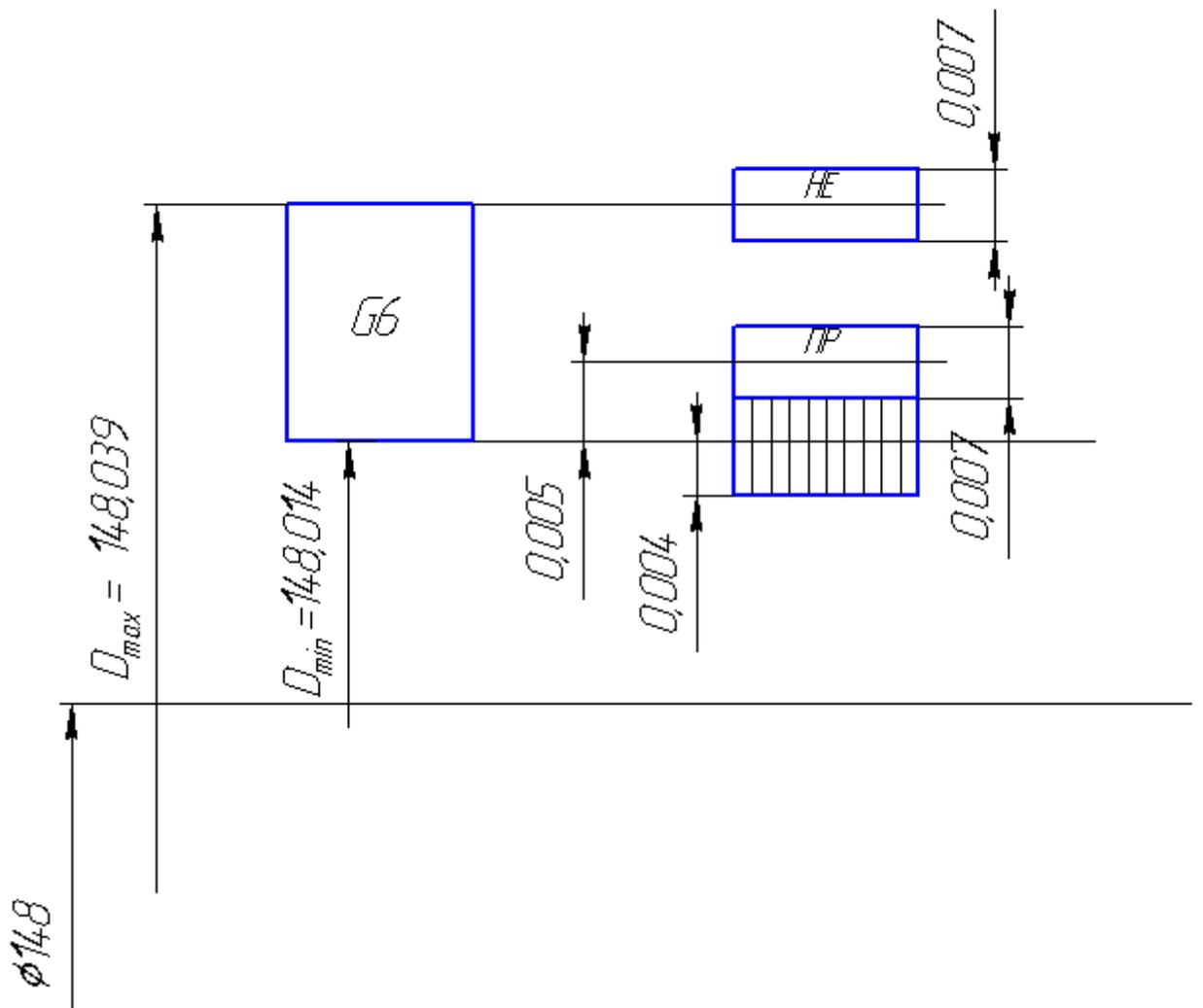


Рисунок 3 - Схема расположения полей допусков калибра – пробки

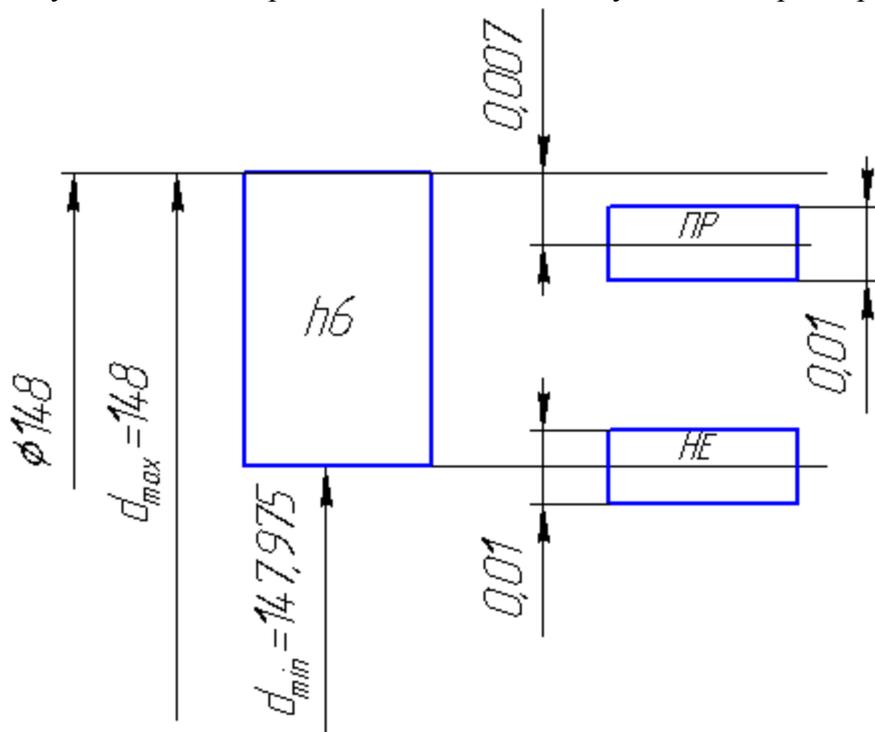


Рисунок 4 - Схема расположения полей допусков калибра – скобы

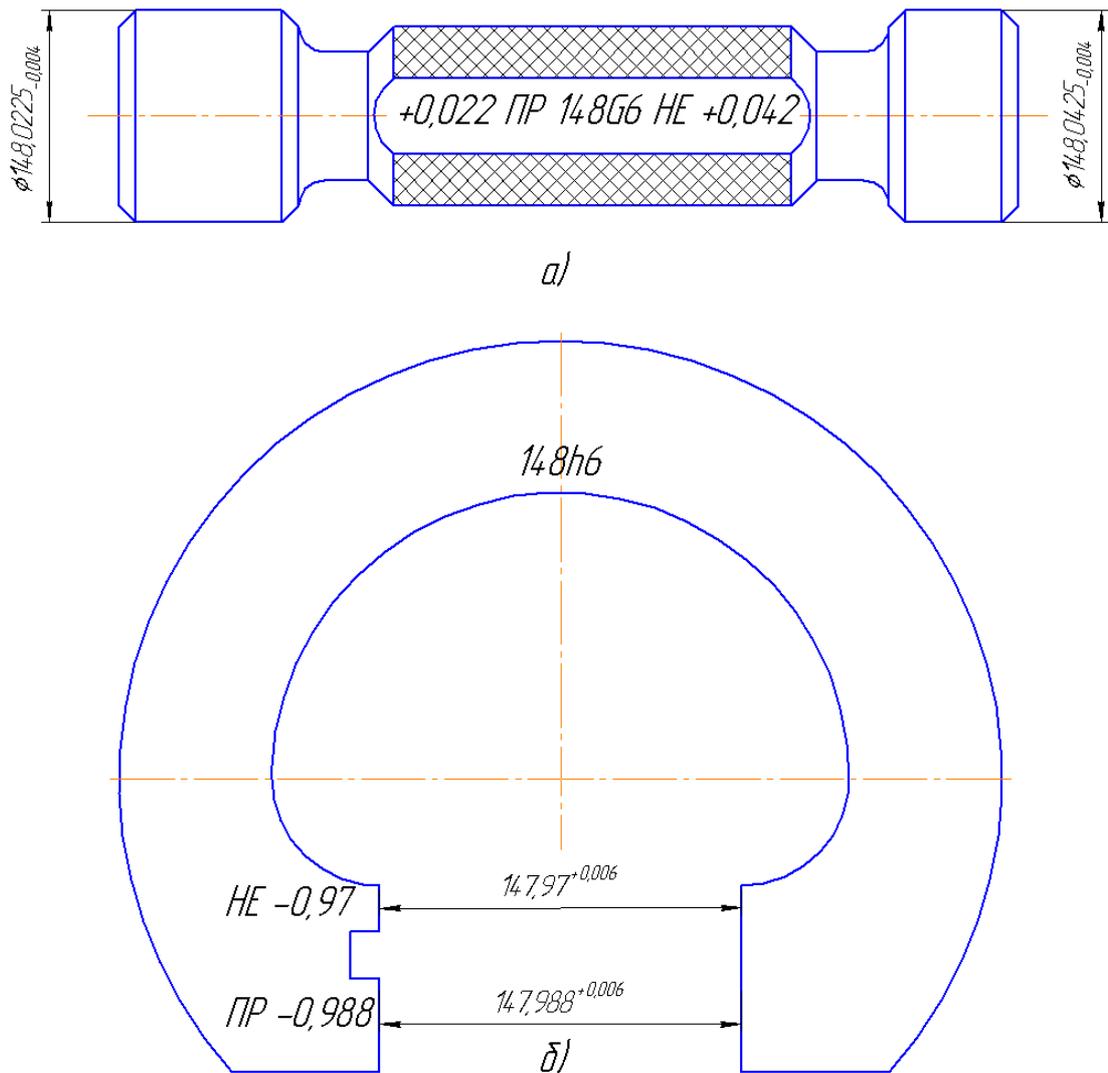


Рисунок 5 - Эскизы калибров: пробки (а), скобы (б)

### **Задание 2 Расчет и выбор посадок подшипников качения**

Цель задания: научиться обоснованно назначать посадки для соединений деталей, сопрягаемых с подшипниками качения, и обозначать их на чертежах.

#### **2.1 Исходные данные:**

- условное обозначение подшипника качения –315;
- величина и характер радиальной нагрузки –  $R=10200$  Н, перегрузки до 150%, умеренные толчки и вибрации;
- вал сплошной, вращается с внутренним кольцом( циркуляционное нагружение);
- корпус чугунный неразъемный( местное нагружение);

Средняя серия.

## 2.2 Требуется выполнить:

1. Определить размеры подшипника и выбрать посадки внутреннего и наружного колец на вал и в корпус.
2. Определить предельные отклонения размеров посадочных поверхностей вала и отверстия в корпусе, а также колец подшипника.
3. Построить схему расположения полей допусков для сопряжений "внутреннее кольцо-вал" и "наружное кольцо-корпус"; указать вид посадки в соединениях, рассчитать предельные зазоры и натяги. Проверить допустимость посадки из условия прочности внутреннего кольца на разрыв.
