

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ  
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Метрология, стандартизация и сертификация**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

15.03.01 Машиностроение

**2. Профиль подготовки:**

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Бакалавр

**4. Форма обучения:**

Очная, заочная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

**6. Составитель(и):**

Б. У. Шарипов, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры,

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, целесообразно ознакомиться с учебной программой дисциплины, электронный вариант которой размещён на сайте БФ ВГУ.

Это позволит обучающимся получить четкое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведенных на контактную работу и на самостоятельную работу;
- формах контактной и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции, практические и лабораторные занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе подготовки к практическим занятиям студенту необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой и примерами решения задач, приведенными в рекомендуемых источниках, выполнить домашние задания (решение задач, составление опорного конспекта, систематизирующей таблицы, разработка презентации и др.). Регулярная работа над домашними заданиями позволит студенту освоить все темы дисциплины и осознать ее внутреннюю логику. Систематизация изучаемого материала, которой, безусловно, способствует разработка опорных конспектов, ментальных карт и обобщающих таблиц, поможет студенту сэкономить время при подготовке к зачету.

При разработке презентации, сопровождающей доклад по заданной теме, нужно учитывать следующие требования:

- соответствие содержания презентации поставленной цели;
- соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации;
- лаконичность и максимальная информативность текста на слайде.

При подготовке к лабораторным работам следует заранее ознакомиться с теоретическим материалом, перечнем приборов и оборудования, порядком выполнения работы. Нужно обратить внимание на контрольные вопросы, завершающие описание каждой лабораторной работы. При защите лабораторной работы студент предъявляет преподавателю отчет по установленной форме и отвечает на контрольные вопросы.

Результаты самостоятельной работы студентов являются объектом текущего контроля и оцениваются преподавателем по четырехбалльной системе. Это дает

возможность преподавателю выставить оценку промежуточной аттестации по итогам текущей успеваемости или исключить из рассмотрения на зачете темы, по которым студент получил текущие оценки «отлично».

## 8. Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

№ п/п	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы
1.	Основы метрологии.	История развития метрологии, стандартизации и сертификации. Правовая база государственных и межгосударственных систем метрологии, стандартизации и сертификации. Эталоны, меры длины и угловые меры. Универсальные измерительные средства. Принципы построения средств измерения и контроля. Основы теории измерений.
2.	Принципы и методы метрологии	Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Система нормирования отклонений формы и расположения поверхностей деталей. Обозначение на чертежах допусков формы и расположения поверхностей деталей. Система нормирования и обозначения шероховатости и волнистости. Методы и средства измерения и контроля отклонений формы, расположения и шероховатости поверхности. Государственная система обеспечения единства измерений.
3.	Основы стандартизации.	Государственная система стандартизации. Международная и государственная системы стандартизации. методические основы стандартизации. Стандартизация и качество машин.
4.	Взаимозаменяемость гладких цилиндрических соединений	Виды взаимозаменяемости. ЕСДП для гладких цилиндрических соединений. Схемы и расчетные характеристики посадок с зазором, натягом и переходных.
5.	Допуски и посадки	Применение посадок с зазором, натягом и переходных. Допуски и посадки колец подшипников качения. Допуски и посадки шпонок.
6.	Допуски и посадки	Допуски и посадки шлицевых соединений. Допуски и посадки резьбы. Нормы точности зубчатых передач.
7.	Решение размерных цепей	Решение размерных цепей (метод полной взаимозаменяемости). Решение размерных цепей (методы неполной взаимозаменяемости).
8.	Сертификация	Правовая база государственной системы сертификации. Оценка соответствия объекта технического регулирования требованиям сертификации.
9.	Схемы и правила сертификации	Схемы и правила сертификации. Основные методы оценки уровня качества продукции. Методы управления качеством продукции.

## **9. Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям**

### **Лабораторная работа № 1.**

#### **ИЗМЕРЕНИЕ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛА ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ И МИКРОМЕТРОМ**

Цель работы – приобретение навыков пользования штангенциркулем, штангенглубиномером и микрометром; определение годности деталей (соответствие чертежу).

Средства измерения и измеряемые объекты:

- а) ступенчатый вал и его чертеж;
- б) штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм и пределами измерения 0...250 мм; штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм и пределами измерения 0...150 мм;
- в) штангенглубиномер с ценой деления 0,05 мм и пределами измерения 0...250 мм; г) два микрометра для измерений с ценой деления 0,01 мм с пределами измерения 0...25 и 25...50 мм.

Требуется путем измерения вала выявить соответствие между его фактическими размерами и предельными, допускаемыми по ГОСТ 25347–82.

#### **1.1. Теоретические сведения**

Различают номинальный, действительный и предельный размеры. Номинальный размер – размер, который указывают на чертеже на основании инженерных расчетов, опыта проектирования, обеспечения конструктивного совершенства или удобства изготовления детали (изделия). В производстве невозможно выполнить абсолютно точно требуемые размеры деталей. Некоторая погрешность вносится также при измерении. Поэтому существует понятие – действительный размер детали. Так называют размер, полученный в результате измерения с погрешностью мерительного инструмента. Для определения допускаемого диапазона требуемых размеров устанавливают предельные размеры детали. Такими называются наибольшее и наименьшее допустимые значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали. Большой из них называется наибольшим предельным размером, меньший – наименьшим предельным размером. Сравнение действительного размера с предельными дает возможность судить о годности детали.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера, проставляемые рядом с этим размером. Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами; нижним предельным отклонением – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами. Отклонение является положительным, если предельный или действительный размер больше номинального, и отрицательным, если указанные размеры

меньше номинального. Допуском  $T$  называется разность между наибольшим и наименьшим допустимыми значениями того или иного параметра. Допуск размера – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Он равен также алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Допуск – величина всегда положительная. Он определяет величину допустимого рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, то есть заданную точность изготовления. При схематическом изображении полей допусков предельные отклонения размеров откладываются по вертикали в определенном масштабе от линии, условно соответствующей номинальному размеру, называемой нулевой линией. Положительные отклонения откладываются вверх от нулевой линии, а отрицательные – вниз. Термин «поле допуска» безотносительно к схематическому изображению допусков, определяет интервал размеров годной детали, ограниченный предельными размерами. Все вышеперечисленные элементы, относящиеся к отверстию, обозначаются прописными буквами, относящиеся к валу – строчными.

