



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автоматизация и математическое моделирование в НГК»

ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Методические указания к выполнению
контрольной работы
для студентов заочной формы обучения

Ростов–на–Дону
ДГТУ
2025

Содержание контрольной работы

Контрольная работа включает в себя два теоретических вопроса, выбранных из списка контрольных вопросов, приведенного ниже и комплект практических заданий. Контрольная работа оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД: Формат - А4 ГОСТ 2.301-68, текст должен быть оформлен в рамке с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006. Эскизы должны быть разборчивы, выполнены с приведением всей необходимой информации. Контрольная работа должна быть снабжена титульным листом и зарегистрирована в деканате.

Вариант контрольной работы соответствует номеру студента в списке его группы. В соответствии с этим номером выбираются теоретические вопросы из представленного списка и вариант исходных данных для выполнения практической части работы.

Теоретические вопросы к контрольной работе по дисциплине "Основы взаимозаменяемости"

Первый вопрос

1. Взаимозаменяемость, назначение, виды, решаемые задачи.
2. Параметрическая и функциональная взаимозаменяемость. Геометрическая взаимозаменяемость.
3. Причины появления погрешностей геометрических размеров деталей. Цель нормирования точности в машиностроении.
4. Основные понятия о размерах, отклонениях и посадках. Основные термины. Графическое изображение размеров и их отклонений. Схема расположения полей допусков в посадке.
5. Посадки в системе отверстия и в системе вала. Особенности схемы расположения полей допусков в посадке. Нормальная температура.
6. Система допусков и посадок для гладких элементов деталей. Общие понятия о системах допусков и посадок. Схема расположения полей допусков в посадке.
7. Основные признаки системы допусков и посадок. Интервалы размеров. Единица допуска. Ряды точности (ряды допусков). Поля допусков отверстий и валов. Расчет допуска в соответствии с качеством.
8. Нормирование точности угловых размеров. Система единиц на угловые размеры.
9. Нормирование точности конических соединений.
10. Нормирование точности геометрической формы поверхностей деталей (отклонение формы поверхностей). Общие понятия о точности формы, основные термины. Виды нормируемых отклонений формы поверхностей и знаки, используемые при указании на чертеже допускаемых отклонений.
11. Указание на чертежах допусков отклонений формы поверхностей. Отклонение формы заданного профиля и формы заданной поверхности. Основные нормируемые параметры.
12. Нормирование точности отклонений от прямолинейности в плоскости. Нормирование точности отклонений от плоскостности.
13. Нормирование точности отклонений формы цилиндрических поверхностей. Отклонение от цилиндричности. Отклонение от круглости. Отклонение профиля продольного сечения. Отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве.
14. Виды отклонений взаимного расположения поверхностей детали и условные знаки их допусков для указания на чертежах. Нормирование точности взаимного расположения поверхностей деталей. Основные положения. Базы для нормирования требований к точности расположения элементов деталей.

15. Отклонение от параллельности элементов детали. Отклонение от перпендикулярности элементов детали. Отклонение наклона элементов детали.

16. Отклонение от соосности элементов детали. Отклонение от симметричности элементов детали. Позиционное отклонение элементов детали. Радиальное биение. Торцевое биение. Биение в заданном направлении. Полное радиальное биение. Полное торцевое биение.

17. Независимые и зависимые допуски отклонений расположения и формы элементов деталей.

18. Параметры шероховатости и волнистости. Обозначение требований к поверхностным неровностям. Знаки, указывающие возможные виды обработки. Указание числовых значений параметров шероховатости. Правила нанесения на чертежах требований к шероховатости поверхности.

19. Нормирование точности метрической резьбы. Резьбовые соединения, используемые в машиностроении. Номинальный профиль метрической резьбы и ее основные параметры. Понятие о приведенном среднем диаметре резьбы.

20. Нормируемые параметры метрической резьбы для посадок с зазором. Поля допусков для нормирования точности элементов метрической резьбы. Соединения (посадки) резьбовых элементов деталей.

21. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Ряды точности (допуски) для зубчатых колес и передач по параметрам зацепления. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

22. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Ряды точности по параметрам бокового зазора. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

23. Нормирование точности конических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности зубчатых колес и передач. Ряды точности (допуски) для зубчатых колес и передач по параметрам зацепления. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

24. Нормирование точности червячных зубчатых колес и червяков. Принцип нормирования точности зубчатых колес, червяков и передач. Ряды точности по параметрам бокового зазора. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и червяков.

25. Нормирование точности цилиндрических передач. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие кинематическую точность цилиндрических зубчатых колес и передач. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие плавность их работы.

26. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие полноту контакта зубьев цилиндрических и конических зубчатых колес. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие боковой зазор.

27. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие кинематическую точность конических зубчатых колес и передач. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие плавность работы.