4. Установить требования к шероховатости и допустимые отклонения от правильной геометрической формы посадочных поверхностей вала и корпуса.
5. Установить экономические методы окончательной обработки и выбрать универсальные средства для измерения размеров посадочных поверхностей вала и корпуса.
6. Вычертить сопряжение в сборе и подетально с обозначением посадок, предельных отклонений размеров, формы и шероховатости посадочных поверхностей вала и корпуса.

## 2.3 Порядок выполнения задания

1. По ГОСТ 8338-75 определяются основные размеры подшипника (приложение 8 [1]):

Серия: средняя

Диаметр внутреннего кольца:  $d=75$  мм;

Диаметр наружного кольца:  $D=160$  мм;

Ширина:  $B=37$  мм;

Радиус закругления фаски:  $r=3,5$  мм.

Устанавливается вид нагружения колец подшипника. Вид нагружения показывает, какая часть беговой дорожки каждого кольца воспринимает радиальную нагрузку. При циркуляционном нагружении кольцо воспринимает радиальную нагрузку последовательно всей беговой дорожкой, что имеет место при вращении кольца относительно этой нагрузки. Такой вид нагружения имеют кольца подшипников, сопрягаемые с вращающейся деталью узла, при постоянной по направлению радиальной нагрузке.

При местном нагружении кольцо воспринимает радиальную нагрузку только небольшим участком беговой дорожки, что наблюдается при неподвижном положении кольца относительно радиальной нагрузки.

В нашем случае внутреннее кольцо имеет циркуляционный вид нагружения, а наружное – местный вид.