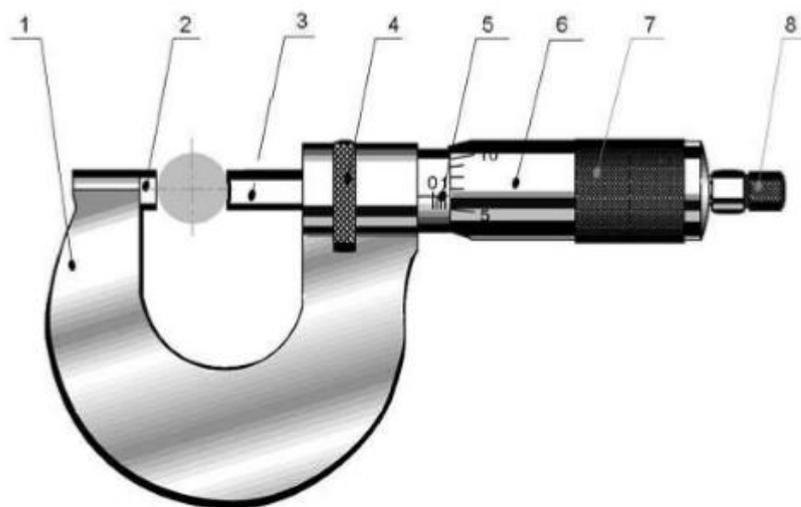
Таблица 1.1

Таблица параметров размера

Наименование параметра	Буквенное обозначение	
	Отверстие	Вал
Номинальный диаметр	D	d
Наибольший предельный диаметр	D <sub>max</sub>	D <sub>max</sub>
Наименьший предельный диаметр	D <sub>min</sub>	D <sub>min</sub>
Верхнее предельное отклонение	ES	es
Нижнее предельное отклонение	EI	ei
Допуск размера	TD	Td

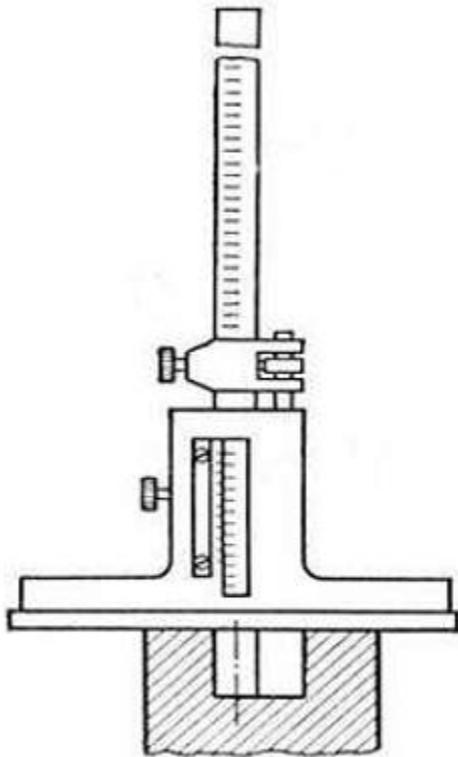
## 1.2. Средства измерения и методика измерения

Измерение наружного размера валов с помощью микрометра (рис 1.1). Перед измерением тщательно протереть измерительные плоскости микрометра – торец микрометрического винта 3 и торец пятки 2, запрессованной в скобу 1; проверить плавность хода микровинта и нулевую установку. Для микрометра с пределом измерения 25...50 мм измерительные плоскости микрометра приводят в соприкосновение с эталоном длиной 25 мм. Если нулевая установка сбита, следует вновь протереть измерительные поверхности, привести их в соприкосновение под усилием трещотки 8, закрепить микровинт 3 стопором 4 и осторожно отвернуть установочный колпачок 7 на пол-оборота. При этом барабан 6 освобождается; вращая его, совместить нулевой штрих с продольной линией стебля 5. После этого барабан закрепить колпачком 7.

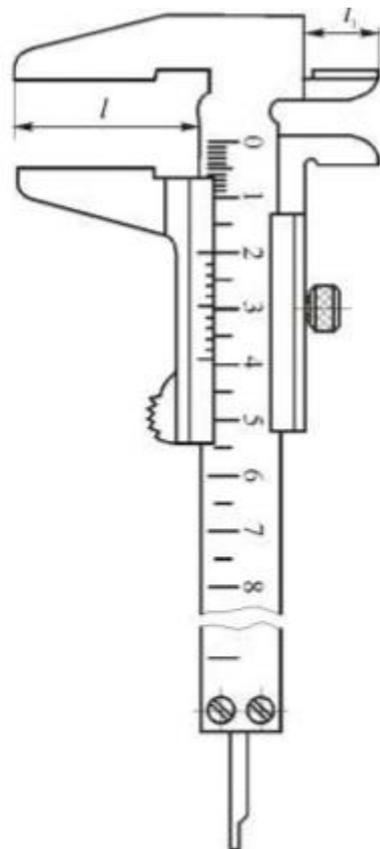


*Рис. 1.1. Микрометр*

Измерение микрометром производят, пользуясь трещоткой. Использование барабана для подвинчивания микровинта не допустимо. Не следует пользоваться микрометром с застопоренным микровинтом как жесткой скобой. Выбор измерительного средства для каждого размера производится в зависимости от величины допуска, установленного для данного размера, и от конструкции детали, руководствуясь тем, что предельная погрешность метода измерения не должна превышать 20...30 % величины допуска на данный размер. Предельная погрешность измерения с помощью микрометра составляет 10 мкм; с помощью штангенциркуля и штангенглубиномера с ценой деления 0,05 мм составляет 80 мкм.



*Рис. 1.2. Штангенглубиномер*



*Рис. 1.3. Штангенциркуль*

Зависимость выбора измерительного инструмента от конструкции детали на примере штангенинструмента: при одинаковой точности измерений штангенглубиномером (рис. 1.2) измеряют размеры уступов, а штангенциркулем – диаметр ступеней. Универсальным штангенциркулем измеряют диаметры и размеры уступов, но точность измерения при этом ниже (рис. 1.3).