Второй вопрос

1. Нормирование точности шпоночных соединений.
2. Виды шлицевых соединений. Нормирование точности шлицевых соединений.
3. Нормирование точности подшипников качения. Основные положения. Классы точности подшипников качения. Условные обозначения подшипников качения.

4. Посадки подшипников качения. Допуски на радиальное биение дорожек качения колец подшипников качения. Поля допусков для посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов под подшипники качения. Посадки валов в подшипники качения и подшипников в отверстия корпусов. Условные обозначения подшипников качения.

5. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Ряды точности (допуски) для зубчатых колес и передач по параметрам зацепления. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

6. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Ряды точности по параметрам бокового зазора. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

7. Отклонение от соосности элементов детали. Отклонение от симметричности элементов детали. Позиционное отклонение элементов детали.

8. Независимые и зависимые допуски отклонений расположения и формы элементов деталей.

9. Радиальное биение. Торцевое биение. Биение в заданном направлении. Полное радиальное биение. Полное торцевое биение.

10. Технические требования к посадочным поверхностям валов и отверстий корпусов под подшипники качения. Выбор посадок для колец подшипников.

11. Нормирование точности конических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности зубчатых колес и передач. Ряды точности (допуски) для зубчатых колес и передач по параметрам зацепления. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

12. Нормирование точности конических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности зубчатых колес и передач. Ряды точности по параметрам бокового зазора. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие полноту контакта зубьев конических зубчатых колес.

13. Взаимозаменяемость и стандартизация: основное понятие и назначение.

14. Система допусков и посадок для гладких элементов деталей. Общие понятия о системах допусков и посадок. Схема расположения полей допусков в посадке.

15. Основные признаки системы допусков и посадок. Интервалы размеров. Единицы допуска. Ряды точности (ряды допусков). Поля допусков отверстий и валов. Расчет допуска в соответствии с качеством.

16. Нормирование точности метрической резьбы. Резьбовые соединения, используемые в машиностроении. Номинальный профиль метрической резьбы и ее основные параметры. Понятие о приведенном среднем диаметре резьбы.

17. Нормирование точности угловых размеров. Система единиц на угловые размеры. Нормирование точности конических соединений.

18. Технические требования к посадочным поверхностям валов и отверстий корпусов под подшипники качения. Выбор посадок для колец подшипников.

19. Нормируемые параметры метрической резьбы для посадок с зазором. Поля допусков для нормирования точности элементов метрической резьбы. Соединения (посадки) резьбовых элементов деталей

20. Нормирование точности шпоночных соединений.

21. Нормирование точности шлицевых соединений. Прямобоочные шлицевые соединения. Эвольвентные шлицевые соединения.

22. Посадки подшипников качения. Допуски на радиальное биение дорожек качения колец подшипников качения. Поля допусков для посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов под подшипники качения. Посадки валов в подшипники качения и подшипников в отверстия корпусов.

23. Нормирование точности взаимного расположения поверхностей деталей (отклонения расположения). Основные положения. Базы для нормирования требований к точности расположения элементов деталей. Отклонение от параллельности элементов детали. Отклонение от перпендикулярности элементов детали. Отклонение наклона элементов детали.

24. Характеристика основных законов рассеяния показателей качества при изготовлении и эксплуатации машиностроительных изделий.

25. Основные признаки системы допусков и посадок. Интервалы размеров. Единица допуска. Ряды точности (ряды допусков). Поля допусков отверстий и валов. Расчет допуска в соответствии с качеством.

26. Взаимозаменяемость, назначение, виды. Параметрическая и функциональная взаимозаменяемость.

27. Основные понятия взаимозаменяемости. Полная и неполная взаимозаменяемость.

Содержание практической части контрольной работы

Практическая часть контрольной работы разбита на четыре блока. Первый блок (А) иллюстрирует принцип назначения допуска на линейный размер. Второй блок (Б) позволяет усвоить и закрепить материал по заданию (определению) точности различных соединений. Третий блок (В) позволяет усвоить материал по определению точности формы отдельных поверхностей и точности взаимного расположения отдельных поверхностей. Четвертый блок (Г) позволяет ознакомиться с принципами нормирования точности зубчатых передач.

Блок А.

1. Рассчитайте допуск для одного размера из таблицы 2 по единице допуска. Приведите подробный расчет.

Блок Б.

1. Рассортируйте заданные размеры из таблицы 2 в соответствии со своим вариантом в соответствии со следующими признаками:

- внутридетальные размеры - размеры сопряжений;
- размеры валов - размеры отверстий;
- посадки в системе отверстия - посадки в системе вала;
- посадки с зазором - посадки с натягом - переходные посадки;
- выпишите отдельно предпочтительные посадки.

2. Вычертите схемы расположения полей допусков для двух посадок с зазором, двух посадок с натягом, для двух посадок переходных с указанием всех их характеристик (посадки выбрать из задания). Нанесите на эскизе соединения валик-втулка обозначение посадки тремя способами.

