

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ,
СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ
ИЗМЕРЕНИЯ**

**Методические указания
к самостоятельной работе
при подготовке к экзамену и зачету**

**для студентов всех специальностей направлений
«Инженерная механика» и «Отраслевое машиностроение»
всех форм обучения**

Утверждено
на заседании
методического совета
Протокол № 6 от 28.04.2016

Краматорск
ДГМА
2016

УДК 621.01: 621.713: 006.015.3

Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : методические указания к самостоятельной работе при подготовке к экзамену и зачету для студентов всех специальностей направлений «Инженерная механика» и «Отраслевое машиностроение» всех форм обучения / сост. Т. А. Кулик. — Краматорск : ДГМА, 2016. — 52 с.

Пособие содержит основной перечень вопросов и задач, из которых формируются задания зачетных и экзаменационных билетов, их структура, а также рекомендации по выполнению и примеры выполнения этих заданий.

Задачи охватывают основные вопросы, относящиеся к методике назначения посадок гладких, шпоночных и шлицевых соединений, подшипников качения, решения размерных цепей. На одном из примеров показана методика назначения основных точностных параметров и порядок оформления рабочих чертежей валов редукторов.

В пособии изложены критерии оценки заданий зачетных и экзаменационных билетов, а также справочный материал, который студент имеет право использовать в процессе сдачи зачета или экзамена.

Составитель
Отв. за выпуск

Т. А. Кулик, ст. преп.
С. Г. Карнаух, доц.

Навчальне видання

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

**Методичні вказівки до самостійної роботи
при підготовці до іспиту та заліку для студентів всіх спеціальностей
напрямів «Інженерна механіка» та «Галузеве машинобудування»
всіх форм навчання
(Російською мовою)**

Укладач КУЛІК Тетяна Олександрівна

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання О. М. Болкова

23/2015. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 3,02.

Обл.-вид. арк. 2,01. Тираж 3 пр. Зам. № 9.

Видавець і виготівник

Донбаська державна машинобудівна академія

84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК №1633 від 24.12.2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
ПРИМЕР БИЛЕТА.....	4
ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ	5
ТЕМА 1. Построение полей допусков гладких цилиндрических соединений	8
ТЕМА 2. Назначение посадок подшипников качения	11
ТЕМА 3. Назначение посадок шпоночных соединений	12
ТЕМА 4. Назначение посадок шлицевых соединений	15
ТЕМА 5. Решение размерных цепей.....	17
ТЕМА 6. Выполнение эскиза вала	22
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ	25
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	26
Приложение А	27

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания содержат задачи, решение которых позволяет самостоятельно изучить некоторую часть курса, который полностью можно освоить по конспекту лекций [1] или по учебникам [2, 3] с использованием справочника [5, 6].

При изучении учебного материала особое внимание нужно обращать на определение понятий курса. Обязательно следует ознакомиться со стандартами, относящимися к изучаемым разделам. Решение задач по расчету и назначению допусков и посадок нужно выполнять в буквенном виде, а затем, подставив числовые значения, определять результат. При этом обязательно придерживаться стандартных обозначений, участвующих в расчете величин и единой системы измерений.

Рекомендуемая литература составлена таким образом, что по каждому разрабатываемому вопросу приводится несколько источников. Это облегчает поиск нужной литературы. Решение задач должно сопровождаться ссылками на стандарты.

ПРИМЕР БИЛЕТА

БИЛЕТ № 0

1. (10 б) Взаимозаменяемость. Основные понятия и определения из области взаимозаменяемости: поверхность, размер, отклонение, допуск (кавалитет), посадка.

2. (30 б) Составить схему расположения полей допусков: $\varnothing 100H7/d6$.

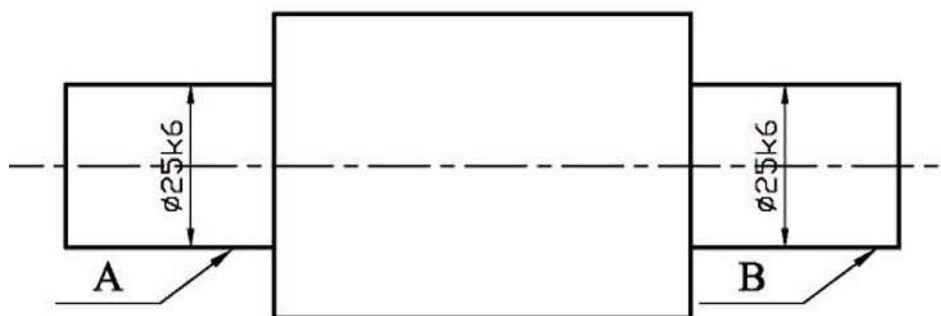
Определить систему образования и вид посадки, найти и указать на схеме предельные отклонения и размеры отверстия и вала, предельные зазоры или натяги, допуск посадки в соединении.

3. (15 б) Расшифровать условные обозначения, дав необходимые пояснения: $M8 \times 1,25 - 8H/6e8e$; $\varnothing 100H7/l0$.

4. (20 б) Назначить и обосновать посадки в шлицевом соединении $10 \times 72 \times 82$, обеспечивающие его неподвижность, высокую точность центрирования (твердость шлицевой втулки 280...300HV). Привести схему расположения полей допусков по нецентрирующему диаметру. Указать систему образования посадки по центрирующему диаметру.

5. (25 б) Назначить допуски круглости, профиля продольного сечения, соосности посадочных поверхностей вала А и В под радиальные шариковые однорядные подшипники качения 0-го класса точности

($B = 25$ мм). Указать требования к шероховатости. Для центральной части вала подобрать шпонку и указать требования к симметричности и параллельности боковых поверхностей шпоночного паза в валу. Шпоночное соединение принять нормального типа, а диаметр центральной части вала на 20% больше диаметра подшипниковых шеек.



ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

1. Взаимозаменяемость изделий, ее виды и значение. Качество и совместимость продукции согласно международным стандартам.
2. Стандартизация как база для осуществления взаимозаменяемости. Категории и виды стандартов, действующих в Украине, обозначение. Стандарты на общие нормы взаимозаменяемости и их назначение
3. Основные понятия и определения из области взаимозаменяемости: виды поверхностей деталей и размеров, допуск и отклонения размеров. Посадки и их характеристики. Схемы расположения полей допусков.
4. Выбор допусков (квалитетов) для размеров сопрягаемых поверхностей деталей при проектировании машин. Факторы, учитываемые при назначении точности. Обозначение размеров, предельных отклонений, допусков и посадок в чертежах. Примеры.
5. Выбор и обозначение в чертежах неуказанных предельных отклонений размеров на основе межгосударственных стандартов (ГОСТ 25670-83 и ГОСТ 25346-89) и основных допусков по ДСТУ ISO 2768-1-2001.
6. Основы построения системы допусков и посадок ЕСДП. Основное отклонение, единица допуска, квалитет, интервалы размеров. Обозначение стандартного допуска и посадок.
7. Посадки и их типы. Основные характеристики посадок. Методы выбора посадок при проектировании соединений машин. Обозначение посадок в чертежах.
8. Посадки с зазором: общая характеристика, назначение, методические основы выбора, обозначение в чертежах. Примеры.
9. Посадки переходные: общая характеристика, назначение, методические основы выбора, обозначение в чертежах. Примеры.

10. Посадки с натягом: общая характеристика, назначение, методические основы выбора, обозначение в чертежах. Примеры.

11. Сущность, схема относительных измерений. Структурные элементы шкальных отсчетных устройств. Определение действительного размера.

12. Методика выбора посадок с натягом на основе расчетов (с определением предельных расчетных натягов).

13. Подшипники качения. Требования к изготовлению и сборке с сопрягаемыми деталями. Классы и категории точности подшипников. Обозначение классов, категорий в нормативных документах и посадок в чертежах.

14. Особенности построения системы допусков и посадок подшипников качения на вал и в корпус. Обозначение посадок подшипников в чертежах.

15. Выбор посадок подшипников качения: определяющие факторы, значение, влияние видов нагружения подшипников. Обозначение посадок в чертежах.

16. Виды зубчатых и червячных передач по служебному назначению и основные нормы точности, предъявляемые к ним. Обозначение точности зубчатых и червячных передач в чертежах (показать возможные варианты).

17. Общая характеристика системы допусков на зубчатые и червячные передачи и контроля основных показателей точности. Выбор и обозначение степеней точности передач. Обозначение точности передач (показать возможные варианты).

18. Контакт зубьев в передаче, его значение и контроль. Обозначение точности зубчатых передач (показать возможные варианты).

19. Виды сопряжения зубьев передачи и боковой зазор в зубчатых и червячных передачах. Обозначение точности зубчатых передач (показать возможные варианты).

20. Метрическая цилиндрическая резьба: назначение, номинальный профиль, параметры, определяющие точность, виды соединений по характеру посадки, обозначение в чертежах.

21. Допуски и посадки метрических цилиндрических резьб. Обозначение метрических резьб в чертежах.

22. Допуски и посадки шпоночных соединений с призматическими шпонками. Обозначение в чертежах.

23. Шлицевые соединения: служебное назначение, конструктивные разновидности, методы центрирования. Обозначение допусков и посадок прямобочных шлицевых соединений в чертежах.

24. Шлицевые соединения: служебное назначение, факторы, определяющие выбор метода центрирования. Обозначение допусков и посадок прямобочных шлицевых соединений в чертежах.

25. Размерные цепи: основные понятия, виды, задачи и методы расчетов (сущность).

26. Расчет размерных цепей методом максимума-минимума: сущность, методика решения прямой задачи, способы назначения допусков

27. Методика расчета размерных цепей вероятностным методом при решении прямой задачи. Способы назначения допусков.

28. Расчет размерных цепей вероятностным методом при решении обратной задачи.

29. Сравнительная характеристика методов решения размерных цепей (с раскрытием сущности и с учетом средних допусков составляющих звеньев).

30. Виды сборки изделий по методу достижения требуемой точности замыкающего звена. Сравнительная характеристика сборки по методам полной и неполной взаимозаменяемости.

31. Отклонения формы поверхности и профиля деталей: сущность, обозначение в чертежах, основные разновидности.

32. Отклонения формы поверхности и профиля: сущность, причины появления при изготовлении, обозначение допусков формы поверхности и профиля в чертежах.

33. Отклонения формы поверхности и профиля: основные положения, значения при сборке изделия и эксплуатации, способы нормирования, обозначение допусков на них в чертежах.

34. Отклонения расположения поверхностей: сущность, основные виды, нормирование, обозначение допусков расположения в чертежах.

35. Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей: сущность, разновидности, нормирование, обозначение допусков в чертежах.

36. Отклонения от круглости и прямолинейности: сущность, методика и схемы измерения.

37. Отклонения от соосности и симметричности: сущность, методика и схемы измерения.

38. Торцевое и радиальное биение (и полное торцевое и радиальное биение): сущность, методика и схемы измерения.

39. Параметры шероховатости по ДСТУ 2413-94 и их назначение в соответствии с потребными эксплуатационными свойствами поверхностей деталей.

40. Высотные параметры шероховатости по ДСТУ 2413-94 и их обозначение в соответствии с ГОСТ 2.309-73 в чертежах.

41. Направления неровностей поверхностей по ГОСТ 2789-73 и их обозначение по ГОСТ 2.309-73 в чертежах.

42. Шаговые параметры шероховатости по ДСТУ 2413-94 и их обозначение в чертежах в соответствии с ГОСТ 2.309-73

43. Выбор и обозначение в чертежах параметров шероховатости поверхности. Контроль шероховатости поверхности.

ТЕМА 1

ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Указания к решению

Понятие о номинальных и предельных размерах, предельных отклонениях и допусках, а также принципы построения ЕСДП (единой системы допусков и посадок) приведены в следующей литературе (табл. 1.1).

Таблица 1.1 — Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Построение полей допусков гладких цилиндрических соединений	с. 19–24	с. 4–6	с. 204–212	с. 8–23	—

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.1–А.3.