### **1.3. Порядок выполнения работы**

1.3.1. Выполнить эскиз детали согласно рабочему чертежу (рис. 1.5).

1.3.2. В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347–82 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.

1.3.3. Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.

1.3.4. Произвести выбор измерительных средств для измерения каждого размера.

1.3.5. Определить действительные размеры всех диаметров и длин измеряемой детали с помощью выбранных измерительных средств. На рис. 1.1–1.3 показаны основные приемы измерительных операций с помощью микрометрического и штангенинструментов. Измерение каждого размера производить в трех положениях инструмента по отношению к детали, расположенных под углом 120 одно к другому. 1.3.6. Среднее арифметическое значение по трем измерениям одного размера принять за действительный

размер, сравнить его с предельными допустимыми по ГОСТ 25347–82 и сделать вывод о качестве исполнения данного размера («годный», «брак исправимый», «брак окончательный»). Аналогичное заключение сделать по каждому размеру.

1.3.7. Вычертить схему расположения полей допусков для трех размеров (по указанию преподавателя), проставить на них числовые значения предельных отклонений, номинального, предельных и действительного размеров.

В качестве примера рассмотрим построение поля допуска для размера вала  $d = 16h8$  (рис. 1.4).

Данный размер выполнен по 8-му квалитету с основным отклонением  $h$ .

Из ГОСТ 25347-82 для 8-го квалитета, номинального размера 16 мм, лежащего в интервале размеров «свыше 10 мм до 18 мм», и основного отклонения  $h$  верхнее отклонение равно нулю, а нижнее – минус 27 мкм. От нулевой линии  $N-N$  в определенном масштабе откладываем значения предельных отклонений (в микрометрах), предельные размеры (в мм), которые равны 16 мм и 15,973 мм, и значение действительного размера.

Если действительный размер вала лежит между допускаемыми размерами 16 и 15,973, то деталь «годная», если размер больше 16 мм – «брак исправимый», если же размер меньше 15,973 – «брак окончательный».

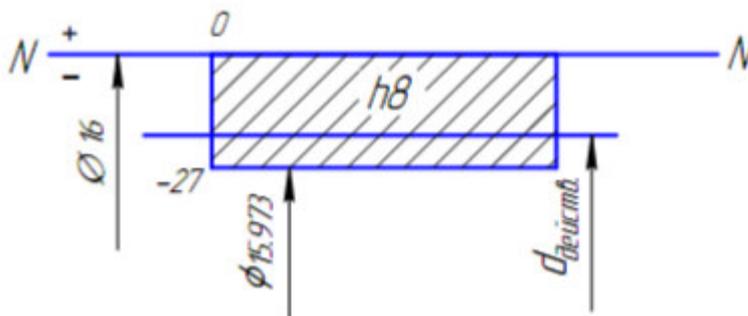


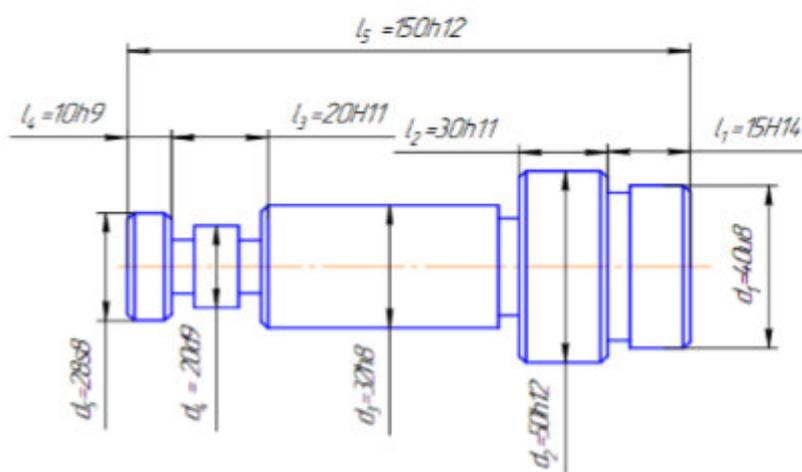
Рис. 1.4. Схема расположения поля допуска

Примечание. Если номинальный размер детали лежит на границе двух интервалов, то его предельные отклонения находятся по интервалу меньших размеров.

1.3.8. Дать краткую характеристику инструментов, использованных при выполнении работы (название инструмента, цена деления, пределы измерения).

Результаты измерения

Обозначение размера по эскизу	Размер, указанный на эскизе	Предельные отклонения, МКМ		Предельные размеры, мм		Допуск, МКМ	Измерительный инструмент	Действительный размер, мм	Заключение о годности размера
		Наибольший	Наименьший	Наибольший	Наименьший				
d1									
d2									
d3									
d4									
d5									
l1									
l2									
l3									
l4									
l5									