Для циркуляционно нагруженного кольца посадка выбирается по интенсивности радиальной нагрузки на посадочной поверхности  $P_R$  (Н/мм), которая определяется по уравнению:

$$D_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = \frac{10200}{37 - 2 \cdot 3,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 340 \frac{Н}{мм}$$

где  $R$  - радиальная нагрузка, Н;

$B$  - ширина колец подшипника, мм;

$r$  - радиус закругления фаски кольца подшипника, мм;

$k_1$  - динамический коэффициент посадки, зависящий от характера нагрузки (при перегрузке до 150%, при умеренных толчках и вибрации  $k_1=1,0$ ; при перегрузке до 300%, при

сильных ударах и вибрации  $k_1 = 1,8$ ), принимаем  $k_1 = 1,0$   
 $k_2$  – коэффициент учитывающий степень  
ослабления посадочного натяга при полом вале или тонкостенном  
корпусе (при сплошном вале и массивном корпусе  $k_2 = 1$ );

$k_3$  - коэффициент неравномерности распределения радиальной  
нагрузки  $R$  между рядами роликов в двухрядных конических  
роликподшипниках или между сдвоенными шарикоподшипниками при  
наличии осевой нагрузки на опоре; для радиальных и радиально-упорных  
подшипников с одним наружным или внутренним кольцом  $k_3 = 1$ .

При выборе посадки должно выполняться условие:

$$P_R = [P_R],$$

где  $[P_R]$  - допускаемая интенсивность радиальной нагрузки для выбранного поля  
допуска посадочной поверхности вала или корпуса (приложение 9 [1]).

Выбираем поле допуска вала  $k6$ , так как  $d = 75$  мм, а  $[P_R] = 600 - 2000$  Н/мм

Для местно нагруженного кольца поле допуска посадочной поверхности вала или  
корпуса выбирается с учетом его номинального размера и характера нагрузки  
(приложение 10 [1]).

Выбираем поле допуска отверстия в корпусе  $G7$

2. По таблицам ГОСТ 520-89 (приложение 11 [1]) и ГОСТ 25347-82 определяются  
предельные отклонения размеров колец подшипника и сопрягаемых с ними вала и  
корпуса.

Предельные отклонения внутреннего кольца подшипника:

$$ES = 0 \text{ мкм}$$

$$EI = -15 \text{ мкм}$$

Предельные отклонения вала:

$$\varnothing 75k6 \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,003 \end{pmatrix}$$

Предельные отклонения наружного кольца подшипника:

$$es = 0 \text{ мкм}$$

$$ei = -25 \text{ мкм}$$

Предельные отклонения отверстия в корпусе:  $\varnothing 160G7 \begin{pmatrix} +0,061 \\ +0,015 \end{pmatrix}$

3. Строим схему расположения полей допусков для сопряжения "внутреннее  
кольцо-вал" и "наружное кольцо-корпус" с указанием на ней предельных зазоров и  
натягов (рис. 6). Устанавливаем вид посадки для каждого соединения, рассчитываются  
предельные зазоры и натяги.

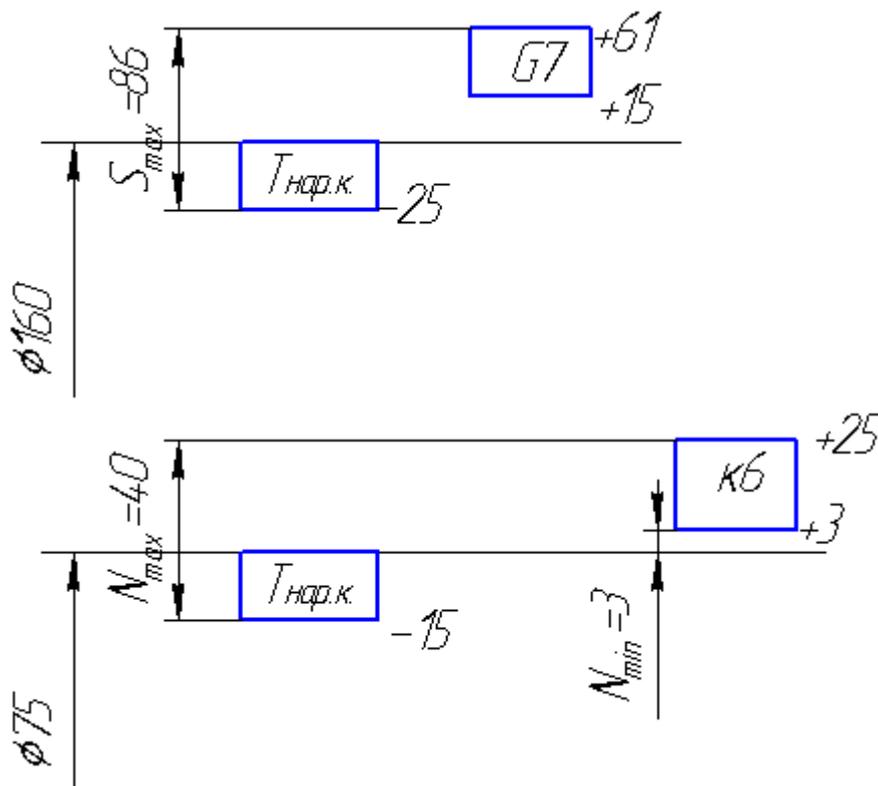


Рисунок 6 - Схема расположения полей допусков посадочных размеров подшипников и сопряженных деталей.

Проверяем допустимость посадки из условия прочность внутреннего кольца на разрыв (при циркуляционно нагруженном внутреннем кольце):

$$N_{\text{ait}} = \frac{11,4\sigma_d \cdot N' \cdot d}{(2 \cdot N' - 2) \cdot 10^5} = \frac{11,4 \cdot 40 \cdot 2,3 \cdot 75}{(2 \cdot 2,3 - 2) \cdot 10^5} = 0,3 \text{ и } = 300 \text{ и } \text{и}$$

где  $N_{\text{доп}}$  – допустимый натяг, мм;

$\sigma_d$  – допустимое напряжение на разрыв: для подшипниковой стали  $\sigma_d = 40$  кгс/мм<sup>2</sup> (400 Н/мм<sup>2</sup>);

$N'$  – коэффициент; для легкой серии подшипников  $N' = 2,8$ ; для средней  $N' = 2,3$ ; для тяжелой  $N' = 2,0$  (принимаем  $N' = 2,8$ )

При выборе и расчете посадок должно выполняться условие:

$$N_{\text{max}} \leq N_{\text{доп}}$$

где  $N_{\text{max}}$  – наибольший натяг для выбранной посадки, мм.