Пример решения

Условие:

Для соединения $\varnothing 65\text{H}7/\text{n}6$ составить схему расположения полей допусков, определить систему образования и вид посадки, найти и указать на схеме предельные отклонения и размеры отверстия и вала, предельные зазоры (натяги), допуск посадки в соединении (поля допусков обязательно определять через основные отклонения).

Определить, являются ли годными поверхности деталей по действительным размерам (отверстие $\varnothing 65,021$ мм, вал $\varnothing 65,040$ мм).

Решение:

Расшифровываем запись:

$\varnothing 65$ — номинальный диаметр соединения (вала, отверстия);

H7 — поле допуска отверстия;

n6 — поле допуска вала;

H и n — основные отклонения отверстия и вала;

7 и 6 — качества диаметров отверстия и вала.

По таблице основных отклонений отверстий (см. табл. А.2.) находим, что основное отклонение H – это нижнее отклонение EI, причем

$$EI=0 \text{ мкм.}$$

По таблице допусков (см. табл. А.1.) устанавливаем, что допуск размера 65 мм по 7-му качеству составляет 40 мкм, т. е. $TD=30$ мкм.

Тогда из формулы:

$$TD=ES-EI$$

находим верхнее отклонение отверстия:

$$ES=EI+TD=0+30=30 \text{ мкм.}$$

Наибольший предельный размер отверстия:

$$D_{\max} = D + ES = 65 + \frac{30}{1000} = 65,030 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер отверстия:

$$D_{\min} = D + EI = 65 + \frac{0}{1000} = 65,000 \text{ мм.}$$

Аналогично, воспользовавшись таблицами основных отклонений валов (см. табл. А.3.) и допусков размеров (см. табл. А.1.), находим, что нижнее предельное отклонение вала: $ei = +20$ мкм, допуск размера вала $Td = 19$ мкм.

Из формулы $Td = es - ei$ определяем верхнее отклонение вала:

$$es = ei + Td = 20 + 19 = 39 \text{ мкм.}$$

Наибольший предельный размер вала:

$$d_{\max} = d + es = 65 + \frac{39}{1000} = 65,039 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер вала:

$$d_{\min} = d + ei = 65 + \frac{20}{1000} = 65,020 \text{ мм.}$$

Ниже представлена схема расположения полей допусков соединения. Как видно из схемы (см. рис. 1.1), данное соединение — переходная посадка в системе отверстия.

Наибольший натяг в соединении:

$$N_{\max} = es - EI = 39 - 0 = 39 \text{ мкм.}$$

Наибольший зазор в соединении:

$$S_{\max} = ES - ei = 30 - 20 = 10 \text{ мкм.}$$

Допуск посадки рассчитаем через допуски деталей и предельные натяги и зазоры:

$$\begin{aligned} TP &= TD + Td = 30 + 19 = 49 \text{ мкм;} \\ TP &= N_{\max} + S_{\max} = 39 + 10 = 49 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Необходимые обозначения приведены на схеме (рис. 1.1).

С учетом вычислительных предельных диаметров отверстия $\varnothing 65 \text{ H7}$ и вала $\varnothing 65 \text{ n6}$ устанавливаем, что действительный размер отверстия $\varnothing 65,021$ годен, так как находится в пределах поля допуска (рис. 1.1), а действительный размер вала $\varnothing 65,040$ свидетельствует об исправном браке, так как действительный размер большей максимального.

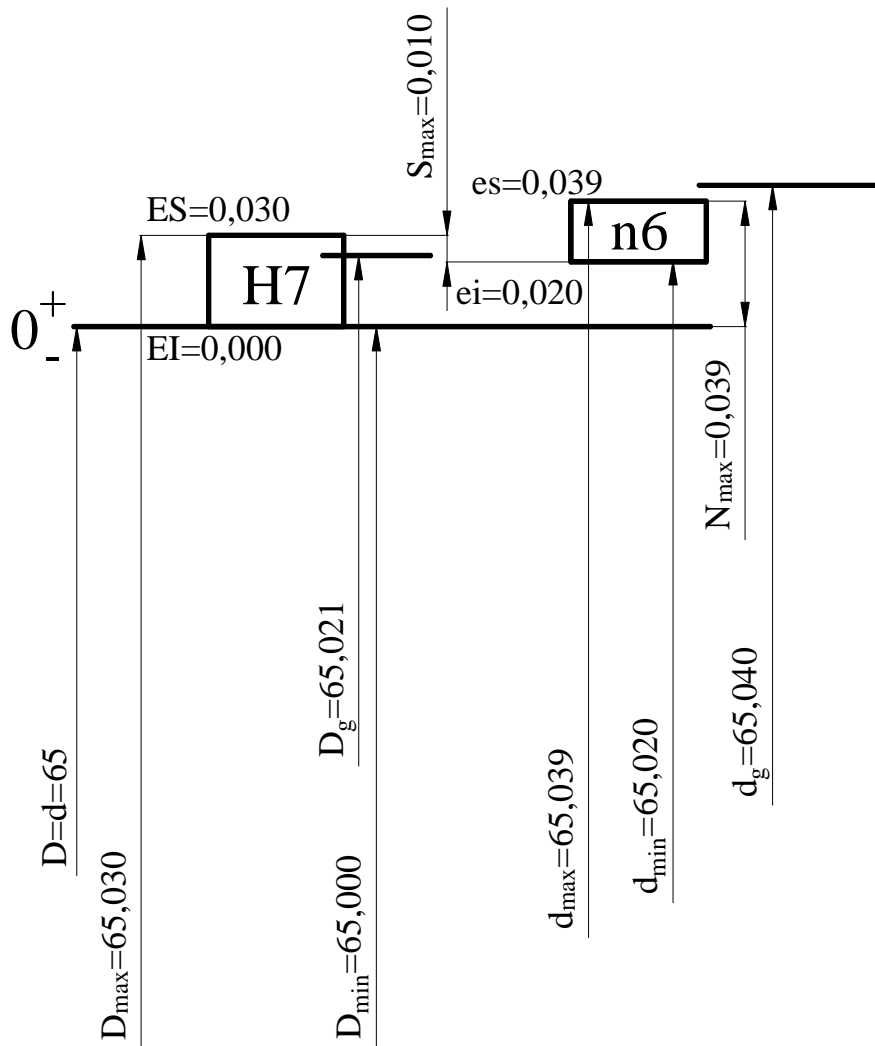


Рисунок 1.1 — Схема расположения полей допусков

Вопросы для самопроверки

1. Содержание понятий: размеры номинальные, действительные, предельные, допуск и поле допуска. Предельные отклонения, зазор, натяг, допуск посадки.
2. Применение системы отверстия и вала.
3. Основные отклонения: обозначение, расположение относительно нулевой линии.
4. Три группы посадок: характеристики, основные отклонения (буквы латинского алфавита) для образования полей допусков этих групп посадок (примеры).
5. Качества точности: количество, обозначение, назначение.
6. Простановка размеров и предельных отклонений на чертежах: деталей и посадок на сборочных чертежах.

ТЕМА 2 НАЗНАЧЕНИЕ ПОСАДОК ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Указания к решению

Особенности системы допусков и посадок подшипников качения, а также методика выбора посадок подшипников качения с учетом служебного назначения изделий или узлов, конструктивно-технологических особенностей подшипников вместе с необходимыми таблицами стандарта приведена следующей литературе (табл. 2.1).

Таблица 2.1 — Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Назначение посадок подшипников качения	с. 83–86	с. 39–44	с. 231–239	—	с. 272–295

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.1–А.7.

Пример решения

Условие:

Определить номинальные диаметры посадочных поверхностей внутреннего и наружного колец подшипников, указать предельные отклонения, назначить посадки колец подшипников, привести эскиз соединения и схему расположения полей допусков. Вид изделия - крюковые обоймы и полиспасты (вращается корпус), условное обозначение подшипника по стандарту – 7606, нормальные требования к точности вращения вала, действующая на подшипник радиальная нагрузка 9 кН.

Решение:

Согласно заданию для следующих исходных данных:

По таблицам стандарта [6] находим, что в изделии установлены конические радиально-упорные роликовые подшипники, $d = 30$ мм, $D = 72$ мм, $B = 27$ мм, $C_d = 61,3$ кН.

Определяем вид нагружения колец: поскольку в изделии вращается корпус, внутреннее кольцо испытывает *местный* вид нагружения, наружное кольцо – *циркуляционное*.

Определяем режим работы:

При $P/C_d = 9/61,3 = 0,14$ — режим работы считается нормальным.

С учетом полученных данных назначаем посадки (табл. А.4 и А.5):

- внутреннего кольца на вал: $\varnothing 30 L0/h0$;
- наружного кольца в отверстие корпуса: $\varnothing 72 M7/l0$.

Изображаем эскиз подшипникового узла (рис. 2.1), совмещенный со схемами расположения полей допусков колец подшипника (табл. А.6, А.7), корпуса и вала (табл. А.1–А.3):

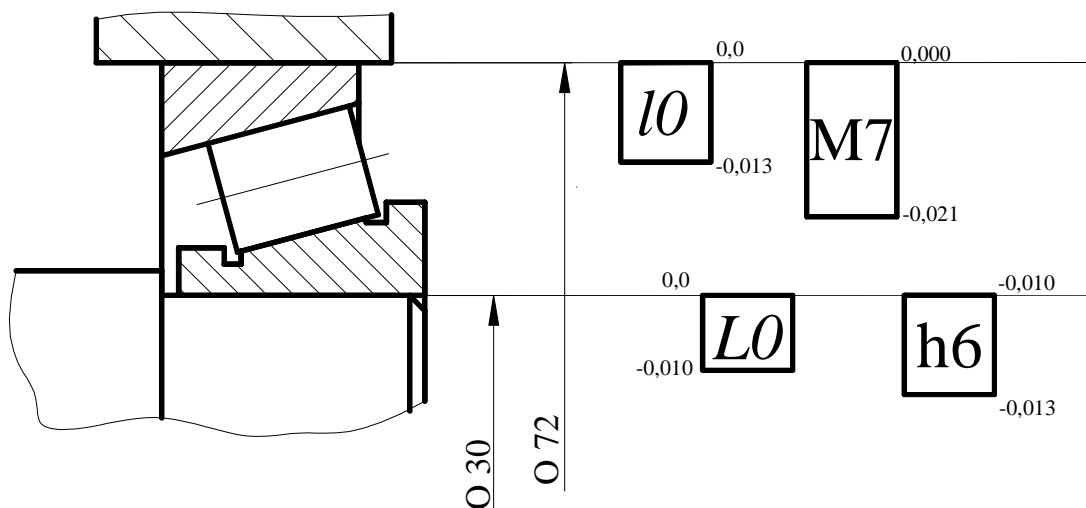


Рисунок 2.1 — Эскиз подшипникового узла и схема расположения полей допусков

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить классы точности подшипников качения по ГОСТ 520-89. Что влияет на назначение класса точности подшипников?
2. Особенности расположения полей допусков на диаметры посадочных поверхностей колец подшипников качения.
3. Какие факторы определяют выбор посадки подшипников на вал и в корпус?
4. Как обозначаются посадки подшипников качения на чертежах (примеры)?

ТЕМА 3 НАЗНАЧЕНИЕ ПОСАДОК ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Указания к решению

Особенности системы допусков и посадок шпоночных соединений, а также методика выбора посадок шпоночных соединений с учетом служебного назначения изделий или узлов, конструктивно-технологических особенностей и эксплуатационных характеристик вместе с необходимыми таблицами стандарта приведена в следующей литературе (табл. 3.1).

Таблица 3.1 — Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Назначение посадок шпоночных соединений	с. 88–89	с. 24–26	с. 334	—	с. 232–248

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.8–А.15, А.1–А.3).

Пример решения

Условие:

Назначить посадки шпоночного соединения с призматическими шпонками согласно эксплуатационным условиям и номинальным размерам: затрудненные условия сборки, действие нереверсивных равномерных нагрузок, диаметр соединения вала и втулки: $D = d = 220$ мм;

Разработать эскизы продольных и поперечных сечений вала и втулки с указанием полей допусков размеров.

Привести схемы расположения полей допусков соединений шпонки по ширине b .