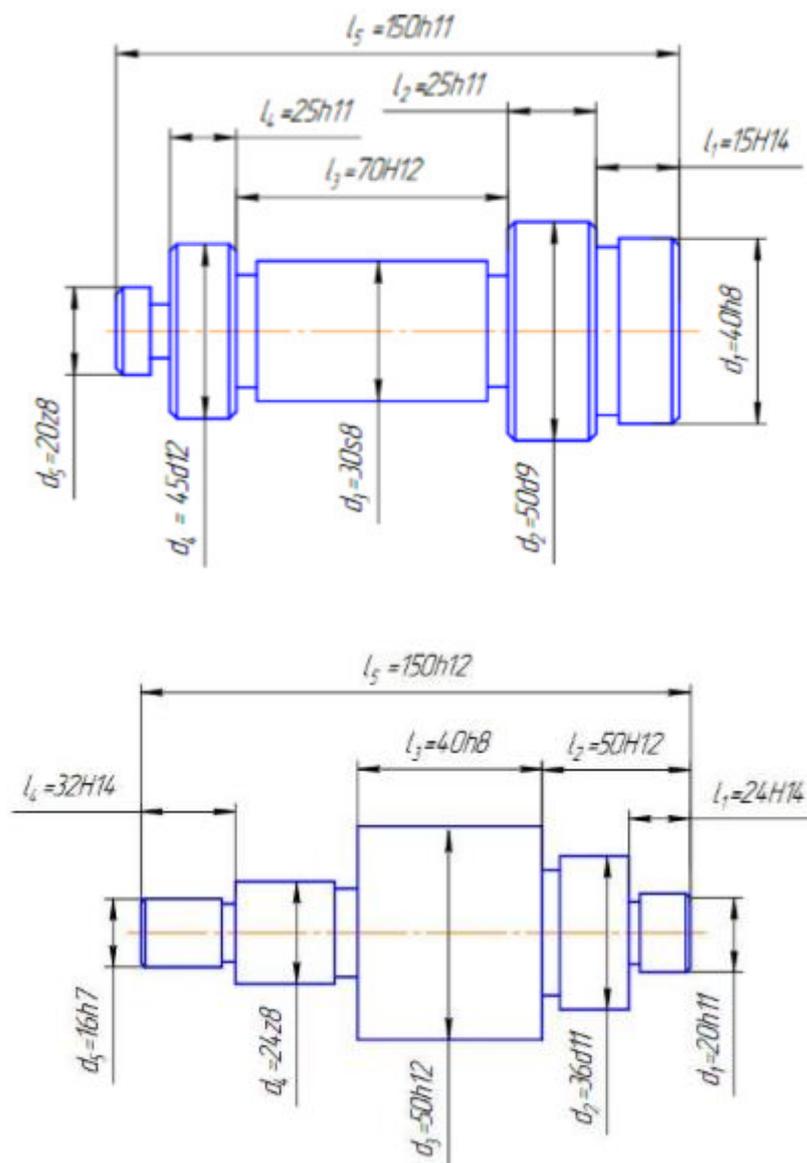


Рис. 1.5. Рабочий чертеж деталей

#### 1.4. Контрольные вопросы

1. Штангенциркуль. Порядок работы, составные части, цена деления.
2. Микрометр. Порядок работы, составные части, цена деления.
3. Что называется квалитетом?
4. Что такое допуск, верхнее, нижнее отклонение размера?
5. Сколько существует квалитетов?
6. Что называется полем допуска?
7. Какой размер называется действительным?
8. Какая линия называется нулевой?

#### Лабораторная работа № 2.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСАДОК ПУТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы – приобретение практических навыков определения посадок сопряженных деталей по действительным размерам. Средства измерения: а) кольцо с несколькими валами, выполненными по различным посадкам в системе отверстия с номинальным диаметром 50 мм или 40 мм; б) микрометр для измерения диаметров валов с ценой деления 0,01 мм и пределами измерения 25...50 мм; в) нутромер для измерения внутреннего диаметра кольца с ценой деления 0,001 мм; г) блок плиток для настройки нутромера и микрометра; д) струбцина с боковичками для настройки нутромера. Требуется: а) измерить диаметры всех валов и кольца; б) сделать заключение о характере сопряжения каждого валика с кольцом и указать посадку сопряжения; в) построить поля допусков для выбранных посадок по ГОСТ 25347–82.

## 2.1. Теоретические сведения

Две или несколько подвижно или неподвижно соединяемых деталей называются сопрягаемыми. Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называются сопрягаемыми поверхностями. Остальные поверхности называются несопрягаемыми (свободными). В соответствии с этим различают размеры сопрягаемых и несопрягаемых (свободных) поверхностей. В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности. Для гладких цилиндрических и конических деталей охватывающая поверхность называется отверстием, охватываемая – валом, а соответствующие размеры – диаметром отверстия и диаметром вала. Наибольшие и наименьшие диаметры отверстия и вала обозначаются соответственно  $\max D$ ,  $\min D$  и  $\max d$ ,  $\min d$ . Допуски размеров охватывающей и охватываемой поверхностей принято сокращенно называть соответственно допуском отверстия (TD) и допуском вала (Td).

По форме сопрягаемых поверхностей деталей различают:

- а) гладкие цилиндрические и конические соединения;
- б) плоские соединения;
- в) резьбовые и винтовые соединения;
- г) зубчатые цилиндрические, конические, волновые, винтовые, гипоидные передачи;
- д) шлицевые соединения;
- е) сферические соединения.

По степени свободы взаимного перемещения деталей различают:

- а) неподвижные неразъемные соединения;
- б) неподвижные разъемные соединения;
- в) подвижные соединения.

В зависимости от эксплуатационных требований сборку соединений осуществляют с различными посадками. Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения или степень сопротивления взаимному смещению соединяемых деталей. Тип посадки определяется величиной и взаимным расположением полей допусков отверстия и вала. Если размер отверстия больше размера вала, то разность их называется зазором; если размер вала больше размера отверстия, то

их разность называется натягом. В расчётах натяг может быть выражен как отрицательный зазор. Различают предельный наибольший  $S_{\max}$  и наименьший  $S_{\min}$  зазоры, определяемые по формулам:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}.$$

Аналогично различают наибольший  $N_{\max}$  и наименьший  $N_{\min}$  натяги, которые подсчитывают по формулам:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min};$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}.$$

Посадки разделяются на три группы: с зазором, натягом и переходные посадки.

Посадками с зазором (подвижными посадками) называются такие, в которых между сопрягаемыми поверхностями имеется зазор, обеспечивающий возможность относительного перемещения собранных деталей (рисунок 2.1, а). Они разделяются на посадки с гарантированным зазором и посадки с наименьшим зазором, равным нулю.

Для посадок с зазором поле допуска отверстия (на схеме) расположено над полем допуска вала.

Посадками с натягом называются такие, у которых между сопрягаемыми поверхностями до сборки имелся гарантированный натяг, обеспечивающий взаимную неподвижность деталей после их сборки.

Для посадок с натягом поле допуска вала (на схеме) расположено над полем допуска отверстия (рис. 2.1, б).

Переходными называются такие посадки, при осуществлении которых в собранной паре могут получаться как натяги, так и зазоры. Для этих посадок поля допусков отверстия и вала частично или полностью перекрываются (рис. 2.1, в).