3. Выпишите из списка посадок посадки для подшипников качения. Укажите, какие из них относятся к посадке подшипника в корпус, а какие к посадке вала в подшипник. Вычертите схему расположения полей допусков для посадки подшипника в корпус и посадки вала в подшипник (посадки выбрать из задания).

4. Выпишите из таблицы 2 размеры резьбовых соединений. Вычертите схему расположения полей допусков для резьбового соединения с приведением расчетов всех его основных параметров.

5. Определите размеры шпонки по размеру соединения, выбранного из списка посадок (Блок Б, п. 1) и вычертите схему расположения полей допусков для шпоночного соединения (размер соединения выберите из таблицы заданий).

Блок В.

1. Определите для размера вала и размера отверстия из таблицы 2 величину допустимого отклонения от соосности вала и отверстия, величину допустимого отклонения от круглости каждого размера и нанесите их на эскиз.

Блок Г.

1. Определите основные параметры зубчатого соединения.

3.4. Исходные данные для выполнения практической части контрольной работы

Исходные данные разбиты на две части: для блоков А и Б представлен набор размеров различного характера, для блока В предложены два размера: размер вала и размер отверстия.

В таблице 2 представлен пример задания для контрольной работы. Ежегодно состав заданий изменяется.

Таблица 2. Таблица заданий для выполнения практической части работы (пример).

№ вар	Блоки А, Б, В	Блок Г	
		m/z	Степень точности
1.	11m7, $\phi 46R7/h6$, $\phi 40H8/h8$, $\phi 20 s6$, 11H8/m7, M10x1,25-6H/6h, $\phi 16P7/h6$, ..., $\phi 58K7/h6$, $\phi 110H7/s6$, 38k7, 38H7/g6, $\phi 22R8$, 46H12, $\phi 90H7/p6$, $\phi 100H7/l0$, $\phi 46M6$, M64x4, 90M7/k6, $\phi 30L0/h6$, $\phi 72Js7/h6$	2/40	7

3.4. Краткие методические указания для выполнения практической части контрольной работы

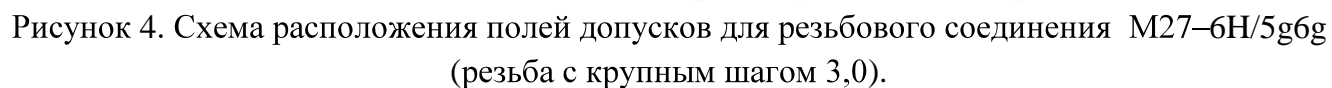
Для выполнения практической части контрольной работы целесообразно использовать методические указания /3/.

Задания Б должны быть сопровождаемы аккуратно вычерченными схемами с указанием всех расчетных параметров. Например, на рисунке 1 показано расположение полей допусков в переходной посадке $\phi 72Js7/h6$. На рисунке 2 приводятся три способа указания обозначения посадки на чертеже. На рисунке 3 представлено расположение полей допусков в посадке подшипника качения на вал. На рисунке 4 изображена схема расположения полей допусков для резьбового соединения. На рисунке 5 представлена схема расположения полей допусков для шпоночного соединения. Для блока В должна быть приведена схема с указанием величины допустимого отклонения от соосности вала и отверстия, величины допустимого отклонения от круглости каждого размера (рисунки 6).

№ вар	Задания А-В	Задания Г	
		m/z	Степень точности
1.	11 m7, ø46R7/h6, ø14P7/h6, ø40H8/h8, ø20 s6, 11 H8/m7, M10x1,5, ø16R7/h6, ø124e8, ø32L0/k6 ø80r6, ø70F9, Ø41E11, ø58N7/h6, 38 g6, ø58N7/h6, ø 110H7/s6, 38k7, 38 H7/g6, ø90H7/p6, ø46M6, 46H12, ø30Js7, M100, Ø22R8, ø20Js7/10, ø30k6, ø7g6, 90M7/k6, 45H11/d11, ø30L0/h6	2/20	7
2.	ø122M8, 90M7/k6, ø46H6/f6, 90f7, ø122M8/h7, ø68H7/s6, 99K8, 47H8, M12x1,5, 38h6, Ø29U7, ø72Js7/h6, ø 100H7/10, 100E9, ø72Js7/h6, ø102D10, ø75H11/d11, 100E9/h6, ø 100L0/k6, ø34K7/h6, 43F9, M14, ø14f6, ø14D11, 34Js6, ø40L0/k6, Ø16H11/d11, ø70Js6, 10H7/h6	2,5/18	9
3.	ø9R7, ø 20L0/k6, 100H7/h6, ø18H7/h6, 14h6ø9R7/h6, 110H7/h6, 35N6, ø6L0/k6, ø40H10, ø68G7, ø 105R8, Ø19P8, M16, ø18H11/h11, ø85H12, ø84P6, ø18H11/h10, ø12H7/10, ø100M7/h6, ø85H12/h12, 29H7/m6, ø48G7, ø20s6, 16f8, Ø21A14, M8x1,25, 8Js8, ø145H9/f9, ø54L0/h6	4/26	7
4.	19H11, ø145H9/f9, ø72M7/k6, ø66h12, 19H11/js10, ø20 H7/p6, 18Js8, ø77N6, ø55k7, ø42L0/k6, 28S7, M18, ø122H7/e8, ø88Js7/10, ø23h5, ø122H7/e8, ø150H6, ø11H7/s6, ø200h7, ø23 H6/h5, ø65 H7/r6, ø71D8, ø28K8, M8, ø110e7, 38D11, Ø16H11/d11, 25H8/d9, ø 120H7/10	2/30	9
5.	59K8, ø73H7/g6, ø40H8/h8, 88p6, 59K8/h7, ø60H8/h8, M16, 35M6, ø30S7, ø84P6, ø60 L0/k6, Ø23F9, ø134H8/h8, ø44d10, 25H8/d9, M22x2, 28H7/js6, 57e9, ø44 H10/d10, ø10H9/h9, 17Js8, 33n7, ø10E9, Ø39G9, ø22H9/d9, ø80H7/r6, 60D9, ø44Js7, 125p6, M27, 51H7/h6, ø120Js7/10	3/50	7
6.	148a11, ø134H8/h8, ø10D8/e8, ø103m7, 148 H11/a11, ø 84Js7/10, ø72H8/f9, ø10E9, M20x2, ø46h7, 45Js8, 18H6, 25H8/d9, Ø20b14, 39H7/g6, 125H8/f8, ø150H6, Ø20 H14/b14, ø100D8/e8, ø85h9, ø65M8, 26R7, 24, Ø24K, ø105F7, ø30k6, ø73H7/g6, ø148L0/h6, M8x1,25	4/56	9
7.	Ø14c12, ø115H9/f9, ø72H7/k6, ø20 H6, Ø14H12/c12, ø140H7/10, ø52H7/m6, ø52R7, ø80H9, ø36s6, M27, ø115H9/f9, 45d11, ø46R7/h6, ø40L0/k6, Ø16H11/d11, ø70Js6, 45 H11/d11, ø125 H7/h6, ø122H9, 39e7, ø60D8, 29C12, ø46R7/h6, Ø29U7, ø72Js7/h6, ø 100H7/10, M33	2/40	7
8.	Ø67e12, ø58N7/h6, 78H7/f7, 125g6, Ø67 H12/e12, ø90Js7/h6, ø45h10, M24x2, ø16g6, 148d10, Ø16B11, ø58N7/h6, ø 160Js7/10, Ø10f8, 90M7/k6, ø10H7/f7, ø28L0/h6, 38f9, Ø10 H8/f8, ø14K7/h6, 30r6, 54m7, 14h6, Ø25N6, M27, 90M7/k6, ø110H7/10, ø48G7, ø20s6, 16f8, Ø21A14,	2,5/44	9
9.	39g7, M24, ø72Js7/h6, ø50H7/e7, 12n7, 39 H8/g7, ø99H8/d9, 85d10, ø37h8, 95M6, 30M8, ø72Js7/h6, ø80Js7/10, 46h6, 80H7/h6, Ø37F9, ø122D8/e8, ø115f6, 46 K7/h6, ø80H7/r6, 60D9, ø44Js7, 125p6, M27, 51H7/h6, ø112Js7/10, M24x2, ø16g6, 75H7/x6, 148d10, ø67L0/k6, ø134H8/h8,	4/60	7
10.	Ø100js10, ø18H11/h11, M64, ø55P7/h6, ø22F9, Ø100H11/js10, ø120H7/s6, ø50M8, ø105F7, ø30k6, Ø26H7, ø18H11/h11, ø22 L0/h6, Ø46k6, ø145H9/f9, ø40H8/h8, ø60M7, Ø46 H7/k6, 49H7/m6, M56x3, ø12P6, 120G7, ø90g6, Ø36R6, ø145H9/f9, ø44d10, ø52Js7/10	1,5/38	9
11.	72m8, ø122H7/e8, ø 16L0/k6 ø96H9/d9, ø84Js7, 72 H8/m8, 32M7/h6, 23h8, 50R7, ø99d9, Ø27h7, ø122H7/e8, M72x4, Ø54p6, ø73H7/g6, Ø60H7/js6, 75K8, Ø54L0/js6, M30, 8H7/js6, 14E9, 68D10, 86js7, 15k8, 39H7/g6 ø102Js7/10, 125H8/f8, ø150H6, Ø20 H14/b14, 75H7/x6	2,5/30	7
12.	Ø6,5n6, ø134H8/h8, ø90M7/h6, ø50D8, Ø6,5 H7/n6, ø42P7/h6, ø77G6, ø90R7/h6, M42, 15P8, Ø14H11, ø 80H7/10,	3,5/24	9