$40 < 300$ , условие выполняется

4. Допуски овальности и конусообразности посадочных мест валов (осей) и отверстий корпусов под подшипники качения классов точности 0 и 6 не должны превышать в любом сечении четвертой части допуска на диаметр посадочной поверхности, т.е:

$$T_{\text{ов,кон}} = \frac{T_{D(d)}}{4}$$

$$T_{\text{ia,ei}} = \frac{T_D}{4} = \frac{46}{4} = 11,5 \text{ и } \text{и}$$

$$T_{\text{ia,ei}} = \frac{T_d}{4} = \frac{22}{4} = 5,5 \text{ и } \text{и}$$

Требования к шероховатости посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипники качения 0 класса точности устанавливаются следующим образом: при

номинальном диаметре до 80 мм –  $Ra \leq 1,25$  мкм; при номинальном диаметре свыше 80 до 500 мм -  $Ra \leq 2,5$  мкм; для торцов заплечиков валов и отверстий корпусов  $Ra \leq 2,5$  мкм. Для  $d, Ra \leq 1,25$  мкм, для  $D, Ra \leq 2,5$  мкм.

Допустимое торцовое биение заплечиков валов и отверстий корпусов под подшипники качения устанавливаются по таблице 5 [1].

Только для вала биение не более 25 мкм.

5. Наиболее приемлемые технологические процессы окончательной обработки отверстия в корпусе и вала устанавливаем из условия применения наиболее распространенных технологических процессов и обеспечения допусков выбранных квалитетов (приложение 3[1]):

- для отверстия в корпусе –прошивание чистовое;
- для вала – обтачивание продольной подачей.

Выбираем универсальные средства для измерения размеров отверстия и вала. При этом должно выполняться следующее условие:

$$\Delta_{lim} \leq \delta,$$

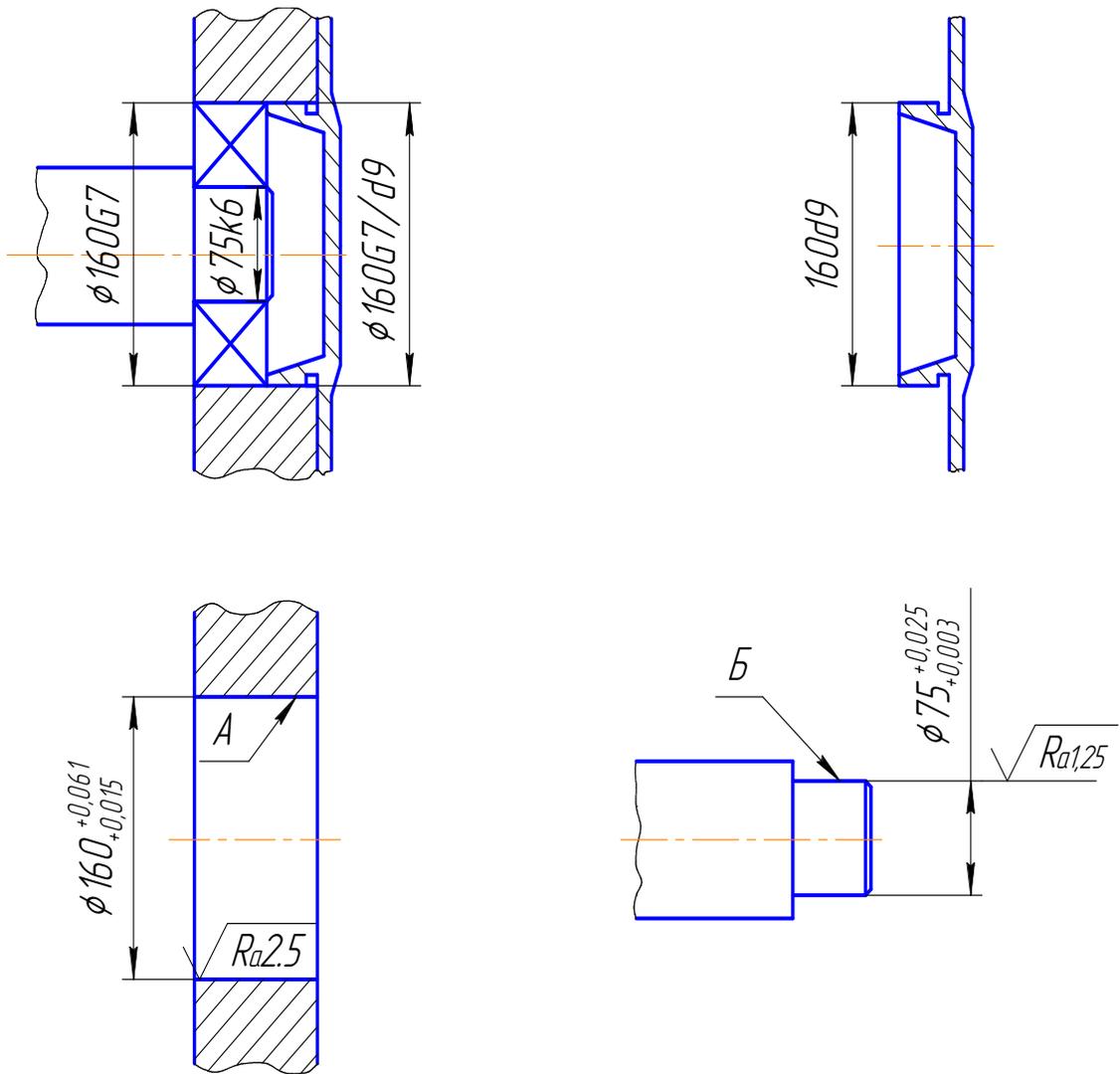
где  $\Delta_{lim}$  – предельная погрешность измерения выбранным средством измерения (приложение 5[1]);

$\delta$  – допустимая погрешность измерения по ГОСТ 8.051-81 (приложение 6[1]).

- для отверстия выбираем индикаторный нутромер с ценой деления 0,001 и 0,002 мм ( $\Delta_{lim} = \pm 6,5$  мкм),  $\delta = 12,0$  мкм;  $6,5 \leq 12$  мкм

- для вала выбираем рычажную скобу с ценой деления 0,002 мм ( $\Delta_{lim} = \pm 4$  мкм),  $\delta = 5,0$  мкм;  $4 \leq 5,0$  мкм

6. Вычерчиваем эскизы подшипника качения, вала, корпуса и сборочный чертеж с указанием отклонений размеров и формы, шероховатости посадочных поверхностей валов и отверстий в корпусе на чертежах деталей (рис. 7).



*Допуск овальности и конусообразности  
поверхности А-0,01мм  
Допуск овальности и конусообразности  
поверхности Б-0,0055мм*

Рисунок 7 - Обозначение посадок подшипников качения на сборочных чертежах

### **Задание 3 Допуски и посадки шпоночных соединений**

Цель задания: научиться выбирать посадки шпоночных соединений, устанавливать отклонения размеров деталей, определять в соединении зазоры и натяги, а также усвоить обозначение посадок и предельных отклонений на чертежах.