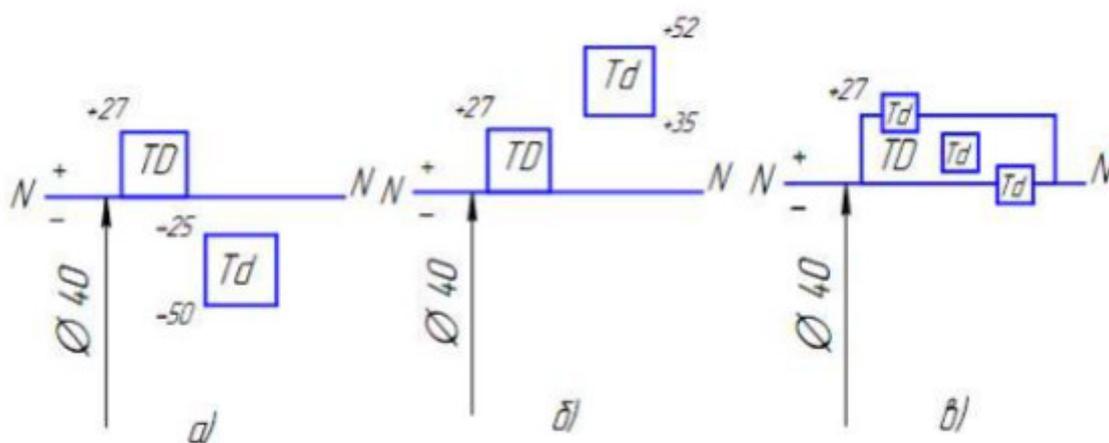


Рис. 2.1. Расположение полей допусков:  
 а) при посадке с зазором; б) при посадке с натягом;  
 в) при переходных посадках

Допуском посадки  $TS(TN)$  называется разность между наибольшим и наименьшим допустимыми зазорами (допуск зазора в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим допустимыми натягами (допуск натяга в посадках с натягом).

$$TS = S_{\max} - S_{\min};$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min}.$$

В переходных посадках допуск посадки определяется суммой наибольшего натяга и наибольшего зазора:

$$TN(S) = TD + Td$$

## 2.2. Методика измерений с помощью микрометра и нутромера

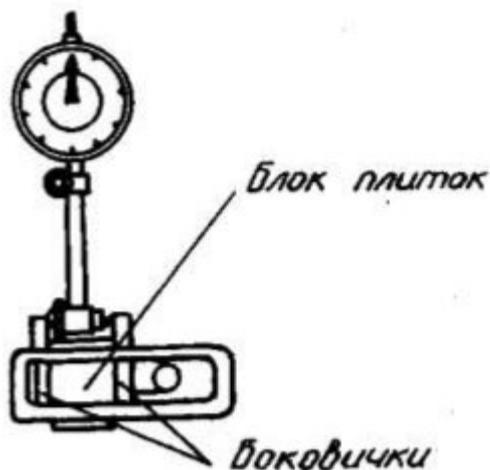
2.2.1. Методика измерения наружного размера валиков с помощью микрометра описана в лабораторной работе № 1.

2.2.2. Измерение внутреннего диаметра кольца с помощью нутромера с ценой деления 0,001 мм. Внешний вид нутромера показан на рис. 2.2.



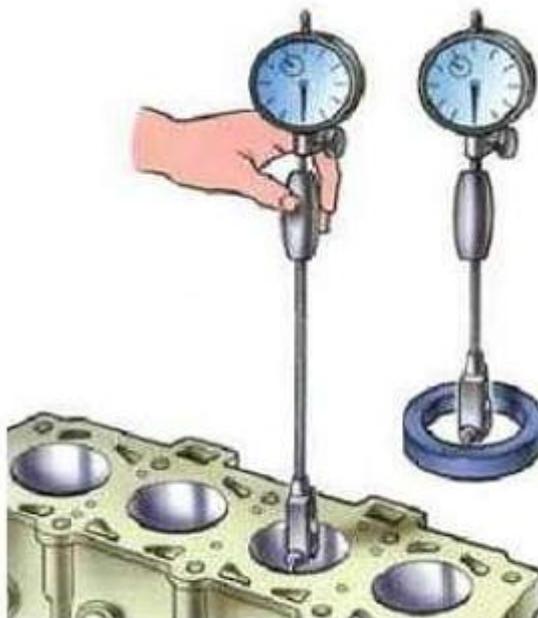
*Рис. 2.2. Индикаторный нутромер*

Перед началом измерения нутромер необходимо настроить на нуль по блоку плиток, имеющему размер, равный номинальному размеру сопряжения. Для настройки блок плиток установить между двумя боковичками и закрепить в специальной струбцине (рис. 2.3). Нутромер своими измерительными наконечниками ввести между выступающими кольцами боковичков. Покачиванием нутромера в различных плоскостях добиться того, чтобы показания его стали минимальными (в этом случае линия измерения перпендикулярна рабочим плоскостям боковичков), и путем поворота шкалы прибор настроить на нуль.



*Рис. 2.3. Индикаторный нутромер со струбциной*

Измерение внутреннего диаметра кольца (рис. 2.4) проводится, как и для валиков, в трех точках в среднем сечении кольца. Среднее арифметическое значение из полученных результатов считается действительным размером отверстия. Необходимо помнить, что нутромер показывает лишь отклонения размера отверстия от его номинального значения, причем положительные отклонения отсчитываются в направлении против часовой стрелки.



*Рис. 2.4 Измерение внутреннего диаметра*

### **2.3. Порядок выполнения работы**

2.3.1. Измерить наружный размер валиков с помощью микрометра.

Измерение производить в трёх точках среднего сечения валика. Результаты измерений записать в соответствующие графы таблицы. Среднее арифметическое этих результатов считать действительным размером валика

Таблица 2.1

«Результаты измерений» (номинальный размер \_\_\_\_ мм)

Наименование детали	Диаметр, мм			Средний диаметр, мм	Поле допуска (предельные отклонения)
	1	2	3		
Кольцо					
Вал	1				
	2				
	3				
	4				

2.3.2. Измерить внутренний диаметр кольца с помощью нутромера. Результаты измерений занести в таблицу.

2.3.3. Назначить точность изготовления деталей, помня о том, что точность изготовления вала должна соответствовать точности изготовления отверстия или отклоняться ту или иную сторону не более, чем на один номер качества. Затем из ГОСТ 25347-82 в таблицу отчета выписать для каждого действительного размера валиков и отверстия, предельные отклонения для назначенных качеств точности.

Выбор предельных отклонений рассмотрим на конкретном примере.

Дано:

Номинальный размер сопряжения  $d (D) = 30$  мм.