Решение:

По диаметру вала определяем номинальные размеры шпоночного соединения (см. табл. А.8):

Таблица 3.2– Номинальные размеры шпоночного соединения

Диаметр вала d , мм	Номинальный размер шпонки $b \times h$, мм	Глубина паза		Длина шпонки l , мм
		на валу t_1 , мм	во втулке t_2 , мм	
220	50×28	17	11,4	450

В соответствии с эксплуатационными условиями назначаем *свободный вид соединения*, посадки шпонки в пазу вала и в пазу втулки в таком случае выбираем следующие:

- соединение «паз вала – шпонка»: $D10/h9$;
- соединение «паз ступицы – шпонка»: $H9/h9$.

Изображаем эскизы шпоночного и шлицевого соединения, совмещенные со схемами полей допусков деталей (см. табл. А.1–А.3, А.10), а также эскизы продольных и поперечных сечений соединения, вала и втулки (рис. 3.1).

Вопросы для самопроверки

1 Как назначают номинальные размеры шпонки и ширины шпоночных пазов на валу и в отверстиях?

2 Как задают варианты посадок при свободном, нормальном и плотном видах соединений по ширине шпонки?

3 Определение полей допусков для размеров t_1 , $(d + t_2)$ и $(d - t_1)$.

4 Какие поля допусков предусмотрены ГОСТ 26360-78 на высоту шпонки, длину шпонки?

5 Оформление рабочих чертежей втулки, вала, соединений (поперечные и продольные сечения), имеющих призматическую шпонку.

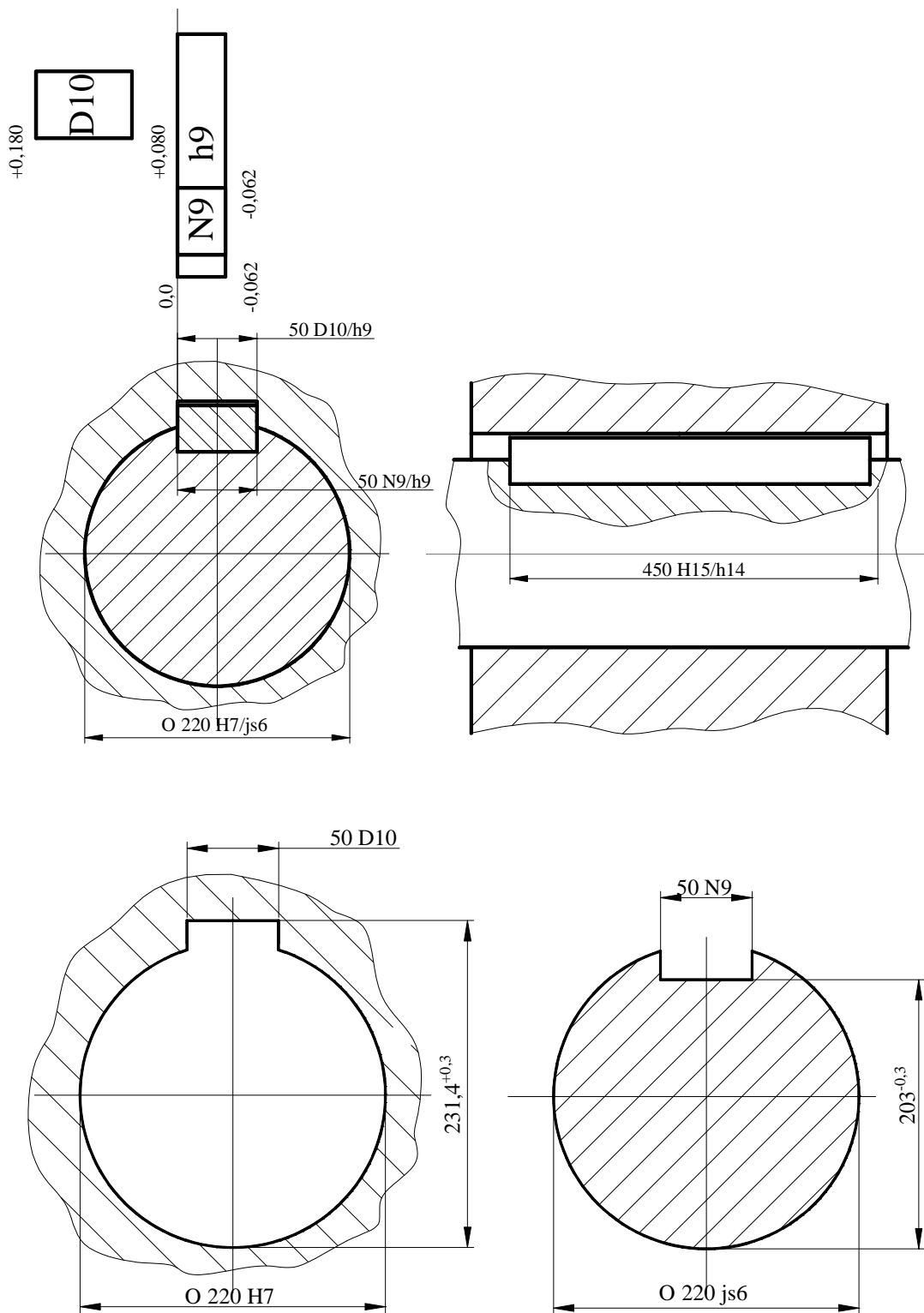


Рисунок 3.1 — Эскизы поперечного и продольного сечений шпоночного соединения, вала и втулки

ТЕМА 4

НАЗНАЧЕНИЕ ПОСАДОК ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Указания к решению

Особенности системы допусков и посадок шлицевых соединений, а также методика выбора посадок шлицевых соединений с учетом служебного назначения изделий или узлов, конструктивно-технологических особенностей и эксплуатационных характеристик вместе с необходимыми таблицами стандарта приведена в следующей литературе (табл. 4.1).

Таблица 4.1 — Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Назначение посадок шлицевых соединений	с. 90–92	с. 27–31	с. 334	—	с. 249–254

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.8–А.15, А.1–А.3).

Пример решения

У с л о в и е :

Назначить посадки шлицевого соединения с призматическими шпонками и прямобочного шлицевого соединения согласно эксплуатационным условиям (табл. 4.1) и номинальным размерам: $6 \times 21 \times 25$.

Таблица 4.1 - Эксплуатационные условия шлицевого соединения

Обозначение	Требования к точности центрирования	Термообработка шлицевой втулки	Вид соединения	Вид нагрузки
II	Высокие	Нормализация 179...228 НВ	Неподвижное	Постоянная

Разработать эскизы продольных и поперечных сечений вала и втулки с указанием для обоих видов соединений полей допусков размеров.

Привести схемы расположения полей допусков соединений шпонки по ширине b и соединений поверхностей шлицев по размерам d , D , b .

Р е ш е н и е :

Согласно заданию номинальные размеры соединения:

$$z \times d \times D = 6 \times 21 \times 25.$$

Устанавливаем ширину шлица b , и, таким образом окончательные номинальные размеры соединения (см. табл. А.11):

$$z \times d \times D \times b = 6 \times 21 \times 25 \times 5.$$

В соответствии с особенностями проектируемого соединения назначаем вид центрирования: *по наружному диаметру D* (см. табл. А.12).

В соответствии с выбранным видом центрирования устанавливаем посадки по диаметрам и ширине шлица: $D-6 \times 21 \times 25H7/n7 \times 5F8/f7$.

Вопросы для самопроверки

- 1 Факторы, влияющие на выбор метода центрирования шлицевого соединения.
- 2 Записать и расшифровать условное обозначение прямобочного шлицевого соединения при центрировании по D , по d или по b (примеры).
- 3 Дать схемы расположения полей допусков для посадок прямобочных шлицевых соединений при центрировании по D , d , b (примеры).
- 4 Особенности назначения посадок по нецентрирующим диаметрам шлицевого соединения в соответствии с ЕСКД.
- 5 Особенности оформления чертежей шлицевых соединений, шлицевых деталей.

ТЕМА 5 РЕШЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Указания к решению

Основные понятия, определения и обозначения по размерным цепям, а также методика решения прямой задачи обоими методами приведена в следующей литературе (табл. 5.1).

Таблица 5.1 — Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Расчет размерных цепей	с. 139–158	с. 90–105	с. 249–261	—	с. 6–46

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.1, А.16–А.19)

Пример решения

Условие:

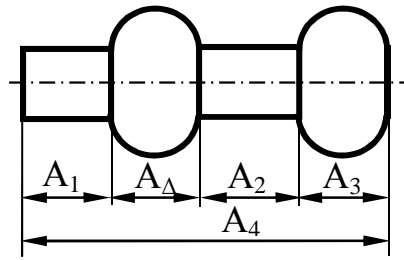
Выполнить расчет размерной цепи двумя методами: методом максимума-минимума и вероятностным методом (при определении допусков составляющих звеньев использовать способ одинаковой точности, т. е. одного качества) (рис. 5.1). При решении размерной цепи вероятностным методом принять риск выхода замыкающего звена за установленные пределы 0,27%, а рассеяние составляющих звеньев подчиняющимся закону Гаусса.

Решение

5.1 Метод максимума-минимума

Схема размерной цепи имеет вид, представленный на рис. 5.2.

В цепи звено A_4 – увеличивающее ($\xi = +1$), звенья A_1, A_2, A_3 – уменьшающие ($\xi = -1$).



A_{Δ}	A_1	A_2	A_3	A_4
85C9	60	58	64	265

Рисунок 5.1 - Исходные данные для расчета размерной цепи

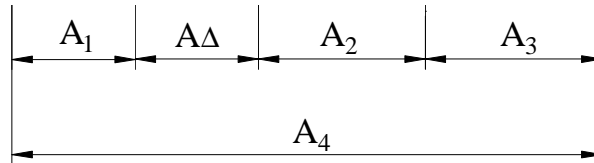


Рисунок 5.2– Схема размерной цепи

Размеры звеньев:

$$A_{\Delta} = 85C9 \begin{matrix} +0,257 \\ +0,170 \end{matrix}; A_1 = 60; A_2 = 58; A_3 = 64; A_4 = 265.$$

Уточняем номинальные размеры составляющих звеньев (см. табл. А.16) (табл. 5.2):

Таблица 5.2

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_j , мм	60	60	63	260

Проверяем замкнутость размерной цепи:

$$A_{\Delta} = \sum_1^m \xi_j A_j;$$

$$85 \neq (-1) 60 + (-1) 60 + (-1) 63 + (+1) 260 = 77.$$

Принимаем A_4 за расчетное звено, тогда:

$$A_4 = A_{\Delta} - \sum_{j=1}^{m-2} \xi_j A_j = 85 - ((-1) 60 + (-1) 60 + (-1) 63) = 268 \text{ мм.}$$

Для определения требуемого качества точности составляющих звеньев цепи находим среднее число единиц допуска по формуле:

$$a_C = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_{j=1}^m |\xi_j| \cdot i_j},$$

где i_j — число единиц допуска (см. табл. А.17) (табл. 5.3):

Таблица 5.3

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
i _j	1,86	1,86	1,86	3,22

$TA_{\Delta} = 87$ мкм — допуск замыкающего звена (табл. А.1 для 85С9).

$$a_c = \frac{87}{1,86 + 1,86 + 1,86 + 3,22} = 10$$

Это значение близко по значению к величине $a_c = 10$, что соответствует 6-му качеству (табл. А.18).

Определяем допуски составляющих звеньев для выбранного качества (см. табл. А.1) (табл. 5.4):

Таблица 5.4

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
TA _j , мкм	19	19	19	30

Находим расчётную величину замыкающего звена:

$$TA_{\Delta \text{расч}} \geq \sum_1^m |\xi_j| \cdot TA_j;$$

$$87 \neq 19 + 19 + 19 + 32 = 89.$$

Для удовлетворения неравенства рассчитываем допуск зависимого звена A₄:

$$TA_4 = TA_{\Delta} - \sum_{j=1}^{m-2} |\xi_j| TA_j = 87 - (19 + 19 + 19) = 30 \text{ мкм.}$$

Для определения предельных отклонений задаёмся расположением полей допусков звеньев цепи, определив предварительно типы поверхностей детали (табл. 5.5).