#### **3.1 Исходные данные:**

диаметр вала  $D=35$  мм;  
конструкция шпонки – сегментная ;

назначение (область применения) соединения –общее машиностроение .

### 3.2 Требуется выполнить:

1. Определить основные размеры шпонки, шпоночных пазов вала и втулки.
2. Установить допуски сопрягаемых размеров, построить схему полей допусков, рассчитать предельные размеры, допуски, указать виды посадок для соединений шпонка-паз вала и шпонка-паз втулки, определить предельные зазоры и натяги.
3. Установить предельные отклонения несопрягаемых размеров, рассчитать их предельные размеры, допуски.
4. Вычертить эскизы шпоночного соединения и деталей с обозначением посадок, предельных отклонений размеров и шероховатости поверхностей.

### 3.3 Порядок выполнения задания

1. Размеры шпонки, шпоночных пазов вала и втулки определяются по ГОСТ 24071-80 (соединения с сегментными шпонками) (приложения 13 [1]).

Ширина × высота × диаметр шпонки  $b \times h \times d = 10 \times 13 \times 22$  мм

Фаска  $S_{\max} = 0,60$  мм

Фаска  $S_{\min} = 0,40$  мм

Глубина паза на валу  $t_1 = 10,0$  мм

Глубина паза во втулке  $t_2 = 3,3$  мм

Радиус закругления  $r_{\max} = 0,40$  мм

$r_{\min} = 0,25$  мм

2. Посадки шпонок в пазы вала и втулки выбираются в зависимости от условий работы и назначения соединения (таблица 7 [1]).

Ширина шпонки  $b = 10h_9$

$es = 0$  мкм;  $ei = -36$  мкм;

$b_{\max} = b + es = 10 + 0 = 10$  мм

$b_{\min} = b + ei = 10 - 0,036 = 9,964$  мм

$T_d = es - ei = 0 + 0,036 = 0,036$  мм

Ширина паза на валу  $b_1 = 10P_9$

$ES = -15$  мкм;  $EI = -51$  мкм

$b_{\max}^{\text{вал}} = b + ES = 10 - 0,015 = 9,985$  мм

$b_{\min}^{\text{вал}} = b + EI = 10 - 0,051 = 9,949$  мм

$T_d^{\text{вал}} = ES - EI = -0,015 + 0,051 = 0,036$  мм

Ширина паза во втулке  $b_2 = 10J_s 9$

$ES = +18$  мкм;  $EI = -18$  мкм

$b_{\max}^{\text{вт}} = b + ES = 10 + 0,018 = 10,018$  мм

$b_{\min}^{\text{вт}} = b + EI = 10 - 0,018 = 9,982$  мм

$T_d^{\text{вт}} = ES - EI = 0,018 + 0,018 = 0,036$  мм

В соединении «шпонка – паз вала» имеет посадку

$10 \frac{P_9}{h_9}$  - переходная

$N_{\max} = es - EI = 0 + 51 = 51$  мкм

$S_{\max} = ES - ei = -15 + 36 = 21$  мкм

В соединении «шпонка – паз втулки» имеет посадку

$10 \frac{J_s 9}{h_9}$  - переходная

$N_{\max} = es - EI = 0 + 18 = 18$  мкм

$S_{\max} = ES - ei = 18 + 36 = 54$  мкм

В соответствии с установленными полями допусков по размеру "b" определяем числовые значения предельных отклонений по ГОСТ 25347-82.

По полученным предельным отклонениям строим схему полей допусков, рассчитываем предельные размеры, указываем виды посадок и определяем предельные натяги и зазоры (предельные зазоры и натяги указываются на схеме полей допусков, рисунок 8).

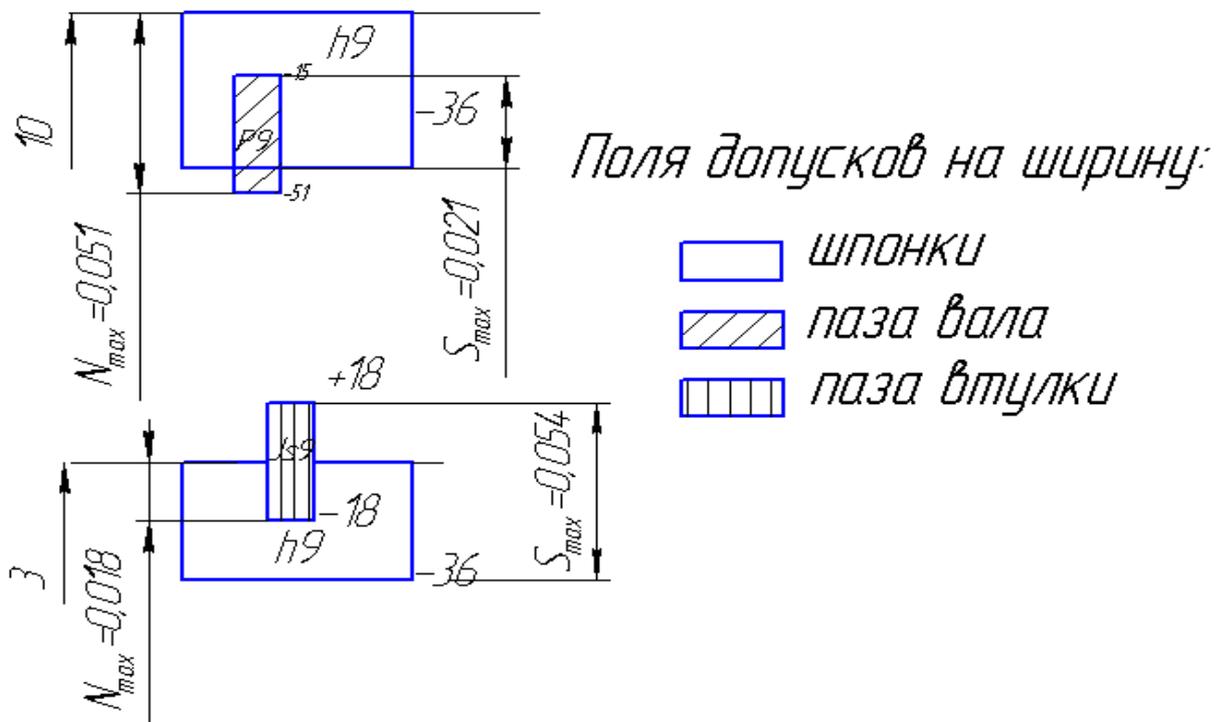


Рисунок 8 - Схема расположения полей допусков шпоночного соединения с сегментной шпонкой

3. Предельные отклонения несопрягаемых размеров устанавливаются по таблице 9, рассчитываются их допуски и пределы размеры.