Действительный размер вала  $d = 29,987$  мм;

Действительный размер отверстия  $D = 30,032$  мм.

Размеры получены в результате измерения деталей.

Определить:

Предельные отклонения для вала и отверстия, используя ГОСТ 25347-82, при условии годности действительных размеров.

Решение: На сетке с нулевой линией N–N указать действительные размеры

(мм) для вала и отверстия. Номинальным размером для данного сопряжения является диаметр 30 мм (рис. 2.3).

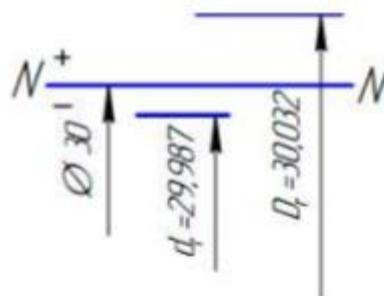


Рис. 2.3. Схема расположения номинального и действительных размеров (отклонений) соединения

Пусть отверстие выполнено по 7-му качеству точности, а вал – по 6-му. Теперь в ГОСТ 25347-82 найдём такое поле допуска для вала, чтобы действительный размер оказался внутри этого поля допуска. Так, для интервала размеров «свыше 24 до 30 мм» действительный размер вала войдёт в поле допуска g6 (верхнее отклонение «-7», нижнее «-20»), для которого наибольший предельный размер вала составляет 29,993 мм, а наименьший – 29,980мм.

Аналогично определяется и поле допуска для отверстия. Для данного действительного размера отверстия подходящим оказалось поле допуска F7 с верхним предельным отклонением «+41» и нижним «+20» (предельные размеры соответственно 30,041 мм и 30,020 мм). Вид полученной схемы расположения полей допусков показан на рис. 2.4.

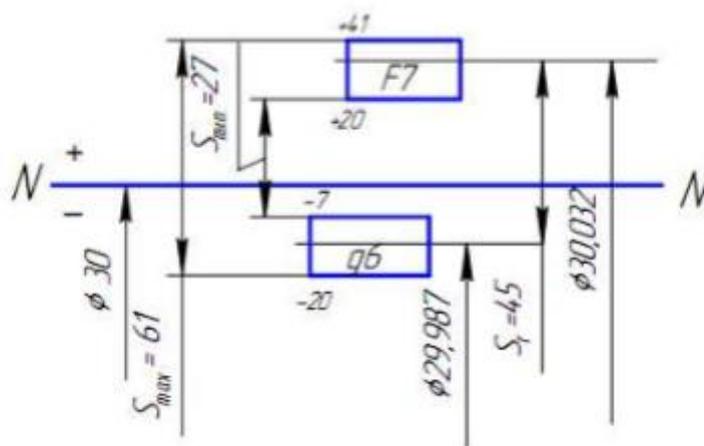


Рис. 2.4. Схема расположения полей допусков для заданного соединения

2.3.4. Построить схему расположения полей допусков выбранных посадок с указанием действительных размеров деталей сопряжений (рис. 2.5).

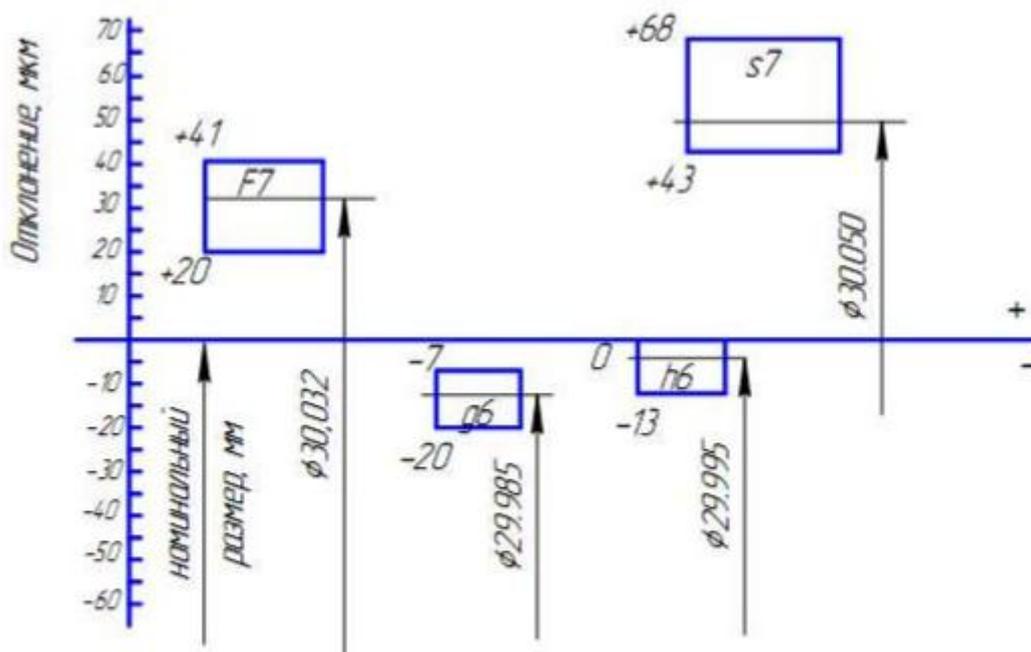


Рис. 2.5. Схема расположения полей допусков выбранных посадок

2.3.5. Сравнивая действительные размеры сопрягаемых деталей, а также допускаемые размеры, сделать заключение о характере сопряжения каждого вала с кольцом. Так, например, получаем посадку с гарантированным зазором, так как  $d_{max} < D_{min}$ . Обозначение посадки  $\varnothing 30 F7/g6$ .

Параметры посадки:

Наибольший зазор

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei = 41 - (-20) = 61 \text{ (мкм)}.$$

Наименьший зазор

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es = 20 - (-7) = 27 \text{ (мкм)}.$$

Допуск посадки

$$TS = S_{max} - S_{min} = 34 \text{ (мкм)}.$$

Соединение заданных деталей имеет зазор:

$$S_r = D_r - d_r = 30,032 - 29,987 = 0,045 \text{ (мм)}.$$

2.3.6. Вычертить заданные сопряжения и входящие в них детали с обозначением выбранных посадок на чертежах по схеме, указанной на рис. 2.6.