Таблица 5.5

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Вид поверхности	уступ	отверстие	вал	вал
Основное отклонение	j _s	H	h	h

Решаем уравнение средних отклонений:

$$ECS_{\Delta} = \sum_1^m \xi_j ECS_j;$$

$$ECS_{\Delta} = \frac{ESA_{\Delta} + EIA_{\Delta}}{2} = \frac{257 + 170}{2} = 213,5 \text{ мкм.}$$

Аналогично для остальных звеньев (табл. 5.6):

$$ECA_j = \frac{ESA_j + EIA_j}{2}$$

Таблица 5.6

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
ECA _j , мкм	0	+9,5	-9,5	-15

Подставив значения средних отклонений в уравнение, получим:

$$213,5 \neq (-1) 0 + (-1) 9,5 + (-1) (-9,5) + (+1) (-15) = -15.$$

Для удовлетворения равенства изменяем среднее отклонение звена A₄ (табл. 5.7):

$$ECA_4 = ECA_{\Delta} - \sum_{j=1}^{m-2} \xi_j ECA_j = 213,5 - ((-1) 0 + (-1) 9,5 + (-1) (-9,5)) = 213,5 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тогда } ESA_4 = ECA_4 + \frac{TA_4}{2} = 213,5 + 30/2 = 228,5 \text{ мкм.}$$

$$EIA_4 = ECA_4 - \frac{TA_4}{2} = 213,5 - 30/2 = 183,5 \text{ мкм.}$$

$$A_4 = 268^{+0,2285}_{+0,1835}$$

Таблица 5.7 – Результат расчета размерной цепи

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Поле допуска	60j _s 6	60H6	63h6	268 ^{+0,2285} _{+0,1835}

5.2 Вероятностный метод

Определяем квалитет составляющих звеньев цепи:

$$a_c = \frac{TA_{\Delta}}{t_{\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^m \lambda_j^2 \xi_j^2 i_j^2}}$$

где t_{Δ} – коэффициент риска, $t_{\Delta} = 3$ при проценте риска $p = 0,27 \%$ (табл. А.19);

$\lambda_j = 1/3$ – коэффициент относительного среднего квадратичного отклонения.

$$a_c = \frac{87}{\sqrt{1,86^2 + 1,86^2 + 1,86^2 + 3,22^2}} = 19 \text{ мкм.}$$

Это значение близко к величине $a_c = 16$, что соответствует 7-му квалитету.

Назначаем допуски звеньев цепи по 7-му качеству и сводим решение в таблицу 5.8.

Находим расчётную величину TA_{Δ} :

$$TA_{\Delta \text{расч}} = t_{\Delta} \sqrt{\sum_1^n \xi_j^2 \cdot \lambda_j^2 \cdot TA_j^2}, \text{ мкм.}$$

$$TA_{\Delta \text{расч}} = \sqrt{30^2 + 30^2 + 30^2 + 52^2} = 73,5 \text{ мкм};$$

$$73,5 \leq 87.$$

Назначаем поля допусков аналогично методу максимума-минимума: Находим средние отклонения и решаем уравнение

$$E_{CA_{\Delta}} = \sum_1^m \xi_j E_{CA_j},$$

$$213,5 \neq (-1) 0 + (-1) (+15) + (-1) (-15) + (+1) (-26) = -26.$$

Для равенства определяем E_{CA_4} :

$$E_{CA_4} = E_{CA_{\Delta}} - \sum_{j=1}^{m-2} \xi_j E_{CA_j} = 213,5 - ((-1) 0 + (-1) (+15) + (-1) (-15)) = 213,5 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тогда } E_{SA_4} = E_{CA_4} + \frac{TA_4}{2} = 213,5 + 52/2 = 239,5 \text{ мкм.}$$

$$E_{IA_4} = E_{CA_4} - \frac{TA_4}{2} = 213,5 - 52/2 = 187,5 \text{ мкм.}$$

Таблица 5.8 – Решение размерной цепи вероятностным методом

	A_j , мм	i_j , мм	IT	TA_j , мкм	Основное отклонение	E_{CA_j} , мкм	E_{SA_j} , мкм	E_{IA_j} , мкм	A_j , мкм
A_{Δ}	85	—	—	87	C	213,5	257	170	85C9
A_1	60	1,86	7	30	js	0	+15	-15	60js7
A_2	60	1,86	7	30	H	+15	+30	0	60H7
A_3	63	1,86	7	30	h	-15	0	-30	63h7
A_4	268	1,86	7	52	h	-26	0	-52	$268^{+0,2395}_{+0,1875}$

Вопросы для самопроверки

1. Понятие размерной цепи.
2. Классификация размерных цепей.
3. Признаки и свойства замыкающего звена.
4. Признаки увеличивающих и уменьшающих звеньев. Как их найти на схеме размерной цепи?
5. Что известно и что определяется в размерных цепях при решении прямой задачи, решении обратной задачи?
6. Порядок решения размерных цепей методом максимума-минимума
7. На каких предпосылках основан и какие преимущества имеет расчет размерных цепей вероятностным методом?

ТЕМА 6 ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗА ВАЛА

Указания к решению

Основные понятия, определения и обозначения по размерным цепям, а также методика решения прямой задачи обоими методами приведены в следующей литературе (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Литература по теме

Тема	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Шероховатость поверхностей	с. 131–138	с. 84–89	с. 185–191	с. 502–538	-
Допуски формы, расположения, суммарные допуски формы и расположения	с. 117–130	с. 106–117	с. 174–184	с. 352–458	-

Необходимые справочные данные приведены в табл. А.20–А.27.

Пример решения

Условие:

Исходя из заданного сборочного чертежа разработать эскиз вала (без соблюдения масштаба) с указанием размеров, допусков формы и расположения, шероховатости посадочных поверхностей под подшипники и зубчатые колеса. Привести обоснование всех выбранных параметров точности и их численных значений. Класс точности подшипника – 0.

Решение:

Согласно сборочному чертежу (рис. 6.1) разрабатываем эскиз вала (рис. 6.2).

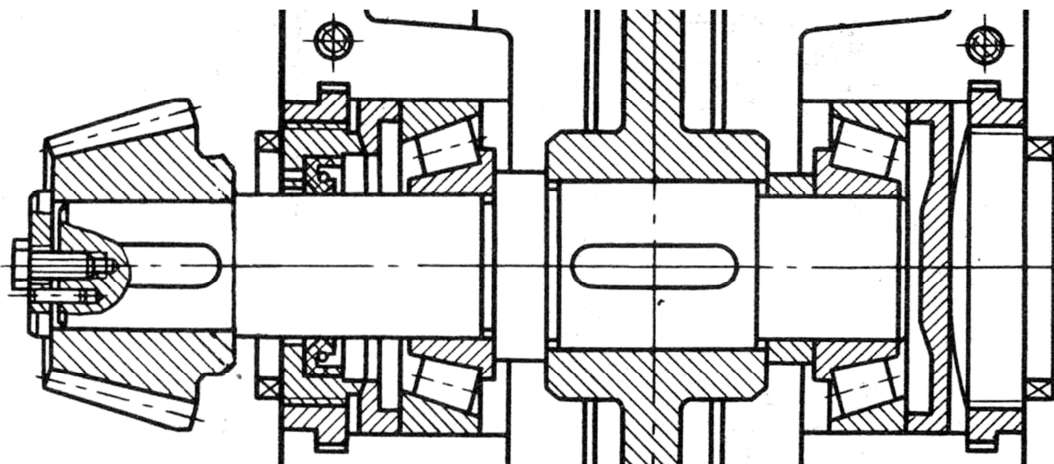


Рисунок 6.1 – Сборочный чертеж валкового узла

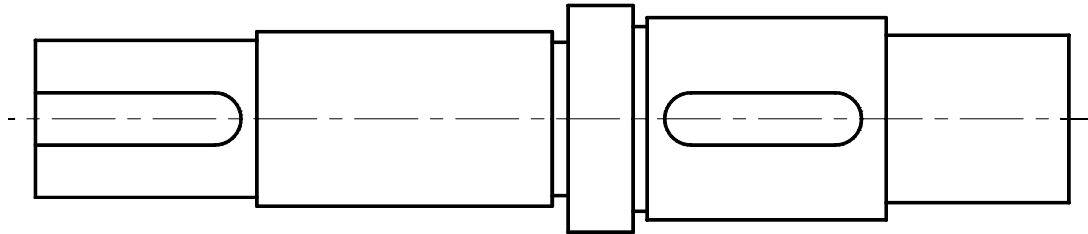


Рисунок 6.2 — Конфигурация детали

Расставляем основные размеры с полями допусков (рис. 6.3). Задаем базой. Поскольку правильное и точное положение детали в готовом изделии определяется подшипниковыми узлами, то в качестве конструкторской базы выбираем общую ось подшипниковых шеек (рис. 6.3).

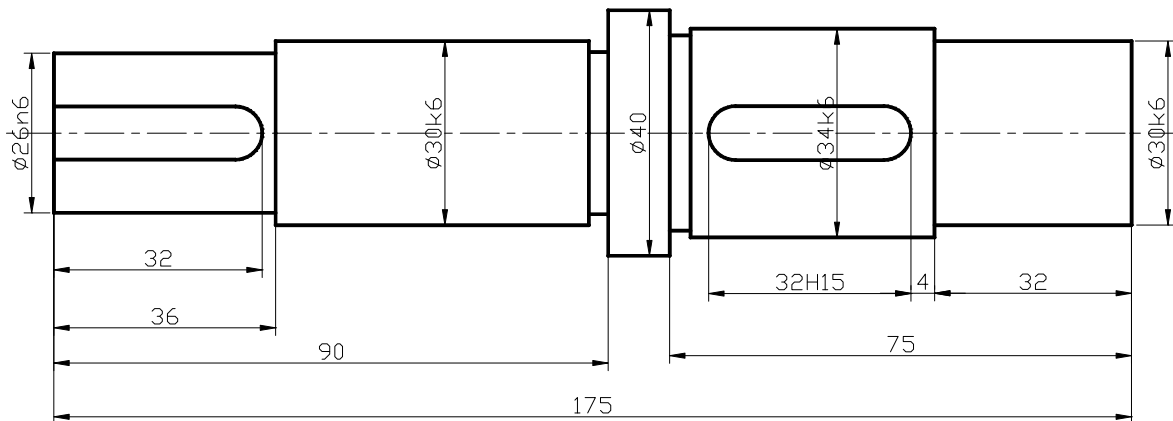


Рисунок 6.3 — Эскиз вала с размерами

На поверхности под подшипники качения устанавливаем требования к круглости и профилю продольного сечения, торцевого биения заплечиков (табл. А.23 - А.24) в зависимости от номинального размера и класса точности подшипника.

Затем рассчитываем допуск соосности подшипниковых шеек относительно их общей оси:

$$T = \frac{B}{10} \cdot T_{\text{таб}} = \frac{20}{10} \cdot 1 = 2 \text{ мкм},$$

где B — ширина подшипника, мм; $T_{\text{таб}}$ — допуск соосности посадочной поверхности длиной 10 мм в диаметральном выражении. Для конических роликовых подшипников без модифицированного контакта составляет 1 мкм (табл. А.22).

Выбранные по таблицам и рассчитанные допуски округляем до ряда числовых значений допусков формы и расположения (рис. 6.4).

К посадочным поверхностям под зубчатые колеса $\varnothing 26\text{н}6$ и $\varnothing 34\text{к}6$ необходимо предъявить требования к цилиндричности и соосности (табл. А.21, А.25 – А.27). При этом принимаем нормальную (А) геометрическую точность детали (рис. 6.5).