Высота шпонки  $h=13h11$

$es=0$  мкм;  $ei= - 110$  мкм;

$h_{max}= h+es=13+0=13$  мм;

$h_{min}= h+ei=13-0,11=12,89$ мм;

$T_h= es-ei=0+0,11=0,11=110$  мкм;

Диаметр шпонки  $d=22h12$

$es=0$  мкм;  $ei= -210$  мкм;

$d_{max}^{III}=d+es=22+0=22$  мм;

$d_{min}^{III}=d+ei=22-0,21=21,79$  мм;

$T_d^{III}= es-ei=0+210=210$  мкм;

Глубина паза на валу  $t_1=10^{+0,1}$

$d-t_1=35-10^{+0,1}=25_{-0,1}$

Глубина паза во втулке  $t_2=3,3^{+0,1}$

$d+t_2=35+3,3^{+0,1}=38,3^{+0,1}$

4. Вычерчиваются эскизы шпоночного соединения и деталей с обозначением посадок, предельных отклонений размеров и шероховатости поверхностей (рисунок 9).

Требования к шероховатости устанавливаются следующим образом: для сопрягаемых поверхностей  $R_a \leq 2,5$  мкм, для несопрягаемых  $R_z \leq 40$  мкм.

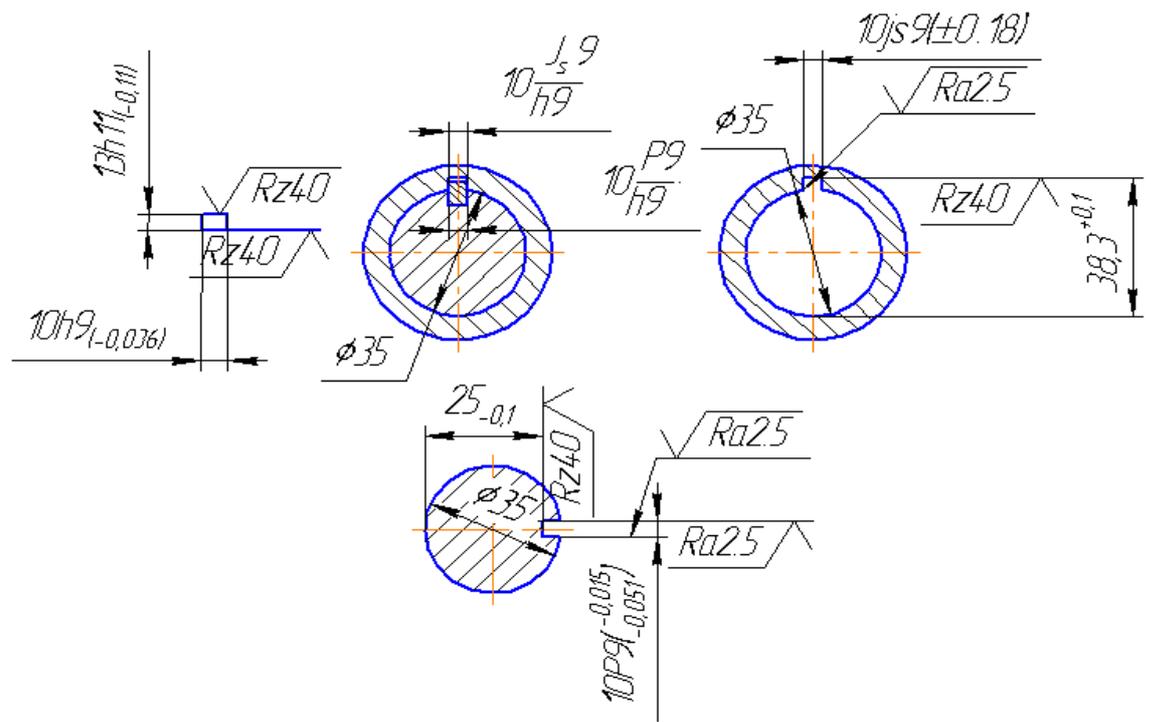


Рисунок 9 - Эскизы шпоночного соединения в сборе и его деталей.

#### Задание 4 Допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений

**Цель задания:** научиться расшифровывать условные обозначения шлицевых соединений и их деталей на чертежах, устанавливать предельные размеры деталей и оформлять эскизы шлицевого соединения в сборе и подетально.

##### 4.1 Исходные данные

- условное обозначение шлицевого соединения:

$$b-8 \times 42 \times 48 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{e8}$$

##### 4.2 Требуется выполнить:

- 1.Расшифровать условное обозначение шлицевого соединения.
- 2.Установить по таблицам ГОСТ 25347-82 или ГОСТ 25346-89 предельные отклонения по диаметрам и боковым сторонам зубьев и впадин. Вычислить предельные размеры и построить схему расположения полей допусков.
- 3.Вычертить эскизы деталей шлицевого соединения в сборе и подетально, проставить размеры с условным буквенным и числовым обозначением отклонений, обозначить шероховатость поверхностей.

### 4.3 Порядок выполнения задания

1. В шлицевых соединениях с прямобочным профилем применяют три способа центрирования втулки относительно вала: по внутреннему диаметру -  $d$ , по наружному -  $D$ , по боковым сторонам шлица -  $b$ .

В условном обозначении шлицевого соединения способ центрирования указывается соответствующей буквой в начале обозначения.

$$b-8 \times 42 \times 48 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{e8}$$

Данное соединение центрируется по наружному диаметру  $b$ . Количество шлицев  $z = 8$ , внутренний диаметр  $d = 42$  мм, наружный диаметр  $D = 48$  мм, ширину впадины втулки или толщину шлица вала  $b = 7$  мм.

В условном обозначении указаны посадки:

$$\frac{H12}{a11} - \text{посадка по } D, \frac{D9}{e8} - \text{посадка по } b.$$

Условное обозначение деталей этого соединения:

- отверстия:  $b-8 \times 42 \times 48H12 \times 7D9$ ;
- вала:  $b-8 \times 42 \times 48a11 \times 7e8$ .

2. В соответствии с условными обозначениями полей допусков [по ГОСТ 25347-82] определяются предельные отклонения размеров  $d$ ,  $D$  и  $b$ , строятся схемы расположения полей допусков с указанием на них предельных зазоров и натягов (рисунок 10), вычисляются предельные размеры и заносятся в таблицу 2

Таблица 2

Наименование элементов шлицевого соединения	Номинальный размер, мм	Предельные отклонения, мкм		Предельные размеры, мм.	
		верхнее	нижнее	наиб.	наим.
1. Центрирующие элементы:					
ширина впадин отверстия	7D9	+0	+4	7,076	7,04
толщина шлицев вала	7e8	-0,025	-0,047	6,975	6,953

2. Нецентрирующие элементы:						
отверстие	48H12	250	+	0	8,025	4
вал	48a11	320	-	480	7,968	4
					8,0	4
						4

3. Представляются эскизы поперечного сечения шлицевого соединения в сборе и подетально с указанием размеров с предельными отклонениями, обозначенными комбинированным способом, и шероховатости поверхностей (рис. 11).