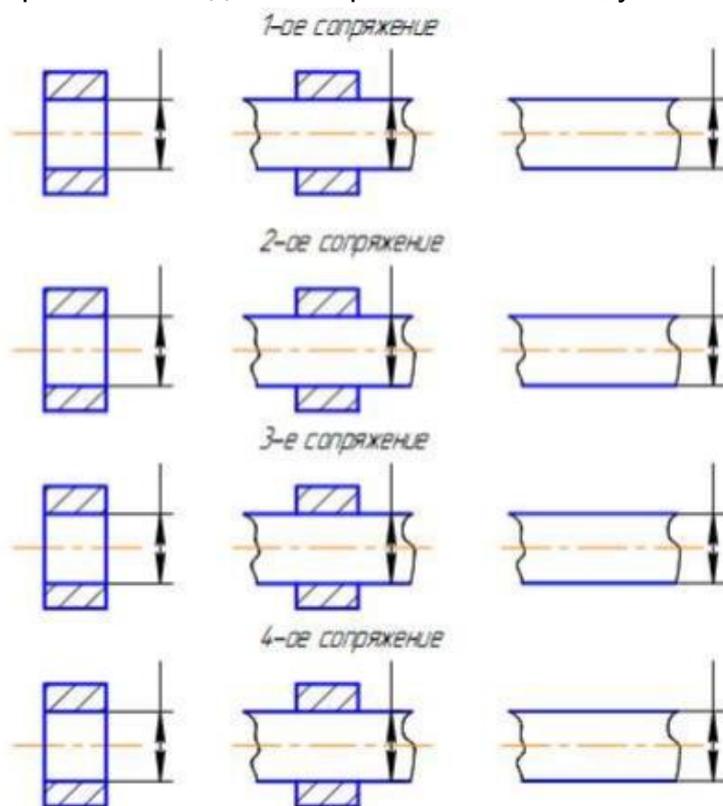


Рис. 2.6. Обозначение выбранных посадок на чертеже

## 2.4 Контрольные вопросы

1. Что называют допуском?
2. Что называют посадкой?
3. Назовите 3 группы посадок, их названия.
4. Что называют зазором?
5. Что называют натягом?

6. Что называют нулевой линией и полем допуска?
7. Что называется допуском посадки?
8. Что называют квалитетом?
9. В какой размерности указывают отклонения и допуски на чертежах и в справочниках?

### Лабораторная работа №3

#### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ

Цель работы: выполнить статистический анализ погрешности обработки валиков.

Оборудование: токарно-винторезный станок 16К20, оптический измерительный прибор оптиметр ОВИ-1 с ценой деления 0,001 мм и погрешностью обработки  $\pm 0,3$  мкм

Заготовка: пруток  $\varnothing 24$  мм, чертежные размеры валика  $d = 20_{-0,24}$

#### Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Проточить  $n=56$  валиков
2. Измерить валики и внести результаты измерения в таблицу.

N п/п	$d_i$ , мм						
1	19,800	15	19,856	29	19,847	43	19,834
2	19,855	16	19,864	30	19,849	44	19,826
3	19,837	17	19,822	31	19,856	45	19,839
4	19,863	18	19,804	32	19,813	46	19,815
5	19,820	19	19,851	33	19,845	47	19,843
6	19,853	20	19,839	34	19,835	48	19,875
7	19,837	21	19,865	35	19,844	49	19,828
8	19,804	22	19,823	36	19,824	50	19,841
9	19,848	23	19,847	37	19,848	51	19,841

10	19,861	24	19,831	38	19,866	52	19,829
11	19,822	25	19,848	39	19,844	53	19,841
12	19,853	26	19,858	40	19,821	54	19,873
13	19,846	27	19,857	41	19,864	55	19,840
14	19,830	28	19,844	42	19,860	56	19,830

3. Вычислить заданные наибольшие  $d_{3max}$ ,  $d_{3min}$ , Td

$$d_{3max} = d + es$$

$$d_{3min} = d + ei$$

$$Td = es - ei$$

Вычислить средний диаметр

$$d_{cp} = \frac{d_{3max} + d_{3min}}{2}$$

4. Найти наибольший и наименьший размеры

$$d_{нб} = 19,875 \text{ мм}$$

$$d_{нм} = 19,800 \text{ мм}$$

Найти диапазон рассеяния размеров

$$R = d_{нб} - d_{нм}$$

5. Вычислить среднее арифметическое действительных размеров

$$d_{cp.a} = \bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

6. Вычислить эмпирическое среднее квадратическое отклонение

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

7. В декартовых координатах построить гистограмму и эмпирическую кривую распределения размеров, для этого

7.1. Разбить диапазон рассеяния размеров R на интервалы. Принимаем  $z=5$

7.2. Вычислить диапазон каждого из интервалов

$$z_1 = 19.800 \dots 19.815$$

$$z_2 = 19.816 \dots 19.830$$

$$z_3=19.831\dots 19.845$$

$$z_4=19.846\dots 19.860$$

$$z_5=19.861\dots 19.875$$

7.3. Построить график распределения погрешности

8. Вычислить величину смещения центра группирования размеров  $d_{\text{ср.г}}$  и среднего заданного размера

$$\varepsilon = d_{\text{зср}} - d_{\text{ср.г}}$$

9. Вычислить ожидаемый допуск на размер партии деталей

$$Td = 6\delta$$

Вывод:

### Рекомендуемая литература

1. Шарипов Б.У. Метрология и сертификация: учебное пособие по организации самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки «Машиностроение», профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств». Борисоглебск: БФ ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 2015. 57 с.
2. Шарипов Б.У. Стандартизация и обеспечение взаимозаменяемости изделий: учебное пособие по организации самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки «Машиностроение», профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств». Борисоглебск: БФ ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 2015. 68 с.

### 10. Тематика рефератов/докладов/эссе, методические рекомендации по выполнению контрольных и курсовых работ, иные материалы

#### Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Домашнее задание предусматривает выполнение расчетно-графической работы.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация» выполняется студентами направления Машиностроение, профиля Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств. Работа закрепляет знания, полученные студентами на лекциях, практических занятиях, лабораторных работах и в процессе самостоятельной работы с учебной и справочной литературой.