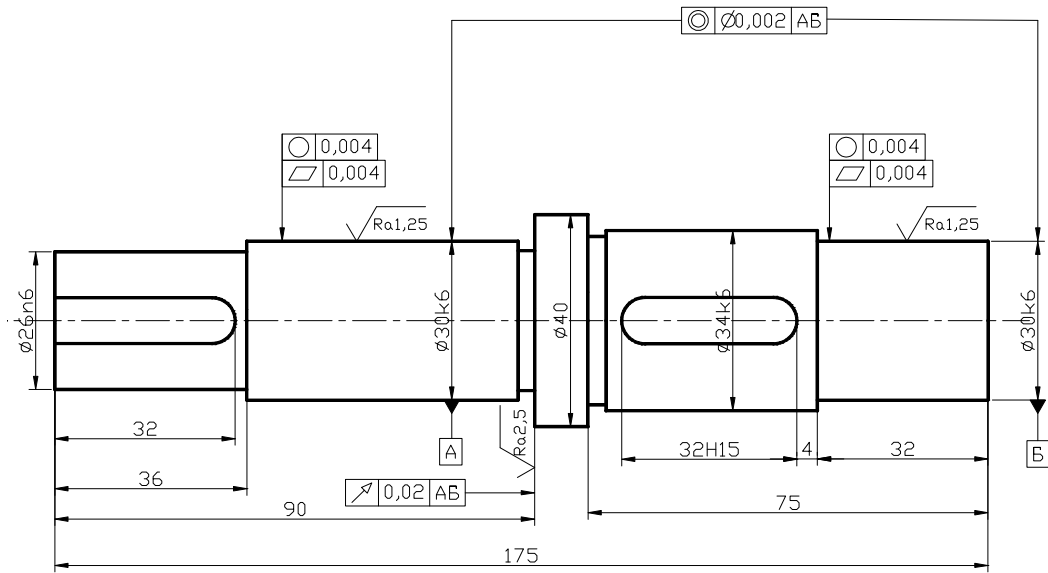


Рисунок 6.4 — Требования к посадочным поверхностям под подшипники

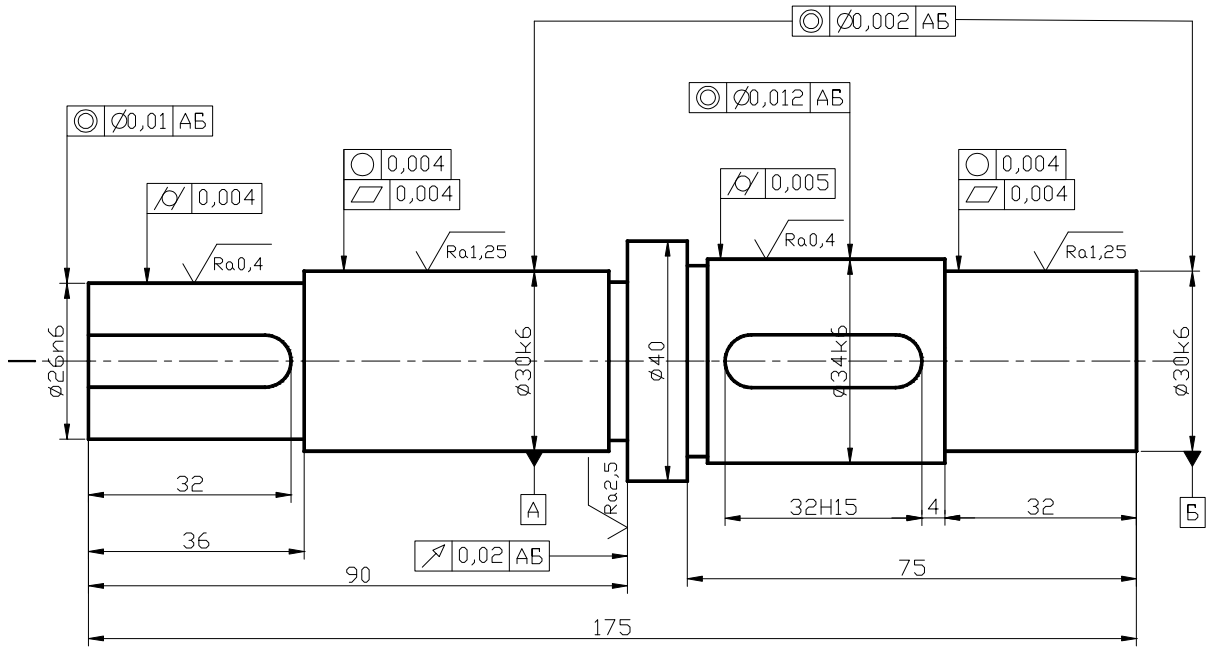


Рисунок 6.5 — Эскиз вала

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение шероховатости поверхности.
2. Перечислить количественные параметры шероховатости.
3. Перечислить качественные параметры шероховатости.
4. Привести формулы для определения параметров Ra и Rz .
5. Как обозначается шероховатость в чертежах.
6. Как указывается способ обработки поверхности при обозначении шероховатости в чертежах.
7. Дать определение допуска, поля допуска и отклонения формы.
8. Дать определение допуска, поля допуска и отклонения расположения.

9. Дать определение суммарных допуска, поля допуска и отклонения формы и расположения.

10. Дать определение базы. Привести примеры обозначения в чертежах.

11. Как обозначаются допуски формы и расположения поверхности в чертежах.

12. Как определить численное значение допуска формы или расположения.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Таблица – Критерии оценки ответа на билет

№ п/п	Структура билета	Макс. кол-во баллов
1	Теоретический вопрос - теоретические сведения - приведены примеры, схемы и расчетные формулы	10 5 5
2	Задача 1 (ТЕМА 1) - определены предельные отклонения отверстия и вала - рассчитаны предельные размеры отверстия и вала - построена схема полей допусков. Все рассчитанные величины указаны на схеме. - определены система и характер посадки - рассчитаны предельные зазоры/натяги, допуск посадки	30 6 6 6 6 6
3	Задание на расшифровку условных обозначений - дано общее название обозначения - приведено наименование всех параметров, входящих в обозначение - ответ представлен не в виде отдельных сведений, а в виде связного предложения	15 5 5 5
4	Задача 2 (ТЕМЫ 2...5) - определены номинальные размеры - обоснован выбор посадок и полей допусков - приведена схема полей допусков с указанием предельных отклонений - указаны система и характер посадок	20 5 5 5 5
5	Задача 3 (ТЕМА 6) - изображен эскиз детали, указаны все номинальные размеры и поля допусков - указаны базы, допуски формы и расположения - приведен расчет или обоснование численных значений допусков формы и расположения - указаны требования к шероховатости	25 5 10 5 5

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов, А. П. Взаимозаменяемость, метрология, стандартизация : конспект лекций для студентов всех специальностей направления «Инженерная механика» / А. П. Мартынов. – 2-е изд., стер. – Краматорск : ДГМА, 2004. – 180 с.

2. Анухин, В. И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах : учеб. пособ. / В. И. Анухин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб : Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с. – ISBN: 978-5-496-00042-0.

3. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учебник для вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1987. — 352 с.

4. Допуски и посадки : справочник. В 2-х т. Т. 1 / В. Д. Мягков [и др.]. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. - 543 с.

5. Допуски и посадки : справочник : в 2-х т. / В. Д. Мягков [и др.]. – 6-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. - 543 с.

6. Подшипники качения : справочник-каталог / под ред. В. И. Нарышкина и Р. В. Коростаневского. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.

Приложение А Справочные таблицы

Таблица А.1 — Допуски для размеров до 500 мм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Обозначения допусков																			
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	Допуски, мкм												Допуски, мм							
До 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1.0	1.4
Св. 3 до 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
Св. 6 до 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
Св. 10 до 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
Св. 18 до 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
Св. 30 до 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.0	1.6	2.5	3.9
Св. 50 до 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3.0	4.6
Св. 80 до 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
Св. 120 до 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1.0	1.6	2.5	4.0	6.3
Св. 180 до 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
Св. 250 до 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
Св. 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
Св. 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4.0	6.3	9.7

Таблица А.2 – Значения основных отклонений отверстий, мкм

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Нижнее отклонение EI								J_s	Верхнее отклонение ES								
		A	B	C	D	E	F	G	H		J		K		M		N		
	Квалитет	Все квалитеты								6	7	8	До 8	Св. 8	До 8	Св. 8	До 8	Св.8	
До 3		+270	+140	+60	+20	+14	+6	+2	0	Предельные отклонения $\pm I/2$	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4
Св. 3 до 6		+270	+140	+70	+30	+20	+10	+4	0		+5	+6	+10	-1+ Δ	-	-4+ Δ	-4	-8+ Δ	0
» 6 » 10		+280	+150	+80	+40	+25	+13	+5	0		+5	+8	+12	-1+ Δ	-	-6+ Δ	-6	-10+ Δ	0
» 10 » 14		+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	0		+6	+10	+15	-2+ Δ	-	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0
» 14 » 18											+8	+12	+20	-2+ Δ	-	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0
» 18 » 24		+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	0		+10	+14	+24	-2+ Δ	-	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0
» 24 » 30											+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0
» 30 » 40		+310	+170	+120	+80	+50	+25	+9	0		+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0
» 40 » 50											+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0
» 50 » 65		+340	+190	+140	+100	+60	+30	+10	0		+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0
» 65 » 80											+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0
» 80 » 100		+380	+220	+170	+120	+72	+36	+12	0		+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0
» 100 » 120										+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0	

Продолжение таблицы А.2

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Нижнее отклонение EI								Js	Верхнее отклонение ES								
		A	B	C	D	E	F	G	H		J			K		M		N	
	Квалитет	Все квалитеты								6	7	8	До 8	Св. 8	До 8	Св. 8	До 8	Св. 8	
Св.120 до 140	+460	+260	+200							Предельные отклонения ±IT/2									
» 140 » 160	+520	+280	+210	+145	+85	+43	+14	0	+18		+26	+41	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	
» 160 » 180	+580	+310	+230																
» 180 » 200	+660	+340	+240																
» 200 » 225	+740	+380	+260	+170	+100	+50	+15	0	+22		+30	+47	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	
» 225 » 250	+820	+420	+280																
» 250 » 280	+920	+480	+300																
» 280 » 315	+1050	+540	+330	+190	+110	+56	+17	0	+25		+36	+55	-4+Δ	-	-20+Δ	-20	-34+Δ	0	
» 315 » 355	+1200	+600	+360																
» 355 » 400	+1350	+680	+400	+210	+125	+62	+18	0	+29		+39	+60	-4+Δ	-	-21+Δ	-21	-37+Δ	0	
» 400 » 450	+1500	+760	+440																
» 450 » 500	+1650	+840	+480	+230	+135	+68	+20	0	+33		+43	+66	-5+Δ	-	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	

Продолжение таблицы А.2

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение <i>ES</i>																	
		от Р до ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Поправка Δ, мкм				
	Квалитет	до 7	Свыше 7												3	4	5	6	7
До 3	Отклонение, как для квалитетов св. 7, увеличенное на Δ	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
Св. 3 до 6		-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6
» 6 » 10		-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7
» 10 » 14		-18	-23	-28	-	-33	-39	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
-45								-	-60	-77	-108	-150							
» 14 » 18		-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
-41					-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218							
» 18 » 24		-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
-54					-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325							
» 24 » 30		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	15
-43					-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360						
» 30 » 40		-37	51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	12	19
» 40 » 50					54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400						
» 50 » 65		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	15
» 65 » 80	-43				-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360						
» 80 » 100	-37	51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	12	19	
» 100 » 120				54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400							-525

Продолжение таблицы А.2

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение <i>ES</i>																	
		от P до ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Поправка Δ , мкм				
	Квалитет	до 7	Свыше 7											3	4	5	6	7	8
Св.120 до 140	Отклонение, как для квалитетов св. 7, увеличенное на Δ	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
» 140 » 160			-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900						
» 160 » 180			-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000						
» 180 » 200		-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	4	4	6	9	17	26
» 200 » 225			-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250						
» 225 » 250			-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350						
» 250 » 280		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
» 280 » 315			-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700						
» 315 » 355		-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
» 355 » 400			-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100						
» 400 » 450		-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
» 450 » 500			-162	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600						

Таблица А.3 – Значения основных отклонений валов, мкм

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение es											js	ei	
		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h		j	
	Квалитет	Все квалитеты											5 и 6	7	
До 3		-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Предельные отклонения $\pm IT/2$	2	-4
Св. 3 до 6		-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4
» 6 » 10		-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5
» 10 » 14		-290	-150	-95	—	-50	-32	—	-16	—	-6	0		-3	-6
» 14 » 18															
» 18 » 24		-300	-160	-110	—	-65	-40	—	-20	—	-17	0		-4	-8
» 24 » 30															
» 30 » 40		-310	-170	-120	—	-80	-50	—	-25	—	-9	0		-5	-10
» 40 » 50		-320	-180	-130											
» 50 » 65		-340	-190	-140	—	-100	-60	—	-30	—	-10	0		-7	-12
» 65 » 80		-360	-200	-150											
» 80 » 100		-380	-220	-170	—	-120	-72	—	-36	—	-12	0		-9	-15
» 100 » 120		-410	-240	-180											

Продолжение таблицы. А.3

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение es											js	ei		
		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h		j		
	Квалитет	Все квалитеты											5 и 6	7		
Св.120 до 140		-460	-260	-200										Предельные отклонения ±IT/2		
» 140 » 160		-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11		-18	
» 160 » 180		-580	-310	-230												
» 180 » 200		-660	-340	-240												
» 200 » 225		-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13		-21	
» 225 » 250		-820	-420	-280												
» 250 » 280		-920	-480	-300	-	-190	-190	-	-56	-	-17	0	-16		-26	
» 280 » 315		-1050	-540	-330												
» 315 » 355		-1200	-600	-360	-	-210	-210	-	-62	-	-18	0	-18		-28	
» 355 » 400		-1350	-680	-400												
» 400 » 450		-1500	-760	-440		-230	-230	-	-68	-	-20	0	-20	-32		
» 450 » 500		-1650	-840	-480												

Продолжение таблицы А.3

Интервалы размеров, мм	Буквенное обозначение	Нижнее отклонение e_i																
		j	k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	Квалитет	8	От 4 до 7	До 3 и св. 7	Все квалитеты													
До 3	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60	
Св. 3 до 6	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80	
» 6 » 10	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97	
» 10 » 14	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130	
+39											+45	-	+60	+77	+108	+150		
» 14 » 18	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188	
+41									+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218		
» 18 » 24	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274	
+54									+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325		
» 24 » 30	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+114	+172	+226	+300	+405	
+43									+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 30 » 40	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
+54									+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
» 40 » 50	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+114	+172	+226	+300	+405	
+43									+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 50 » 65	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+114	+172	+226	+300	+405	
+43									+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 65 » 80	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+114	+172	+226	+300	+405	
+43									+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 80 » 100	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
+54									+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
» 100 » 120	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
+54									+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690

Продолжение таблицы А.3

Интерв. разм., мм	Букв. обозн.	Нижнее отклонение еі																
		j	k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	Квалитет	8	От 4 до 7	До 3 и св. 7	Все квалитеты													
Св.120 до 140							+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800	
» 140 » 160	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+199	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900	
» 160 » 180							+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000	
» 180 » 200							+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150	
» 200 » 225	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250	
» 225 » 250							+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+610	+820	+1050	+1350	
» 250 » 280							+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550	
» 280 » 315	-	+4	0	+20	+34	+56	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700	
» 315 » 355							+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
» 355 » 400	-	+4	0	+21	+37	+62	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100	
» 400 » 450							+126	+232	+330	+490	+595	+470	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
» 450 » 500	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	

Таблица А.4 — Рекомендуемые посадки подшипников на вал (ГОСТ 3325-85)

Условия, определяющие выбор посадки		Подшипники с отверстиями диаметров, мм				Примеры машин и подшипниковых узлов	Рекомендуемая посадка
Вид нагружения внутреннего кольца	Режим работы	Радиальные		Радиально-упорные			
		Шариковые	Роликовые	Шариковые	Роликовые		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Легкий или нормальный $P \leq 0,7C$	Подшипники всех диаметров				Ролики ленточных транспортеров, конвейеров и подвесных дорог для небольших грузов, барабаны самописцев, опоры волновых передач	L0/g6; L6/g6
						Передние и задние колеса автомобилей и тракторов, колеса вагонеток, самолетов и т. п. Валки мелкосортных прокатных станов	L0/g6; L6/g6; L0/f7; L6/f7; L0/h6; L6/h6
	Нормальный или тяжелый $0,07C < P \leq 0,15C$						Блоки грузоподъемных машин, ролики рольгангов, валки станов для прокатки труб, крюковые обоймицы кранов
Циркуляционное (вал вращается)	Легкий или нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	До 50				Гиромоторы и малогабаритные электромашины, приборы. Внутришлифовальные шпиндели, электрошпиндели, турбохолодильники	L5/js5; L4/js5; L2/js4; L5/h5;
Циркуляционное (вал вращается)	Легкий или нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	До 40	До 40	До 100	До 40	Гиромоторы и малогабаритные электромашины, приборы. Внутришлифовальные шпиндели, электрошпиндели, турбохолодильники	L0/k6; L6/k6; L5/js5; L4/js5; L2/js4; L0/js6; L6/js6
		До 100	До 100	Св. 100	До 100		L5/k5; L4/k5; L2/k2; L0/k6; L6/js6
		До 250					L0/m6; L6/m6

Продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Циркуляционное (вал вращается)	Нормальный или тяжелый $0,07C < P \leq 0,15C$	До. 100	До 40	До 100	До 100	Сельскохозяйственные машины, центрифуги, газотурбинные двигатели, центробежные насосы, вентиляторы, электромоторы, редукторы, коробки скоростей станков, коробки передач автомобилей и тракторов	L5/k5; L4/k5; L2/k4; L0/k6; L6/k6; L0/js6; L6/js6
		Св. 100	До 100	Св. 100	До 180		L5/m5; L4/m5; L2/m4; L0/m6 L6/m6
Циркуляционное (вал вращается)	Нормальный или тяжелый $0,07C < P \leq 0,15C$	—	До 250	—	До 250	Электродвигатели мощностью до 100 кВт, турбины, кривошипно-шатунные механизмы, шпиндели металло- режущих станков, крупные редукторы. Редукторы вспо- могательного оборудования прокатных станков	L5/n5; L4/n5; L2/n4; L0/n6; L6/n6; L0/p6; L6/p6
Циркуляционное (вал вращается)	Тяжелая и ударная нагрузки	—	Св. 50 до 140	—	—	Железнодорожные и трамвайные буксы, буксы тепловозов и электровозов, коленчатые валы двигателей, электродвигатели мощностью свыше 100 кВт, крупные тяговые электродвигатели, ходовые колеса мостовых кранов, ролики рольгангов тяжелых станков, дробильные машины, дорожные машины, экскаваторы, манипуляторы прокатных станков, шаровые дробилки, вибраторы, грохоты, инерционные транспортеры	L0/m6; L6/m6; L0/n6; L6/n6
		—	Св. 140 до 200	—	—		L0/p6; L6/p6
		—	Св. 200 до 250	—	—		L0/r6; L6/r6; L0/r7; L6/r7
Циркуляционное (вал вращается)	Тяжелая и ударная нагрузки	Подшипники на закрепительно-стяговых втулках всех диаметров			Железнодорожные и трамвайные буксы, буксы тяжелонагруженных металлургических транспортных устройств. Некоторые узлы сельхозмашин		Поля допусков вала h8; h9
	Нормальный	Подшипники на закрепительных втулках всех диаметров			Трансмиссионные и контрприводные валы и узлы сельхозмашин		Поля допусков вала h9; h10

Таблица А.5 — Рекомендуемые посадки подшипников в корпус (ГОСТ 3325-85)

Условия, определяющие выбор посадки		Примеры машин и подшипниковых узлов	Рекомендуемая посадка
Вид нагружения наружного кольца	Режим работы		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Циркуляционное (вращается корпус)	Тяжелый при тонкостенных корпусах $P > 0,15C$	Колеса автомобиля, тракторов, башенных кранов, ведущие барабаны гусеничных машин	<i>P7/10; P7/16;</i>
	Нормальный $0,07C \leq P \leq 0,15C$	Ролики ленточных транспортеров, барабаны комбайнов, валки станков для прокатки труб	<i>Js7/10; Js7/16;</i> <i>K7/10; K7/16</i>
	Нормальный или тяжелый $0,07C \leq P \leq 0,15C$	Передние колеса автомашин и тягачей. Ролики рольгангов, коленчатые валы, ходовые колеса мостовых и козловых кранов. Опоры и балки крюковых обоймиц и полиспастов. Опорно-поворотные устройства кранов	<i>N7/10; N7/16;</i> <i>M7/10; M7/16</i>
Местное (вращается вал)	Нормальный или тяжелый (для точных узлов) $0,07C < P < 0,15C$	Шпиндели тяжелых металлорежущих станков	<i>M6/15; M6/14;</i> <i>K6/15; K6/14</i>
	Нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	Электродвигатели, центробежные насосы, вентиляторы, центрифуги, шпиндели быстроходных металлорежущих станков, турбохолодильники, узлы с радиально-упорными шариковыми подшипниками	<i>Js6/15; Js6/14;</i> <i>Js7/10; Js7/16</i>
	Нормальный или тяжелый (перемещение вдоль оси отсутствует) $0,07C < P < 0,15C$	Коробки передач, задние мосты автомобилей и тракторов. Подшипниковые узлы на конических роликовых подшипниках	<i>M7/10; M7/16;</i> <i>K7/10; K7/16;</i> <i>Js7/10; Js7/16</i>
Местное (вращается вал)	Нормальный или тяжелый $P > 0,15C$	Узлы общего машиностроения, редукторы, железнодорожные и трамвайные буксы, тяговые электродвигатели, сельскохозяйственные машины	<i>H7/10; H7/16;</i> <i>I7/10; I7/16</i>

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4
Местное (вращается вал)	Легкий или нормальный P $\leq 0,07C$	Быстроходные электродвигатели, оборудование бытовой техники	H7/10; H7/16; H6/15; H6/14; H5/12; Js7/10; Js7/16; Js6/15; Js6/14; Js5/12
Местное или колебательное (вращается вал)	Нормальный или тяжелый $0,07C < P \leq 0,15C$	Шпиндели шлифовальных станков, коленчатые валы двигателей	K6/15; K6/14; K5/12; Js6/15; Js6/14; Js6/12
	Легкий или нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	Трансмиссионные валы, молотилки, машины бумажной промышленности	Js7/10; Js7/16; H7/10; H7/16
	Нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	Все типы узлов с упорными подшипниками	H8/10; H8/16
Местное (вращается вал) нагрузка исключительно осевая	Тяжелый $P > 0,15C$	Узлы с шариковыми упорными подшипниками	H8/10; H8/16; H9/10; H9/16; H6/15; H6/14
		Узлы с упорными подшипниками на конических роликах	G7/10; G7/16; G6/15; G6/14
Местное (вращается вал)	Тяжелый или нормальный $0,07C < P \leq 0,15C$	Узлы со специфическими упорными роликовыми подшипниками для: общего применения	Js7/10; Js7/16
Циркуляционное (вращается корпус)	Тяжелый $P > 0,15C$	тяжелых металлорежущих станков (карусельных)	K7/10; K7/16
		вертикальных валов турбин	M7/10; M7/16
Примечание. В случае разъемных корпусов посадки должны быть выбраны с зазором (поля допусков диаметров отверстий корпусов H7, H6, G7, G6).			

Таблица А.6 — Предельные отклонения. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные (по СТ СЭВ 774-77)

Номинальный размер D, d, мм	0				6				5				4				2			
	d		D		d		D		d		D		d		D		d		D	
	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI
Св. 10 до 18	0	-8	0	-8	0	-7	0	-7	0	-5	0	-5	0	-4	0	-4	0	-2,5	0	-2,5
18...30	0	-10	0	-9	0	-8	0	-8	0	-6	0	-6	0	-5	0	-5	0	-2,5	0	-4
30...50	0	-12	0	-11	0	-10	0	-9	0	-8	0	-7	0	-6	0	-6	0	-4	0	-4
50...80	0	-15	0	-13	0	-12	0	-11	0	-9	0	-9	0	-7	0	-7	0	-5	0	-4
80...120	0	-20	0	-15	0	-15	0	-13	0	-10	0	-10	0	-8	0	-8	0	-7	0	-5
120...150	0	-20	0	-18	0	-15	0	-15	0	-10	0	-11	0	-8	0	-9	0	-7	0	-5
150...180	0	-25	0	-25	0	-18	0	-18	0	-13	0	-13	0	-10	0	-10	0	-7	0	-7
180...250	0	-30	0	-30	0	-22	0	-20	0	-15	0	-15	0	-12	0	-11	0	-8	0	-8
250...315	—	—	0	-35	—	—	0	-25	—	—	0	-18	—	—	0	-13	—	—	0	-8

Таблица А.7— Предельные отклонения. Подшипники роликовые конические (по СТ СЭВ 774-77)

Номинальный размер D, d, мм	0				6				5				4			
	d		D		d		D		d		D		d		D	
	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI	es	ei	ES	EI
Св. 10 до 18	0	-8	—	—	0	-7	—	—	0	-7	—	—	0	-5	—	—
18...30	0	-10	0	-9	0	-8	0	-8	0	-8	0	-8	0	-6	0	-6
30...50	0	-12	0	-11	0	-10	0	-9	0	-10	0	-9	0	-8	0	-7
50...80	0	-15	0	-13	0	-12	0	-11	0	-12	0	-11	0	-9	0	-9
80...120	0	-20	0	-15	0	-15	0	-13	0	-15	0	-13	0	-10	0	-10
120...150	0	-25	0	-18	0	-18	0	-15	0	-18	0	-15	0	-13	0	-11
150...180	0	-25	0	-25	0	-18	0	-18	0	-18	0	-18	0	-13	0	-13
180...250	0	-30	0	-30	0	-22	0	-20	0	-22	0	-20	0	-15	0	-15

Таблица А.8 — Основные размеры соединений с призматическими шпонками, мм

Диаметр вала d	Номинальные размеры шпонки					Номинальные размеры паза			
	b×h	Фаска S		Интервалы длин		Глубина		Радиус закругления или фаска s ₁ ×45°	
		max	min	от	до	На валу t ₁	Во втулке t ₂	max	min
От 6 до 8	2×2			6	20	1,2	1,0		
Св. 8 » 10	3×3	0,25	0,16	6	36	1,8	1,4	0,16	0,08
» 10 » 12	4×4			8	45	2,5	1,8		
Св. 12 до 17	5×5			10	56	3,0	2,3		
» 17 » 22	6×6	0,40	0,25	14	70	3,5	2,8	0,25	0,16
» 22 » 30	8×7			18	90	4,0	3,3		
Св. 30 до 38 »	10×8			22	110	5,0	3,3		
38 » 44	12×8			28	140	5,0	3,3		
» 44 » 50	14×9	0,60	0,40	36	160	5,5	3,8	0,4	0,25
» 50 » 58	16×10			45	180	6,0	4,3		
» 58 » 65	18×11			50	200	7,0	4,4		
Св. 65 до 75	20×12			56	220	7,5	4,9		
» 75 » 85	22×14			63	250	9,0	5,4		
» 85 » 95	25×14	0,80	0,60	70	280	9,0	5,4	0,6	0,4
» 95 » 110	28×16			80	320	10,0	6,4		
» 110 » 130	32×18			90	360	11,0	7,4		
Св.130 до150	36×20			100	400	12,0	8,4		
» 150 » 170	40×22			100	400	13,0	9,4		
» 170 » 200	45×25	1,20	1,00	110	450	15,0	10,4	1,0	0,7
» 200 » 230	50×28			125	500	17,0	11,4		
Св.230 до260	56×32			140	500	20,0	12,4		
» 260 » 290	63×32	2,00	1,60	160		20,0	12,4	1,6	1,2
» 290 » 330	70×36			180		22,0	14,4		
Св.330 до380	80×40			200	500	25,0	15,4		
» 380 » 440	90×45	3,00	2,50	220		28,0	17,4	2,5	2,0
» 440 » 500	100×50			250		31,0	19,5		

Ряд длин призматических шпонок: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360.

Таблица А.9 — Предельные отклонения несопрягаемых размеров соединений с призматическими шпонками (по ГОСТ 23360-78)

Элемент соединения	Предельные отклонения размеров				
	Высота h	Длина l	Глубина на валу t_1 и на втулке t_2 проставляемый на чертеже размер на втулке ($d+t_2$)		
			При h , мм		
			От 2 до 6	Св. 6 до 18	Св. 18 до 50
Шпонка	$h11, h9^{**}$	$h14$	—	—	—
Паз	—	$H15$	+0,1 0	+0,2 0	+0,3 0

** При $h=2-6$ мм.

Таблица А.10 — Предельные отклонения размеров шпонок и пазов по ширине шпоночных соединений (ГОСТ 25347-82)

Номинальная ширина шпонки и паза, мм	Поля допусков					
	На шпонке $h9$	На валу		На втулке		На валу и втулке $P9$
		$H9$	$N9$	$D10$	$Js9$	
	Предельные отклонения, мм					
От 1 до 3	0	+25	-4	+60	+12	-6
	-25	0	-29	+20	-12	-31
Св. 3 до 6	0	+30	0	+78	+15	-12
	-30	0	-30	+30	-15	-42
Св. 6 до 10	0	+36	0	+98	+18	-15
	-36	0	-36	+40	-18	-51
Св. 10 до 18	0	+43	0	+120	+21	-18
	-43	0	-43	+50	-21	-61
Св. 18 до 30	0	+52	0	+149	+26	-22
	-52	0	-52	+65	-26	-74
Св. 30 до 50	0	+62	0	+180	+31	-26
	-62	0	-62	+80	-31	-88
Св. 50 до 80	0	+74	0	+220	+37	-32
	-74	0	-74	+100	-37	-124
Св. 80 до 120	0	+87	0	+260	+43	-37
	-87	0	-87	+120	-43	-124

Таблица А.11 — Размеры прямоугольных шлицевых соединений, мм

z × d × D	b	d ₁	a	c		r, не более
		не менее		номинальный размер	предельное отклонение	
Легкая серия						
6×23×26	6	22,1	3,54	0,3	+ 0,2	0,2
6×26×30	6	24,6	3,85	0,3	+ 0,2	0,2
6×28×32	7	26,7	4,03	0,3	+ 0,2	0,2
8×32×36	6	30,4	2,71	0,4	+ 0,2	0,3
8×36×40	7	34,5	3,46	0,4	+ 0,2	0,3
8×42×46	8	40,4	5,03	0,4	+ 0,2	0,3
8×46×50	9	44,6	5,75	0,4	+ 0,2	0,3
8×52×58	10	49,7	4,89	0,5	+ 0,3	0,5
8×56×62	10	53,6	6,38	0,5	+ 0,3	0,5
8×62×68	12	59,8	7,31	0,5	+ 0,3	0,5
10×72×78	12	69,6	5,45	0,5	+ 0,3	0,5
10×82×88	12	79,3	8,62	0,5	+ 0,3	0,5
10×92×98	14	89,4	10,08	0,5	+ 0,3	0,5
10×102×108	16	99,9	11,49	0,5	+ 0,3	0,5
10×112×118	18	108,8	10,72	0,5	+ 0,3	0,5
Средняя серия						
6×11×14	3,0	9,9	—	0,3	+ 0,2	0,2
6×13×16	3,5	12,0	—	0,3	+ 0,2	0,2
6×16×20	4,0	14,5	—	0,3	+ 0,2	0,2
6×18×22	5,0	16,7	—	0,3	+ 0,2	0,2
6×21×25	5,0	19,5	1,95	0,3	+ 0,2	0,2
6×23×28	6,0	21,3	1,34	0,3	+ 0,2	0,2
6×26×32	6,0	23,4	1,65	0,4	+ 0,2	0,3
6×28×34	7,0	25,9	1,70	0,4	+ 0,2	0,3
8×32×38	6,0	29,4	—	0,4	+ 0,2	0,3
8×36×42	7,0	33,5	1,02	0,4	+ 0,2	0,3
8×42×48	8,0	39,5	2,57	0,4	+ 0,2	0,3
8×46×54	9,0	42,7	—	0,5	+ 0,3	0,5
8×52×60	10,0	48,7	2,44	0,5	+ 0,3	0,5
8×56×65	10,0	52,2	2,50	0,5	+ 0,3	0,5
8×62×72	12,0	57,8	2,40	0,5	+ 0,3	0,5
10×72×82	12,0	67,4	—	0,5	+ 0,3	0,5
10×82×92	12,0	77,1	3,00	0,5	+ 0,3	0,5
10×92×102	14,0	87,3	4,50	0,5	+ 0,3	0,5
10×102×112	16,0	97,7	6,30	0,5	+ 0,3	0,5
10×112×125	18,0	106,3	4,40	0,5	+ 0,3	0,5

Продолжение таблицы А.11

z × d × D	b	d ₁	a	c		r, не более
		не менее		номинальный размер	предельное отклонение	
Тяжелая серия						
10×16×20	2,5	14,1		0,3	+ 0,2	0,2
10×18×23	3,0	15,6		0,3	+ 0,2	0,2
10×21×26	3,0	18,5		0,3	+ 0,2	0,2
10×23×29	4,0	20,3		0,3	+ 0,2	0,2
10×26×32	4,0	23,0		0,4	+ 0,2	0,2
10×28×35	4,0	24,4		0,4	+ 0,2	0,2
10×32×40	5,0	28,0		0,4	+ 0,2	0,2
10×36×45	5,0	31,3		0,4	+ 0,2	0,2
10×42×52	6,0	36,9		0,4	+ 0,2	0,2
10×46×56	7,0	40,9		0,5	+ 0,3	0,5
16×52×60	5,0	47,0		0,5	+ 0,3	0,5
16×56×65	5,0	50,6		0,5	+ 0,3	0,5
16×62×72	6,0	56,1		0,5	+ 0,3	0,5
16×72×82	7,0	65,9		0,5	+ 0,3	0,5
20×82×92	6,0	75,6		0,5	+ 0,3	0,5
20×92×102	7,0	85,5		0,5	+ 0,3	0,5
20×102×115	8,0	94,0		0,5	+ 0,3	0,5
20×112×125	9,0	104,0		0,5	+ 0,3	0,5

Таблица А.12 — Рекомендуемые поля допусков и посадки для размеров D и b при центрировании по D (ГОСТ 1139-80)

Поля допусков		Посадки
втулки	вала	
Для размера D		
H7	f7; g8; h7; js6; n6	$\frac{H7}{f7}$; $\frac{H7}{g6}$; $\frac{H7}{h7}$; $\frac{H7}{js6}$; $\frac{H7}{n6}$
H8	e8	$\frac{H8}{e8}$
Для размера b		
F8	d9; e8; f7; f8; h8; h9; js7	$\left(\frac{F8}{d9}\right)$; $\frac{F8}{e8}$; $\frac{F8}{f7}$; $\frac{F8}{f8}$; $\frac{F8}{h8}$; $\frac{F8}{h9}$; $\frac{F8}{js7}$
D9	d9; e8; f7; h8; h9; js7	$\left(\frac{D9}{d9}\right)$; $\frac{D9}{e8}$; $\frac{D9}{f7}$; $\frac{D9}{h8}$; $\frac{D9}{h9}$; $\frac{D9}{js7}$

Таблица А.13 — Рекомендуемые поля допусков и посадки для размеров d и b при центрировании **по d** (по ГОСТ 1139–80)