Требования к шероховатости поверхностей:

по поверхностям центрирующих диаметров  $R_a \leq 0,63$   
мкм,  
по поверхностям нецентрирующих диаметров  $R_a \leq 2,5$  мкм,  
по боковым поверхностям впадин втулки и шлицев вала  $R_a \leq 1,25$   
мкм.

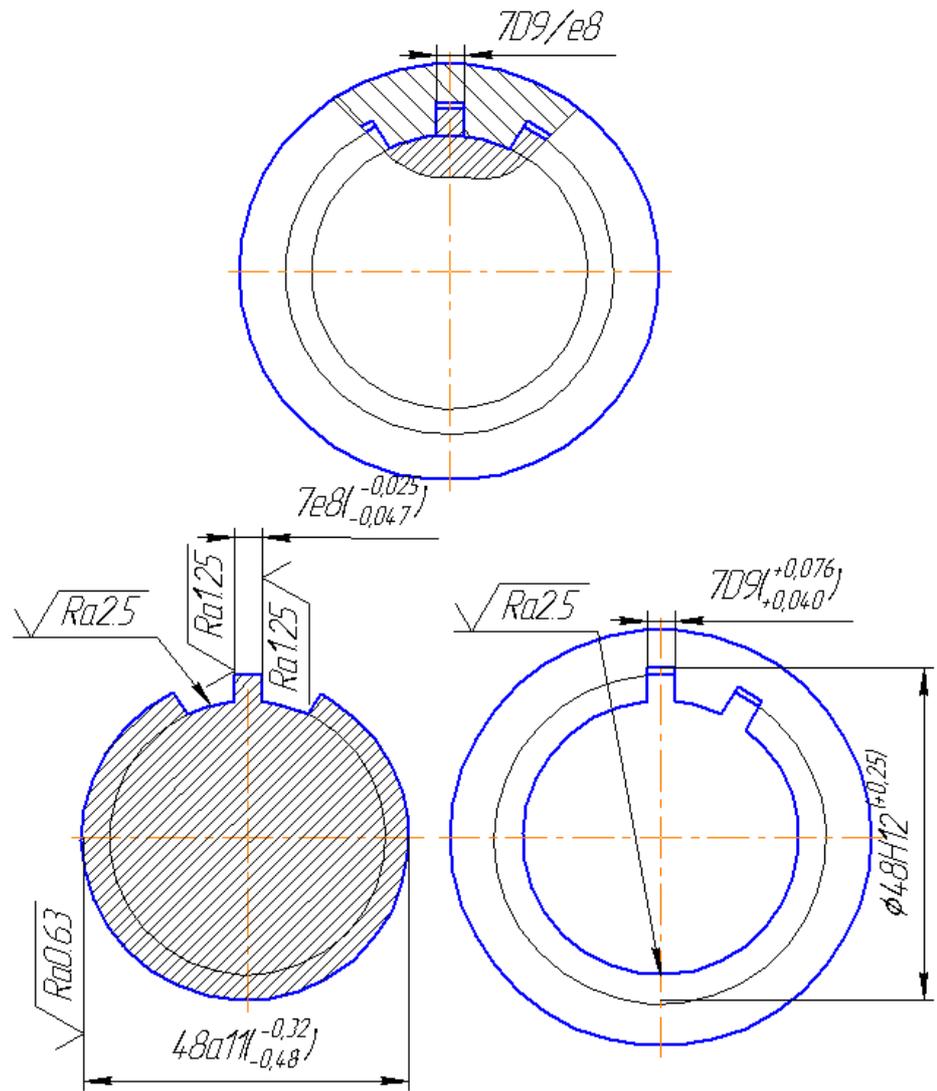


Рисунок 10 - Сборочный и подетальный эскизы шлицевого прямобочного соединения

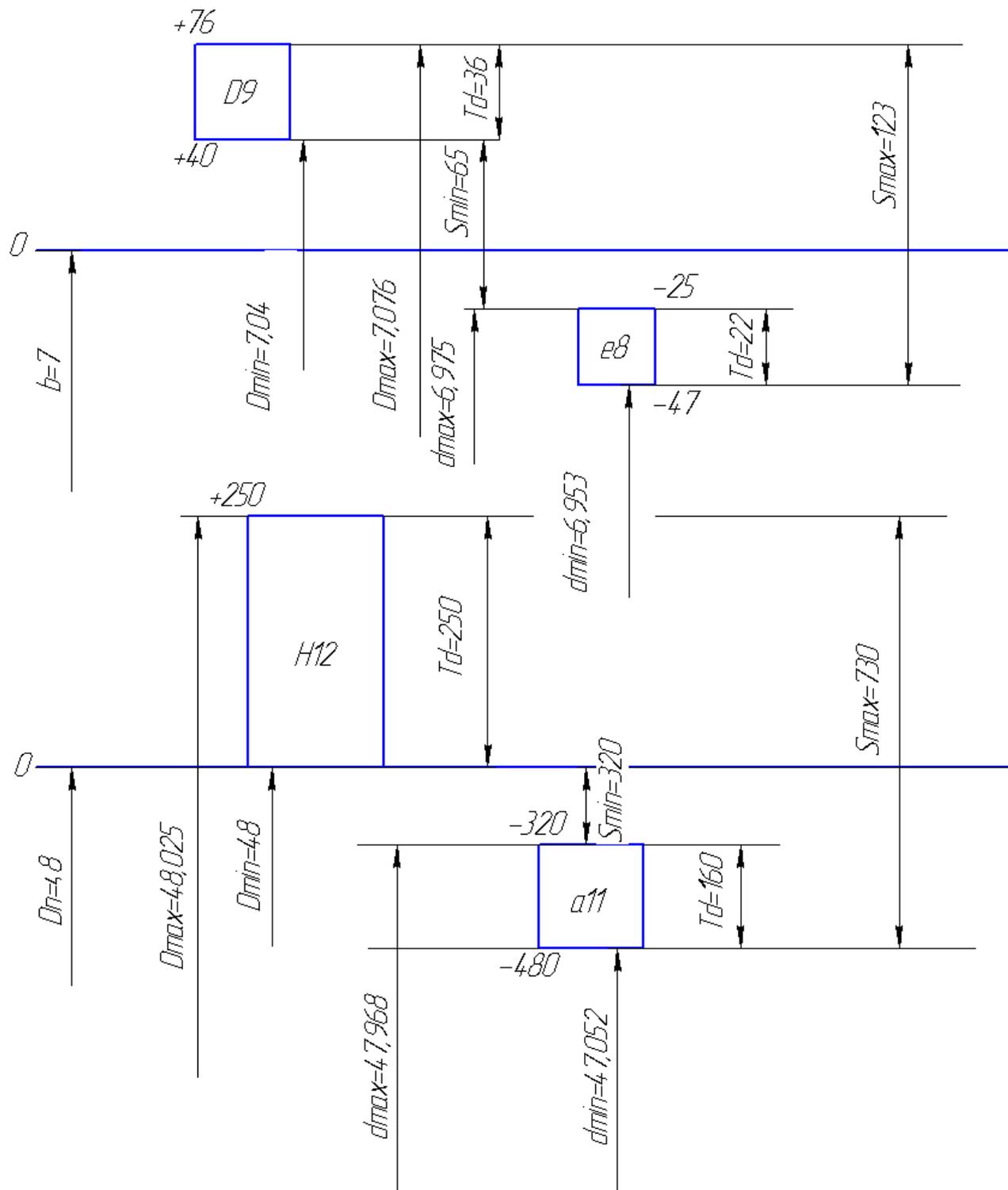


Рисунок 11 - Схемы расположения полей допусков деталей шлицевого сопряжения.

### *Литература*

1. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: ВО Агропромиздат, 1987.
2. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: Машиностроение, 1986.
3. Мягков В.Д. и др. Допуски и посадки. Справочник, ч. 1. - Л.: Машиностроение, 1982.
4. Мягков В.Д. и др. Допуски и посадки. Справочник, ч.2. - Л.: Машиностроение, 1983.
5. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник. - М.: Машиностроение, 1987.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии. - М.: Издательство стандартов, 1998.
7. Исаев Л.К., Малинский В.Д. Метрология и стандартизация в сертификации. Учебное пособие - М.: Издательство стандартов, 1996.
8. ГОСТ 25347-82. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. - М.: Издательство стандартов, 1983.
9. ГОСТ 7.32-91 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. - М.: Издательство стандартов, 1991.
10. ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам. - М.: Издательство стандартов, 1995.
11. Леонов О.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие – М.: Колос, 2009 – 569с.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

**3.1 Основные термины и определения в областях метрологии, стандартизации, подтверждения соответствия и взаимозаменяемости. История развития. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации и их роль в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции (услуг). Основы метрологии. Международная система единиц SI. Классификация измерений. Погрешности измерений.**

Вопросы:

1. Введение. История развития метрологии.
2. Международная система единиц SI.
3. Погрешности измерений и их анализ.

Особое внимание обратить на методы, принципы и классификацию средств измерения а так же критерии, характеризующие качество измерений.

#### **3.2 Средства измерений.**

**Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений (СИ). Обработка результатов измерений. Выбор средств измерений по точности.**

Вопросы:

1. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений (СИ). Классификация СИ.
2. Поверка и калибровка СИ.
3. Метрологические службы и организации РФ.

Особое внимание обратить на виды погрешностей: в зависимости от характера проявления при повторных измерениях, основные причины возникновения систематических погрешностей, возникновение случайных погрешностей. Основные числовые характеристики случайных величин.

**3.3 Обеспечение единства измерений. Организационное обеспечение единства измерений.**

Вопросы:

1. Правовые основы единства измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений»
2. Метрологическая аттестация и поверка средств измерений.
3. Калибровка и сертификация средств измерений.
4. Государственный метрологический контроль и надзор.

Особое внимание обратить на цели и задачи метрологического обеспечения с/х предприятий.

#### **3.4 Принципы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок.**

Вопросы:

1. Основы взаимозаменяемости. Виды взаимозаменяемости.
2. Основные понятия о размерах, отклонениях, допусках.
3. Посадки, виды посадок, зазоры, натяги, допуски посадок.
4. Принципы построения ЕСДП.
5. Предпочтительные поля допусков, обозначение посадок на чертежах.
6. Области применения ЕСДП.

Особое внимание обратить на методологическую последовательность расчета и выбора посадок.

### **3.5 Точность формы и расположения поверхностей Волнистость и шероховатость поверхностей.**

Вопросы:

1. Понятие о шероховатости поверхностей и ее влияние на эксплуатационные показатели работы деталей, соединений и машин.
2. Средства измерения шероховатости поверхностей.
3. Параметры для нормирования и оценки шероховатости поверхностей.
4. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах.
5. Основные термины и определения. Отклонения формы. Отклонения расположения. Суммарное отклонение.
6. Нормирование и обозначение точности формы и расположения поверхностях на чертежах.
7. Влияния точности формы и расположения поверхностей на долговечность соединений.

Особое внимание обратить на основные параметры шероховатости поверхностей, а так же на показатели отклонения от круглости и цилиндричности.

### **3.6 Расчет и выбор посадок колец подшипников качения. Взаимозаменяемость сложных пар.**

Вопросы:

1. Условное обозначение подшипников качения.
2. Поля допусков подшипников качения и сопрягаемых деталей.
3. Виды нагружения подшипников качения.
4. Расчет и выбор посадок колец, обозначение посадок на чертежах.

Особое внимание обратить на методику расчета выбора посадок циркуляционно нагруженных колец

### **3.7 Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании». Межотраслевые системы (комплексы) национальных стандартов. Международная, региональная и национальная стандартизация.**

Вопросы:

1. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».
2. Межотраслевые системы (комплексы) национальных стандартов.

Особое внимание обратить на цели и задачи технического регулирования в РФ.

### **3.8 Теоретические основы стандартизации**

Вопросы:

1. Сущность стандартизации.
2. Нормативно-законодательная база системы стандартизации в РФ.
3. Органы и службы по стандартизации. Теоретические основы стандартизации.

Особое внимание обратить на методические и научно - технические основы стандартизации в РФ.

### **3.9 Подтверждение соответствия**

Вопросы:

1. Цели, принципы, формы подтверждения соответствия.
2. Добровольное и обязательное подтверждения соответствия.
3. Декларирования соответствия, Обязательная сертификация
4. Знак обращения на рынке.
5. Системы сертификации.
6. Схемы подтверждения соответствия.

7. Правовое и информационное обеспечение подтверждения соответствия.  
Особое внимание обратить на структуру нормативной базы, подтверждения соответствия и пути ее реформирования.