	17p5, 25H8/d9, 78H7/f7, ø7f9, 17 H6/p5, 30Js7/h6, ø35n7, ø48M7/k6, 18E8, Ø7m6, ø22H9/d9, M33, ø24L0/h6, ø100r6, ø120H7/s6, ø50M8, ø 105F7, Ø12 H8/s8, ø35H6/f6,			
13.	Ø69r7, 39H7/g6, M36, ø10H8/h7, ø25H9, Ø69 H7/r7, 55H7/e8, ø44L0/k6, ø89e8, 38H7/h6, ø36D10, Ø12js7, ø134H8/h8, Ø12s8, ø22H9/d9, M48, ø144H7/f7, ø100r6, Ø12 H8/s8, ø35H6/f6, ø12m6, 18H7/s6, ø100K8, Ø331n8, 25H8/d9, M24, ø72Js7/h6, ø50H7/e7, 12n7, 39 H8/g7, ø60Js7/l0	5,0/72	7	
14.	15u6, ø115H9/f9, 58H7/e7, ø54 L0/k6, 34e8, 15 H7/u6, 86H7/p6, ø56n6, 48N7/h6, ø105H9, 54D9, M36, ø73H7/g6, ø 60H7/l0, Ø75x6, ø46R7/h6, 100M7/h6, 58K7, 75H7/x6, ø74K7/h6, ø86h10, 56M7/k6, ø100D9, Ø118P7, ø46R7/h6, M72x4, ø30L0/h6, 75K8, Ø54L0/js6, M30, 8H7/js6,	2,0/36	9	
15.	Ø41E11, ø58N7/h6, M48, ø60R7/h6, 26M7, Ø41E11/h10, ø21H7/h6, 70E9, ø94Js7/h6, ø74L0/h6, ø30H6, Ø31h5, ø58N7/h6, ø 90Js7/l0, Ø22R8, 90M7/k6, ø 130Js7/l0, 78H7/f7, ø64H10, 22R8/h7, ø20H7/r6, ø115D9, 64H8/f8, 10H10, Ø55F9, M80x4, 90M7/k6, 17 H6/p5, 30Js7/h6, ø35n7	2,5/40	7	
16.	Ø29U7, M42, ø72Js7/h6, ø58M7/k6, ø122h6, Ø29U7/h6, ø37Js7/h6, ø110Js8, ø50H11/d11, ø55E9, 11 m7, ø46R7/h6, ø 90H7/l0, 34Js6, 100H7/h6, Ø50L0/js6, 16r634Js6/h6, ø150R7/h6, ø7d11, 50P7/h6, 26h40, ø52L0/k6, M48, 38 g6, 54D9, M36, ø73H7/g6, ø 60H7/l0, ø58N7/h6, M8,	4,0/32	9	
17.	Ø19P8, ø18H11/h11, ø40H8/h8, ø15g6, Ø19P8/h7, ø 70Js7/l0, M42x3, ø70H7/s6, 24G7, 60H7/js6, 38f6, ø122M8, 90M7/k6, M16, Ø21A14, ø95R7, ø145H9/f9, ø90M7/h6, ø140D8, Ø21A14/h14, ø65P7/h6, ø90n7, ø46Js7/h6, Ø75x6, ø28L0/h6, M72x4, 100E9, ø72Js7/h6, 54D9, M36	3,5/38	7	
18.	28S7, ø122H7/e8, ø100R7/h6, 38S7, 28S7/h6, ø55P7/h6, ø26K7/h6, 24k7, ø9R7, 100H7/h6, M48x3, ø 46H7/l0, 38D11, 26M7, 25H8/d9, ø88Js7/h6, ø55N8, 38D11/f10, ø14N7/h6, 48N7/h6, ø105H9, ø64H10, ø36H11/h11, ø32Js7/l0, ø85H12, ø18H11/h10, ø30L0/n6, ø73H7/g6, ø60H7/l0, ø5g6,	3,0/44	9	
19.	Ø23F9, M6, ø134H8/h8, 50H7/h6, 18Js8, Ø23F9/h8, 25R7/h6, ø122h6, ø56H7/l0, ø84H11/d11, ø100E8, 19H11, ø145H9/f9, Ø39G9, ø22H9/d9, ø14H8/h8, ø71D8, Ø39G9/h8, ø46H8/f9, 16r6, ø90H11/h11, 120Js7, ø23h5, ø26L0/m6, ø122H7/e8, M42, 60H7/js6, 38f6, ø 80K7/l0	2,0/18	7	
20.	18H6, 25H8/d9, ø65H7/g6, 35M6, 18H6/n5, 70D8/e8, ø50 L0/h6, ø15g6, ø36H6/f6, M48x3, ø38D10, 59K8, ø73H7/g6, Ø24K, ø73H7/g6, ø18h11, ø36H8/f9, 17Js8, Ø24K6/js5, ø124H7/p6, ø140D8, ø10H8/d9, ø30k7, ø44d10, M10x1, 25, 25H8/d9, ø72H7/l0, ø22Js7/l0, Ø100js10,	3,5/42	9	
21.	Ø18M9, M14, ø115H9/f9, Ø30L0/js6, ø10E9, Ø18P7/k6, 46Js7/h6, ø20 s6, ø28H9/d9, ø125r6, 148a11, ø134H8/h8, 29C12, ø46R7/h6, M6, 78H7/f7, ø85 h9, 29C12/f11, 26H8/d9, 38k7, 19H7/m6, ø46g6, Ø20b14, 39H7/g6, ø110Js7/l0, 24G7, 60H7/js6, 38f6, ø122M8, 19H11, ø145H9/f9	3,0/60	7	
22.	Ø16B11, M72x4, ø58N7/h6, ø40H8/h8, ø52R7, Ø16B11/F10, ø42L0/h6, ø45H7/s6, 90f7, ø44H8/f8, ø70e9, Ø14c12, ø115H9/f9, Ø25N6, M64x4, ø34H6, 90M7/k6, ø20N7/h6, ø12P6, Ø25N6/h6, ø45K7/h6, ø102D10, ø100H7/h6, 45d11, ø46R7/h6, ø55Js7/l0, 39H7/g6, M14x2,	5,0/44	9	
23.	30M8, ø72Js7/h6, ø80M7/k6, ø 36L0/k6, 23h8, 30M8/h7, ø80H7/m6, 14h6, M56x3, ø50Js7/l0, ø75H7/js6, ø58h12, Ø67e12, ø58N7/h6, Ø37F9, 100H7/h6, Ø42L0/k6, 14E9, Ø37F9/f9, ø28H7/s6, 35N6, ø25H9/f9, ø26k6, Ø10f8, 90M7/k6, M22, ø38D10, 59K8, ø73H7/g6, Ø36R6/h6	2,5/46	7	
24.	Ø26H7, ø18H11/h11, ø66H7/r6, ø77G6, Ø26H7/u6, ø70R7/h6, ø66h12, ø70H7/s6, ø80N8, 39g7, ø72Js7/h6, M24, Ø18L0/h6, Ø36R6, ø35n7, ø145H9/f9, M56x3, ø55H7/l0, ø45H7/s6, Ø36R6/h6, ø50R7/h6, ø200h7, ø52K7/h6,	3,0/16	9	

					ø22Js8, 46h6, 100H7/h6, ø 42L0/k6, ø145H9/f9, Ø39G9,		
25					Ø23F9, M6,ø134H8/h8,50H7/h6,18Js8,Ø23F9//h8,25R7/h6, ø122h6, ø56H7/10, ø84H11/d11,ø100E8,19H11, ø145H9/f9, Ø39G9, ø22H9/d9, ø14H8/h8,ø71D8,Ø39G9/h8,ø46H8/f9, 16r6, ø90H11/h11, 120Js7, ø23h5, ø26L0/m6,ø122H7/e8, M42, 60H7/js6, 38f6,ø 80K7/10		
26					Ø18M9, M14,ø115H9/f9,Ø30L0/js6,ø10E9,Ø18P7/k6, 46Js7/h6, ø20 s6, ø28H9/d9,ø125r6,148a11, ø134H8/h8, 29C12, ø46R7/h6, M6, 78H7/f7,ø85 h9,29C12/f11,26H8/d9, 38k7, 19H7/m6, ø46g6,Ø20b14, 39H7/g6, ø110Js7/10,24G7,60H7/js6,38f6,ø122M8, 19H11, ø145H9/f9		
27					30M8, ø72Js7/h6,ø80M7/k6, ø 36L0/k6, 23h8,30M8/h7,ø80H7/m6, 14h6, M56x3, ø50Js7/10, ø75H7/js6, ø58h12,Ø67e12, ø58N7/h6, Ø37F9, 100H7/h6, Ø42L0/k6, 14E9, Ø37F9/f9, ø28H7/s6, 35N6, ø25H9/f9, ø26k6,Ø10f8, 90M7/k6, M22, ø38D10,59K8, ø73H7/g6, Ø36R6/h6		
28					28S7, ø122H7/e8,ø100R7/h6, 38S7,28S7/h6,ø55P7/h6, ø26K7/h6, 24k7, ø9R7, 100H7/h6, M48x3, ø 46H7/10, 38D11, 26M7, 25H8/d9, ø88Js7/h6, ø55N8,38D11/f10,ø14N7/h6, 48N7/h6,ø105H9, ø64H10, ø36H11/h11, ø32Js7/10, ø85H12, ø18H11/h10, ø30L0/n6, ø73H7/g6, ø60H7/10, ø5g6		
29					Ø16B11, M72x4, ø58N7/h6,ø40H8/h8,ø52R7,Ø16B11/F10, ø42L0/h6 ø45H7/s6, 90f7, ø44H8/f8,ø70e9,Ø14c12, ø115H9/f9, Ø25N6, M64x4, ø34H6,90M7/k6, ø20N7/h6, ø12P6,Ø25N6//h6,ø45K7/h6, ø102D10, ø100H7/h6, 45d11, ø46R7/h6, ø55Js7/10, 39H7/g6, M14x2		
30					15u6, ø115H9/f9,58H7/e7, ø54 L0/k6, 34e8, 15 H7/u6,86H7/p6, ø56n6, 48N7/h6,ø105H9, 54D9, M36,ø73H7/g6, ø 60H7/10, Ø75x6, ø46R7/h6, 100M7/h6, 58K7, 75H7/x6, ø74K7/h6, ø86h10, 56M7/k6, ø100D9, Ø118P7, ø46R7/h6, M72x4, ø30L0/h6, 75K8,Ø54L0/js6, M30,8H7/js6		



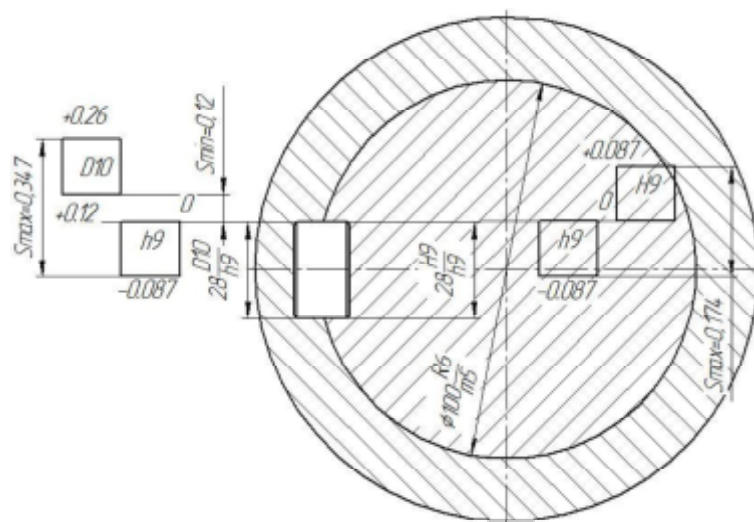


Рисунок 5. Схема расположения полей допусков для шпоночного соединения $\varnothing 100R6/m6$

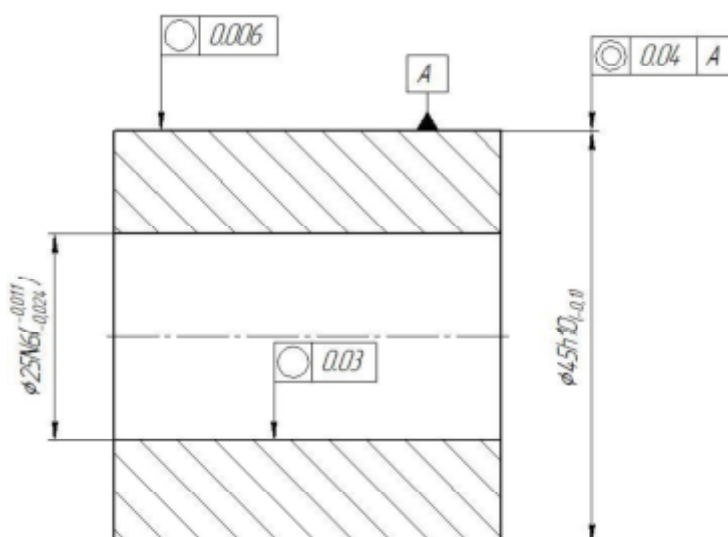


Рисунок 6. Эскиз детали типа втулки с указанием величины допустимых отклонений от соосности вала и отверстия, от круглости каждого размера.

Рекомендуемая литература

1. Земляной, Кирилл Геннадьевич. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / К.Г. Земляной, А.Э. Глызина ; М-во науки и высшего образования РФ.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022.
2. Прокопец Г.А., Шведова А.С., Прокопец А.А. Практикум по дисциплине «Основы взаимозаменяемости» для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2023.
3. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособ. вузов/ С.Г.Емельянов и др. – 3-е изд. – Старый Оскол: ТНТ, 2019.
4. Техэксперт — информационно-справочная система- <http://ntb.donstu.ru>

5. ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 11.04.89 N 983: дата введения 1990-01-01.
6. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21.07.82 N 2764: дата введения 1983-07-01
7. ГОСТ 3325-85 Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.12.91 N 2314: дата введения 1987-01-01
8. ГОСТ 23360-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 ноября 1978 г. N 3034: дата введения 1980-01-01.
9. ГОСТ 1139-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета по стандартам от 03.06.80 N 2516: дата введения 1982-01-01.
10. ГОСТ 9150-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 апреля 1981 года N 2084: дата введения 1982-01-01.
11. ГОСТ 16093-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18 июня 1981 г. N 3001: дата введения 1982-01-01.
12. ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.03.81 N 1423: дата введения 1981-07-01
13. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18 марта 1981 г. N 1423: дата введения 1981-07-01.
14. ГОСТ 2.308-79 ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 4 января 1979 г. N 31: дата введения 1980-01-01.
15. ГОСТ 1643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 апреля 1981 г. N 2046: дата введения 1981-07-01.
16. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 23.04.73 N 995: дата введения 1975-01-01.

Таблица 1. Значения допусков, мкм (дана в сокращении)

Интервал номинальных размеров, мм	Квалитет										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850

Таблица 2. Основные размеры шпонок и шпоночных пазов в соединениях с призматическими шпонками (в сокращенном варианте).

Диаметр вала d, мм	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	b x h	Фаска S		Глубина h		Радиус r	
		max	min	на валу t1	на втулке t2	max	min
Св. 12 до 17	5x5	0.40	0.25	3.0	2.3	0.25	0.16
Св. 17 до 22	6x6			3.5	2.8		
Св. 22 до 30	7x7			4.0	3.3		
Св. 22 до 30	8 x 7			4.0	3.3		
Св. 30 до 38	10x8	0.60	0.40	5.0	3.3	0.40	0.25
Св. 38 до 44	12x8			5.0	3.3		
Св. 44 до 50	14x9			5.5	3.8		
Св. 50 до 58	16x10			6.0	4.3		
Св. 58 до 65	18 x 11			7.0	4.4		
Св. 65 до 75	20x12	0.80	0.60	7.5	4.9	0.60	0.40
Св. 75 до 85	22x14			9.0	5.4		
Св. 85 до 95	25 x 14			9.0	5.4		
Св. 95 до 110	28 x 16			10.0	6.4		
Св. 110 до 130	32 x 18			11.0	7.4		

Примечания: В обоснованных случаях (пустотелые валы, передача пониженных крутящих моментов и т.п.) допускается применять меньшие размеры сечений стандартных шпонок.

Таблица 3. Предельные отклонения и посадки шпоночных соединений

Элемент соединения	поле допуска размера при соединении		
	свободном	нормальном	плотном
ширина шпонки	h9	h9	h9
ширина паза на валу	H9	N9	P9
ширина паза на втулке	D10	Js9	P9

Таблица 4. Значения основных параметров метрических резьб по ГОСТ 9150-81

шаг резьбы Р, мм	наружный диаметр d для резьб		средний диаметр d2, D2, мм	внутренний диаметр d1, D1, мм
	с крупным шагом, мм	с мелким шагом, мм		
1	6	8 10	5.350 7.350 9.350	4.917 6.917 8.917
1.25	8	10	7.188 9.188	6.647 8.647
1.5	10	12 14 16	9.026 11.026 13.026 15.026	8.386 10.386 12.386 14.386
1.75	12		10.863	10.106
2	14 16	18 20 22 24	12.701 14.701 16.701 18.701 20.701 22.701	11.835 13.835 15.835 17.835 19.835 21.835
2.5	18 20 22		16.376 18.376 20.376	15.294 17.294 19.274
3	24 27	30 36 42 48 56 64 72 80	22.051 25.051 28.051 34.051 40.051 46.051 54.051 62.051 70.051 78.051	20.752 23.752 26.752 32.752 38.752 42.752 52.752 60.752 68.752 76.752
3.5	30 33		27.727 30.727	26.211 29.211
4	36	64 72 80 90	33.402 61.402 69.402 77.402 87.402	31.670 59.670 67.670 75.670 85.670
4.5	42		39.077	37.129
5	48		44.752	42.587
6	64	72 80 90 100	60.103 68.103 76.103 86.103 96.103	57.505 65.505 73.505 83.505 93.505

Таблица 5. Предельные отклонения отверстия внутреннего кольца подшипника, мкм

Интервалы номинальных диаметров	Класс 0		Класс 6	
	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее
Св. 10 до 18	-8	0	-7	0
Св. 18 до 30	-10		-8	
Св. 30 до 50	-12		-10	
Св. 50 до 80	-15		-12	
Св. 80 до 120	-20		-15	
Св. 120 до 180	-25		-18	

Таблица 6. Предельные отклонения наружного кольца подшипника качения, мкм

Интервалы номинальных метров	Класс 0		Класс 6	
	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее
Св. 18 до 30	-9	0	-8	0
Св. 30 до 50	-11		-9	
Св. 50 до 80	-13		-11	
Св. 80 до 120	-15		-13	
Св. 120 до 150	-18		-15	
Св. 150 до 180				

Св. 180 до 250	-25 - 30		-18 -20	
----------------	-------------	--	------------	--