Поля допусков		Посадки
втулки	вала	
Для размера d		
H7	f7; g6; h7; js6; js7; n6	$\frac{H7}{f7}$; $\frac{H7}{g6}$; $\frac{H7}{h7}$; $\frac{H7}{js6}$; $\frac{H7}{js7}$; $\frac{H7}{n6}$
H8	e8	$\frac{H8}{e8}$
Для размера b		
F8	f7; f8; h7; js7; k7	$\frac{F8}{f7}$; $\frac{F8}{f8}$; $\frac{F8}{h7}$; $\frac{F8}{js7}$; $\frac{F8}{k7}$
H8	h7; h8; js7	$\frac{H8}{h7}$; $\frac{H8}{h8}$; $\frac{H8}{js7}$
D9	e8; f8; e9; h9; k7	$\frac{D9}{e8}$; $\frac{D9}{f8}$; $\frac{D9}{e9}$; $\frac{D9}{h9}$; $\frac{D9}{k7}$
F10	e8; f8; h7; e9; h9; js7; k7	$\frac{F10}{e8}$; $\frac{F10}{f8}$; $\frac{F10}{h7}$; $\frac{F10}{e9}$; $\frac{F10}{h9}$; $\frac{F10}{js7}$; $\frac{F10}{k7}$

Таблица А.14 — Рекомендуемые поля допусков и посадки для размеров b при центрировании **по b** (по ГОСТ 1139–80)

Поля допусков		Посадки
втулки	вала	
F8	d9; e8; f8; e9; h9; js7	$\frac{F8}{d9}$; $\frac{F8}{e8}$; $\frac{F8}{f7}$; $\frac{F8}{e9}$; $\frac{F8}{h9}$; $\frac{F8}{js7}$
D9	d9; e8; f8; e9; h9; js7; k7	$\frac{D9}{d9}$; $\frac{D9}{e8}$; $\frac{D9}{f8}$; $\frac{D9}{e9}$; $\frac{D9}{js7}$; $\frac{D9}{k7}$
F10	d9; e8; f8; e9; h9; k7	$\frac{F10}{d9}$; $\frac{F10}{e8}$; $\frac{F10}{f8}$; $\frac{F10}{e9}$; $\frac{F10}{h9}$; $\frac{F10}{k7}$

Таблица А.15 – Поля допусков **нецентрирующих** диаметров (по ГОСТ 1139–80)

Нецентрирующий диаметр	Вид центрирования	Поле допуска	
		вала	втулки
d	По D или b	См. d_1	H11
D	По d или b	a_{11}	H12

Таблица А.16 — Ряды линейных размеров, мм

Ra5 (R`5)	Ra10 (R`10)	Ra20 (R`20)	Ra40 (R`40)	Ra5 (R`5)	Ra10 (R`10)	Ra20 (R`20)	Ra40 (R`40)	Ra5 (Ra`5)	Ra10 (R`10)	Ra20 (R`20)	Ra40 (R`40)
2,5	2,5	2,5	2,5	25	25	25	25	250	250	250	250
			2,6				26				260
		2,8	2,8			28	28			280	280
			3,0				30				300
	3,2	3,2	3,2		32	32	32		320	320	320
			3,4				34				340
			3,6			36	36			360	360
			3,8				38				380
4,0	4,0	4,0	4,0	40	40	40	40	400	400	400	400
			4,2				42				420
		4,5	4,5			45	45			450	450
			4,8				48				480
	5,0	5,0	5,0		50	50	50		500	500	500
			5,3				53				530
		5,6	5,6			56	56			560	560
			6,0				60				600
6,3	6,3	6,3	6,3	63	63	63	63	630	630	630	630
			6,7				67				670
		7,1	7,1			71	71			710	710
			7,5				75				750
	8,0	8,0	8,0		80	80	80		800	800	800
			8,5				85				850
		9,0	9,0			90	90			900	900
			9,5				95				950
10	10	10	10	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000
			10,5				105				1050
		11	11			110	110			1100	1100
			11,5				115				1150
	12	12	12		120	120	120		1200	1200	1200
			13				130				1300
		14	14			140	140			1400	1400
			15				150				1500
16	16	16	16	160	160	160	160	1600	1600	1600	1600
			17				170				1700
		18	18			180	180			1800	1800
			19				190				1900
	20	20	20		200	200	200		2000	2000	2000
			21				210				2100
		22	22			220	220			2200	2200
			24				240				2400

Таблица А.17 — Значения единицы допусков i для размеров до 500 мм

Интервалы номинальных размеров, мм	Свыше ... до (включительно)												
	3	3...8	6...10	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...250	250...315	315...400	400...500
Единицы допуска, мкм	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,98	3,22	3,54	3,98

Таблица А.18 – Число единиц допуска a в допуске данного качества

Квалитет	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a	5.1	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640

Таблица А.19 – Значение коэффициента t_{Δ} при нормальном распределении размеров замыкающего звена для различных процентов риска p

Риск p , %	32	16	10	4,6	2,1	0,94	0,50	0,27	0,1	0,05	0,01
Коэффициент t_{Δ}	1	1,4	1,65	2	2,3	2,6	2,81	3	3,3	3,48	3,89

Таблица А.20 – Требования к шероховатости сопрягаемых с подшипниками качения поверхностей (ГОСТ 3325-85)

Посадочная поверхность	Класс точности подшипников (по ГОСТ 3325-85)	Параметр поверхности, мкм, не более, для номинальных диаметров подшипников			
		До 80 мм	Св. 80 до 500 мм	Св. 500 до 2500 мм	
				R_a	R_z
Валов	0	1,25	2,50	(5,0)	20,0
	6 и 5	0,63	1,25	2,5	--
	4	0,32	0,63	--	--
Отверстий корпусов	0	1,25	2,50	(5,0)	20,0
	6,5 и 4	0,63	1,25	2,5	--
Опорных торцевых запечиков валов и корпусов	0	2,50	2,50	(5,0)	20,0
	6,5 и 4	1,25	2,50	(5,0)	20,0

Таблица А.21 – Степени точности формы цилиндрических поверхностей в зависимости от качества допуска диаметра и относительной геометрической точности

Относительная геометрическая точность	Квалитет допуска диаметра по ГОСТ 25346-82									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Степень точности формы (по табл. 19)									
Нормальная (А)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Повышенная (В)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высокая (С)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Особо высокая			1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица А.22 – Допуски соосности посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса в подшипниковых узлах

Тип подшипника	Допуск соосности, мкм, посадочной поверхности длиной $b = 10$ мм в диаметральном выражении	
	вала	корпуса
Радиальные однорядные шариковые (при радиальном нагружении) с радиальным зазором: нормальным по 7-му ряду по 8-му ряду	4,0 6,0 8,0	8,0 12,0 16,0
Радиально-упорные шариковые однорядные с углами контакта: $\alpha = 12^\circ$ $\alpha = 26^\circ$ $\alpha = 26^\circ$	3,0 2,4 2,0	6,0 4,8 4,0
Упорно-радиальные шариковые с углом контакта $\alpha = 45-60^\circ$	2,0	4,0
Упорные шариковые с углом контакта $\alpha = 90^\circ$	1,0	2,0
Радиальные с цилиндрическими роликами: с короткими и длинными без модифицированного контакта с модифицированным контактом	1,0 3,0	2,0 3,0
Конические с роликами: без модифицированного контакта с небольшим модифицированным контактом	1,0 2,0	2,0 4,0
Конические с модифицированным контактом на наружном кольце	4,0	8,0
Упорные с цилиндрическими или коническими роликами	0,5	1,0
Шариковые радиальные сферические двухрядные по ГОСТ 5720-75	6,0	12,0
Роликовые радиальные однорядные с бочкообразными роликами (основные размеры по ГОСТ 24954-81)	6,0	12,0
Роликовые радиальные сферические двухрядные по ГОСТ 5721-75	6,0	12,0
Роликовые упорные сферические по ГОСТ 9942-80	6,0	12,0

Таблица А.23 – Допуски формы и расположения посадочных поверхностей подшипников

Интервал номинальных диаметров d и D, мм	Допуски формы посадочных поверхностей: мкм, не более														
	валов (осей)						отверстий корпусов								
	допуск круглости, допуск профиля продольно- го сечения	допуск непостоянства диаметра в сечении					допуск круглости	допуск профиля продольного сечения	допуск непостоянства диаметра в сечении						
		поперечном		продольном					поперечном		продольном				
	Класс точности подшипников														
	0 и 6		5 и 4		0 и 6		5 и 4		0 и 6		5 и 4		0 и 6		5 и 4
Св. 10 до 18	3,0	1,3	6,0	2,6	6,0	2,6	4,5	2,0	4,5	2,0	9,0	4,0	9,0	4,0	
Св. 18 до 30	3,5	1,5	7,0	3,0	7,0	3,0	5,0	2,0	5,0	2,0	10,0	4,0	10,0	4,0	
Св. 30 до 50	4,0	2,0	8,0	4,0	8,0	4,0	6,0	2,5	6,0	2,5	12,0	5,0	12,0	5,0	
Св. 50 до 80	5,0	2,0	10,0	4,0	10,0	4,0	7,5	3,0	7,5	3,0	15,0	6,0	15,0	6,0	
Св. 80 до 120	6,0	2,5	12,0	5,0	12,0	5,0	9,0	3,5	9,0	3,5	18,0	7,0	18,0	7,0	
Св. 120 до 180	6,0	3,0	12,0	6,0	12,0	6,0	10,0	4,0	10,0	4,0	20,0	8,	20,0	8,0	
Св. 180 до 250	7,0	3,5	14,0	7,0	14,0	7,0	11,5	5,0	11,5	5,0	23,0	10,0	23,0	10,0	
Св. 250 до 315	8,0	4,0	16,0	8,0	16,0	8,0	13,0	5,3	13,0	5,3	26,0	10,6	26,0	10,6	
Св. 315 до 400	9,0	4,0	18,0	8,0	18,0	8,0	14,0	6,0	14,0	6,0	28,0	12,0	28,0	12,0	
Св. 400 до 500	10,0	–	20,0	–	20,0	–	16,0	–	16,0	–	32,0	–	32,0	–	
Св. 500 до 630	11,0	–	22,0	–	22,0	–	17,5	–	17,5	–	35,0	–	35,0	–	
Св. 630 до 800	12,0	–	24,0	–	24,0	–	20,0	–	20,0	–	40,0	–	40,0	–	
Св. 800 до 1000	14,0	–	28,0	–	28,0	–	22,5	–	22,5	–	45,0	–	45,0	–	

Таблица А.24 – Допуски торцевого биения опорных торцовых поверхностей заплечиков валов и отверстий корпусов

Интервал номинальных диаметров d и D, mm	Допуск торцевого биения заплечников, мкм, не более							
	Класс точности подшипников							
	0		6		5		4	
	валов	отверстий	валов	отверстий	валов	отверстий	валов	отверстий
Св. 10 до 18	18	27	11	18	5	8	3	5
Св. 18 до 30	21	33	13	21	6	9	4	6
Св. 30 до 50	25	39	16	25	7	11	4	7
Св. 50 до 80	30	46	19	30	8	13	5	8
Св. 80 до 120	35	54	22	35	10	15	6	10
Св. 120 до 180	40	63	25	40	12	18	8	12
Св. 180 до 250	46	72	29	46	14	20	10	14
Св. 250 до 315	52	81	32	52	16	23	-	16
Св. 315 до 400	57	89	36	57	18	25	-	20
Св. 400 до 500	63	97	40	63	-	27	-	-
Св. 500 до 630	70	110	44	70	-	30	-	-
Св. 630 до 800	80	125	50	80	-	35	-	-
Св. 800 до 1000	90	140	56	90	-	-	-	-

Таблица А.25 – Допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения (по ГОСТ 24643-81)

Номинальный диаметр, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
Св. 3 до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
« 10 « 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	0	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
« 18 « 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
« 30 « 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
« 50 « 120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
« 120 « 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
« 250 « 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
« 400 « 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
« 630 « 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
«1000 «1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
«1600 «2500	4	6	10	16	25	40	60	100	250	250	400	600	1	1,6	2,5	4

Таблица А.26 – Допуски соосности, симметричности, пересечения осей в диаметральной выражении, радиального биения и полного радиального биения (по ГОСТ 24643-81)

Номинальный диаметр, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Допуск, мкм															
До 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Св.3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
« 10 « 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
« 18 « 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600
« 30 « 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
« 50 « 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500
« 120 « 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
« 250 « 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4000
« 400 « 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000	5000
« 630 « 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4000	6000
«1000 «1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000	5000	8000
«1600 «2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4000	6000	10000