В работе студенту необходимо подобрать посадки различных соединений, оформить рабочий чертеж узла и сопрягаемых деталей, описать конструкцию узла, обосновать выбор методов окончательной обработки деталей, выбрать необходимые средства измерений и решить размерную цепь.

Исходными данными для выполнения расчетно-графической работы является индивидуальное задание (форма бланка задания приведена на следующей странице). Задание состоит из шести позиций. К индивидуальному заданию прилагается эскиз узла, на котором необходимо пронумеровать детали для последующего описания узла. После выполнения работы на чертеже узла обозначают выбранные посадки.

Текст выполненной работы и все формулы должны быть легко читаемы; буквы, цифры и другие символы четко написаны. Задания должны быть выполнены все без исключения, их решения должны быть подробными со всеми пояснениями и ссылками.

В окончательном виде расчетно-графическая работа должна быть представлена на кафедру не позднее, чем за пять дней до экзамена (зачета) по данной дисциплине.

Работа может быть возвращена, если:

- не указан вариант задания;
- она выполнена не по своему варианту;
- имеются ошибки в решениях;
- она неаккуратно оформлена.

В случае возврата работы необходимо устранить сделанные замечания, привести новые решения и представить ее вновь на кафедру.

Индивидуальное задание расчетно-графической работы по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация».

Студент (Ф.И.О)

Специальность

Курс

Группа

Вариант задания

Для заданного узла:

1. Описать конструкцию узла
2. Выполнить анализ посадки \_\_\_\_\_
3. Подобрать и рассчитать посадку подшипника  $d =$         мм, эквивалентная нагрузка  $P =$         кН
4. Выбрать посадку по аналогии для сопрягаемых деталей  $d$
5. Выбрать посадку шпоночного соединения  $d$  или шлицевого соединения ( по указанию преподавателя )
6. Рассчитать размерную цепь \_\_\_\_\_

Дата

Подпись преподавателя

**Критерии оценки:**

«5» (отлично): выполнены поставленные цели работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы

«4» (хорошо): выполнены все задания работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

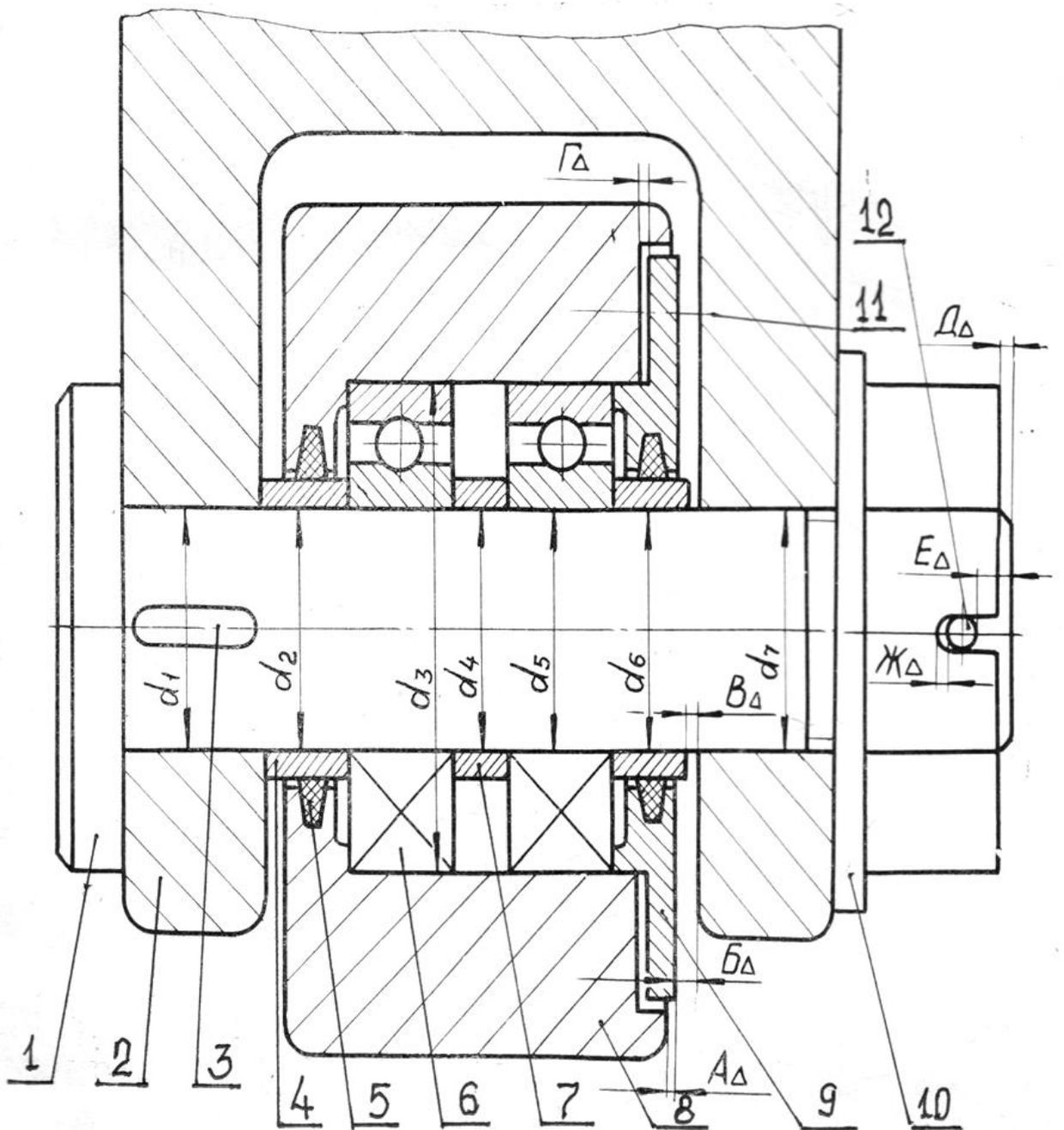
«3» (удовлетворительно): выполнены все задания расчетно-графической работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания расчетно-графической работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

**Составитель** \_\_\_\_\_ Б.У. Шарипов

\_\_\_.\_\_\_20\_\_г.

**Пример типового узла для домашнего задания**



7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции