

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«НИЖНЕУДИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**УД Допуски, посадки и технические измерения**

Технический профиль:

23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава.

Нижеудинск 2022

Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Допуски, посадки и технические измерения»

В методических указаниях определены цели и задачи выполнения лабораторных и практических работ, описание каждой работы включает в себя задания для лабораторной работы и инструктаж по ее выполнению.

**Организация-разработчик:**

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Нижеудинский техникум железнодорожного транспорта».

**Автор-составитель:**

Подольская О.А., преподаватель специальных дисциплин ГБПОУ НТЖТ

Рекомендовано предметно-цикловой комиссией общепрофессионального цикла. Протокол  
№ \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2022г.

## Введение

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Допуски, посадки и технические измерения» разработаны в помощь студентам для самостоятельного выполнения ими лабораторных и практических работ, предусмотренных рабочей программой. Лабораторные и практические работы проводятся после изучения соответствующих разделов и тем учебной дисциплины.

Цель данных методических рекомендаций – оказать помощь студентам при выполнении лабораторных и практических работ и закреплении теоретических знаний по основным разделам учебной дисциплины.

Выполнение лабораторных и практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций, закрепление знаний, освоение необходимых умений и формирование первоначального практического опыта, предусмотренных ФГОС СПО по профессиям: Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава, сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Учебным планом на практическую и лабораторную работу обучающихся предусмотрено **15 часов**

### Лабораторная работа 1

**Тема:** Измерение размеров и отклонений формы поверхности деталей гладким микрометром.

**Время выполнения:** 2 часа

**Цель:** Научиться производить измерения размеров и отклонений формы поверхности деталей гладким микрометром.

**Оборудование:** Учебно-методическая литература: Ганевский Г.М. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. М.: высшая школа 2015г., справочная литература: - Покровский Б.С., Евстигнеев Н.А. Технические измерения в машиностроении М.: Изд. центр Академия, 2015 г. тетрадь, ручка, карандаш, линейка.

### Краткие теоретические сведения

**Метрология** ( от греч. "метро"- мера, "логос" - учение) - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

В современном обществе метрология как наука и область практической деятельности играют большую роль. Это связано с тем, что практически нет ни одной сферы человеческой деятельности, где бы не использовались результаты измерений. В нашей стране ежедневно исполняется свыше 20 миллиардов различных измерений. Измерения являются неотъемлемой частью большинства трудовых процессов. Затраты на обеспечение и проведение измерений составляют около 20 % от общих затрат на производство продукции.

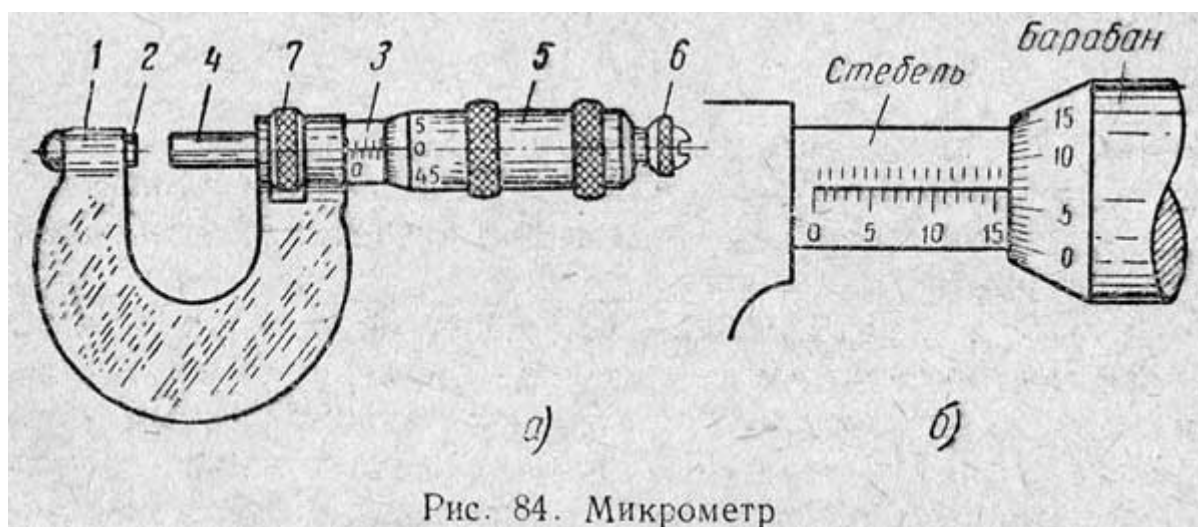
**Измерение** – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

На основе измерений получают информацию о состоянии производственных, экономических и социальных процессов. Измерительная информация служит основой для принятия решений о качестве продукции при внедрении систем качества, в научных экспериментах и т.д. И только достоверность и соответствующая точность результатов измерений обеспечивает правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Получение недостоверной информации приводит к неверным решениям, снижению качества продукции, возможным авариям.

Для реализации положений большинства Законов РФ (например, "О защите прав потребителя", "О стандартизации", "О сертификации продукции и услуг", "Об энергосбережении" и др.) необходимо использование достоверной, и сопоставимой информации.

Эффективное сотрудничество с другими странами, совместные разработки научно-технических программ (например, в области освоения космоса, медицины, охраны окружающей среды и др.), дальнейшее развитие торговых отношений требует растущего взаимного доверия к измерительной информации, являющейся по существу основным объектом обмена при совместном решении научно-технических проблем, основой взаимных расчетов при торговых операциях, заключении контрактов на поставку материалов, изделий, оборудования. Создание единого подхода к измерениям гарантирует взаимопонимание, возможность унификации и стандартизации методов и средств измерений, взаимного признания результатов измерений и испытаний продукции в международной системе товарообмена.

Микрометр (рис. 84) применяется для точного измерения диаметра, длины и толщины обрабатываемой детали и дает точность отсчета в 0,01 мм. Измеряемая деталь располагается между неподвижной пяткой 2 и микрометрическим винтом (шпинделем) 3. Вращением барабана 6 шпindelъ удаляется или приближается к пятке.



Для того чтобы при вращении барабана не могло произойти слишком сильного нажатия шпинделем на измеряемую деталь, имеется предохранительная головка 7 с трещоткой.

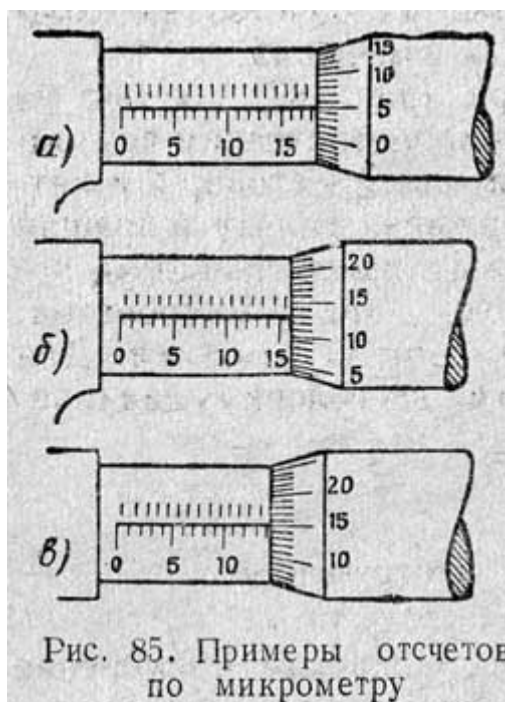
Вращая головку 7, мы будем выдвигать шпindelъ 3 и поджимать деталь к пятке 2. Когда это поджатие окажется достаточным, при дальнейшем вращении головки ее храповичок

будет проскальзывать и будет слышен звук трещотки. После этого прекращают вращение головки, закрепляют при помощи поворота зажимного кольца (стопора) 4 полученное раскрытие микрометра и производят отсчет.

Для производства отсчетов на стебле 5, составляющем одно целое со скобой 1 микрометра, нанесена шкала с миллиметровыми делениями, разделенными пополам. Барабан 6 имеет скошенную фаску, разделенную по окружности на 50 равных частей. Штрихи от 0 до 50 через каждые пять делений отмечены цифрами. При нулевом положении, т. е. при соприкосновении пятки со шпинделем, нулевой штрих на фаске барабана 6 совпадает с нулевым штрихом на стебле 5.

Механизм микрометра устроен таким образом, что при полном обороте барабана шпиндель 3 переместится на 0,5 мм. Следовательно, если повернуть барабан не на полный оборот, т. е. не на 50 делений, а на одно деление, или часть оборота, то шпиндель переместится на  $\frac{1}{50}$  мм. Это и есть точность отсчета микрометра. При отсчетах сначала смотрят, сколько целых миллиметров или целых с половиной миллиметров открыл барабан на стебле, затем к этому прибавляют число сотых долей миллиметра, которое совпало с линией на стебле.

На рис. 84 справа показан размер, снятый микрометром при измерении детали; необходимо сделать отсчет. Барабан открыл 16 целых делений (половинка не открыта) на шкале стебля. С линией стебля совпал седьмой штрих фаски; следовательно, будем иметь еще 0,07 мм. Полный отсчет равен  $16 + 0,07 = 16,07$  мм.



На рис. 85 показано несколько измерений микрометром.

Следует помнить, что микрометр — точный инструмент, требующий бережного отношения; поэтому, когда шпиндель слегка коснулся поверхности измеряемой детали, не следует больше вращать барабан, а для дальнейшего перемещения шпинделя вращать головку 7 (рис. 84), пока не последует звук трещотки.

## Лабораторная работа 2

**Тема:** Измерение индикаторным нутромером диаметра и отклонений формы поверхности отверстия.

**Время выполнения:** 2 часа

**Цель работы:** Научиться проводить измерения индикаторным нутромером диаметра и отклонений формы поверхности отверстия.

**Оборудование:** Учебно-методическая литература: Ганевский Г.М. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. М.: высшая школа 2015г., справочная литература: - Покровский Б.С., Евстигнеев Н.А. Технические измерения в машиностроении М.: Изд. центр Академия, 2015 г. тетрадь, ручка, карандаш, линейка.

### **Краткие теоритические сведения:**

Прямое измерение – это измерение, при котором значение измеряемой величины определяют непосредственно по отсчетному устройству. Линейный размер можно установить непосредственно по шкалам линейки, рулетки, штангенциркуля, микрометра, действующую силу - динамометром, температуру - термометром и т.д. Например, измерение высоты  $h$  линейкой глубиномера штангенциркуля ШЦ-1.

Косвенное измерение – это измерение, при котором искомое значение величины определяют перерасчетом результатов прямых измерений величин, связанных с искомой величиной известной нам зависимостью. Косвенные измерения применяют в тех случаях, когда искомую величину невозможно или очень сложно измерить непосредственно, т. е. прямым видом измерения, или когда прямой вид измерения дает менее точный результат. Примерами косвенного вида измерения являются установление объема параллелепипеда перемножением трех линейных величин (длины, высоты и ширины), определенных с использованием прямого вида измерений, расчет мощности двигателя, определение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения и т.д.

Контактное измерение – это измерение, при котором воспринимающее устройство средства измерения имеет механический контакт с поверхностью измеряемой детали. Например, измерения с помощью штангенциркулей, индикатора часового типа и т.д.

Бесконтактное измерение – это измерение, при котором воспринимающее устройство не имеет механического контакта с поверхностью измеряемой детали. Например, измерение элементов резьбы на микроскопе.

Совокупные измерения осуществляют одновременным измерением нескольких одноименных величин, при которых искомое значение находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин. Примером совокупных измерений является калибровка гирь набора по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь.

Совместные измерения - одновременные измерения двух или нескольких не одноименных величин для нахождения зависимости между ними, например измерения объема тела, производимые с измерениями различных температур, обуславливающих изменение объема этого тела.

Абсолютные измерения основаны на прямых измерениях одной или нескольких физических величин. Примером абсолютного измерения может служить измерение диаметра или длины валика штангенциркулем или микрометром, а также измерение температуры термометром. Абсолютные измерения сопровождаются оценкой всей измеряемой величины.

Относительные измерения основаны на измерении отношения измеряемой величины, играющей роль единицы, или измерений величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную. В качестве образцов часто используют образцовые меры в виде плоскопараллельных концевых мер длины.

#### **Методы измерения.**

Под методом измерений понимают совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Принципы измерения определяют совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Все методы измерения поддаются систематизации и обобщению по общим характерным признакам. Наибольшее распространение получила метрологическая классификация методов измерений, в соответствии с которой методы измерений подразделяются на метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки - это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. В приборе прямого действия предусмотрено преобразование сигнала

измерительной информации в одном направлении без применения обратной связи. Например, измерение температуры ртутным термометром. Для измерения методом непосредственной оценки применяют очень много приборов различных видов: манометры, амперметры, расходомеры, барометры и др. Достоинствами этого метода является быстрота получения результата измерения, возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины. Однако его точностные возможности ограничены погрешностями градуировки прибора.

Нутромеры (штихмасы) служат для точных измерений внутренних размеров деталей.

Существуют нутромеры постоянные и раздвижные.

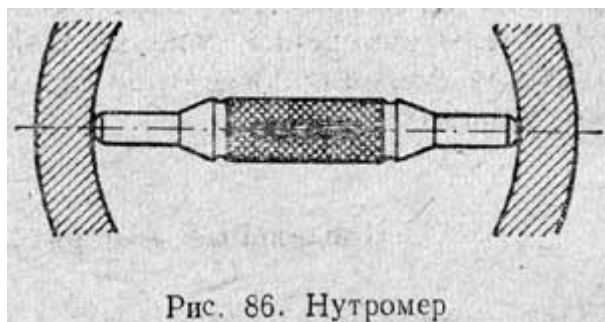


Рис. 86. Нутромер

Постоянный, или жесткий, нутромер (рис. 86) представляет собой металлический стержень с измерительными концами, имеющими шаровую поверхность. Расстояние между ними равно диаметру измеряемого отверстия. Чтобы исключить влияние тепла руки, держащей нутромер, на его фактический размер, нутромер снабжают державкой (рукояткой).

Для измерения внутренних размеров с точностью до 0,01 мм применяются микрометрические нутромеры. Устройство их сходно с устройством микрометра для наружных измерений.

Головка микрометрического нутромера (рис. 87) состоит из гильзы 3 и барабана 4, соединенного с микрометрическим винтом; шаг винта 0,5 мм, ход 13 мм. В гильзе помещается стопор 2 и пятка/с измерительной поверхностью. Удерживая гильзу и вращая барабан, можно изменять расстояние между измерительными поверхностями нутромера. Отсчеты производят, как у микрометра.



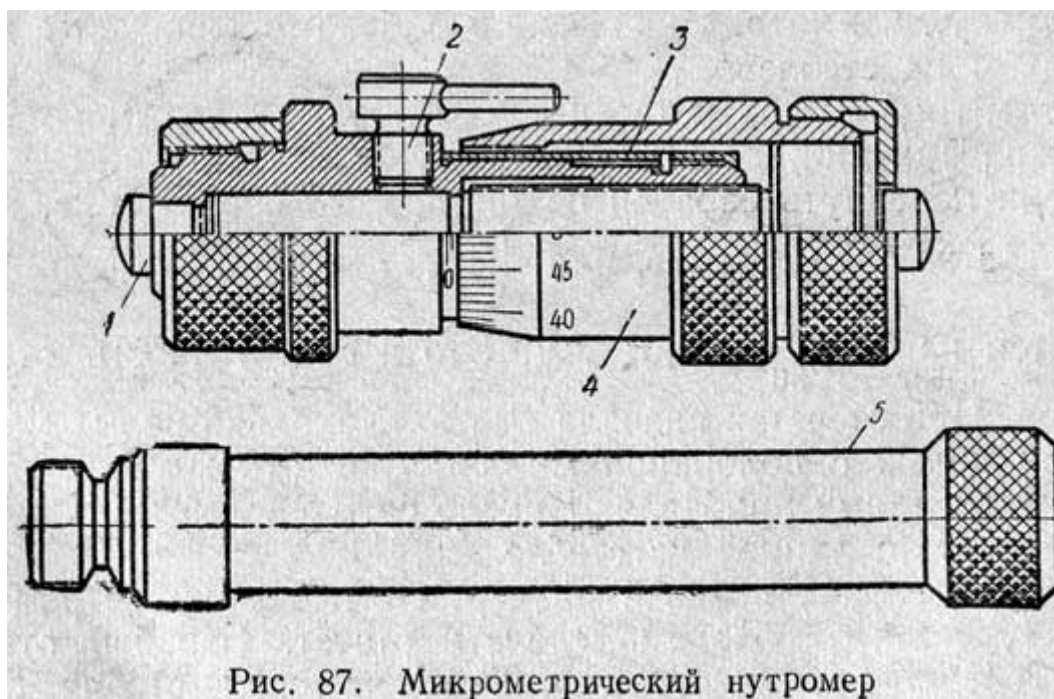


Рис. 87. Микрометрический нутромер

Пределы измерений головки штихмаса — от 50 до 63 мм. Для измерения больших диаметров (до 1500 мм) на головку навинчивают удлинители

### Лабораторная работа 3

**Тема:** Определение допусков и посадок прямобочных шлицевых соединений.

**Время выполнения:** 2 часа

**Цель работы:** Научиться определять допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений.

**Оборудование:** Учебно-методическая литература: Ганевский Г.М. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. М.: высшая школа 2015г., справочная литература: - Покровский Б.С., Евстигнеев Н.А. Технические измерения в машиностроении М.: Изд. центр Академия, 2015 г. тетрадь, ручка, карандаш, линейка.

#### **Краткие теоретические сведения:**

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности, при этом детали называют сопрягаемыми. Один из размеров соприкасающихся поверхностей называют охватывающим, а другой — охватываемым.

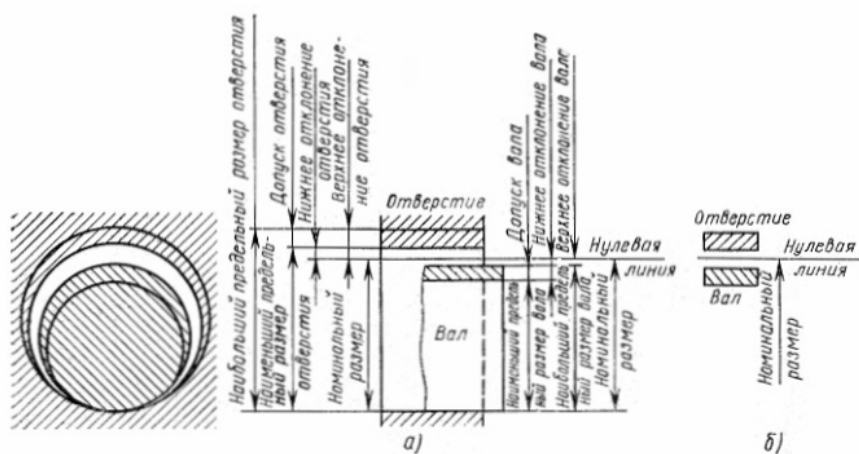


Рис. 46 Основные размеры гладких цилиндрических соединений:

а — графическое изображение предельных размеров,

б — условное изображение предельных отклонений

Охватывающая поверхность носит название отверстия, охватываемая — вала, а соответствующие им размеры — размеры отверстия и вала, Действительным размером считается его значение, полученное в результате измерения.

Размеры сопрягаемых деталей выполняются в заранее установленных пределах, определяемых допусками на неточность изготовления. Допуск определяется разностью между наибольшим и наименьшим предельными размерами. На чертежах для удобства указывается номинальный размер детали, который служит началом отсчета отклонений, а каждый, из двух предельных размеров определяется по его отклонению от этого номинального размера (рис. 46 а, б).

Различают верхнее и нижнее отклонения. Верхнее отклонение (обозначаемое  $ES$  для отверстия и  $es$  для вала) — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами:

$$\text{для отверстия } ES = D_{\max} - D_N$$

$$\text{для вала } es = d_{\max} - d_N$$

Нижнее отклонение (обозначаемое  $EI$  для отверстия и  $ei$  для вала) — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами:

$$\text{для отверстия } EI = D_{\min} - d_N$$

$$\text{для вала } ei = d_{\min} - d_N$$

При этом поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями, называется полем допуска. Оно определяется как величиной допуска, так и его положением относительно номинального размера.

При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии; верхнему отклонению соответствует на графике верхняя граница поля допуска, а нижнему — нижняя граница.

Соединение деталей между собой при сборке имеет различный характер. Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов, называется посадкой. В зависимости от взаимного расположения полей допусков посадки разделяют на три группы.

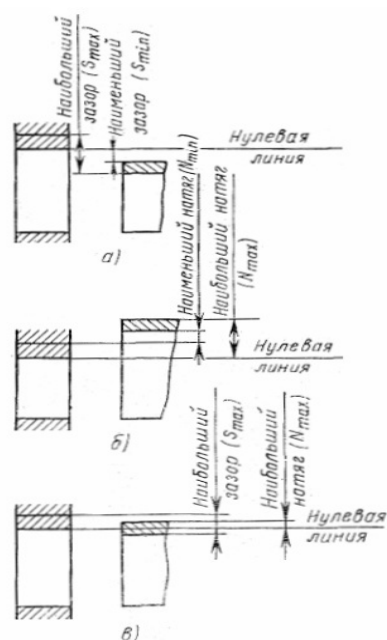


Рис. 47 Схема гладких цилиндрических соединений:

а — посадка с зазором,

б — посадка с натягом, в — переходная посадка

К первой группе относят **посадки с зазором** (рис. 47 а), которые характеризуются наличием между сопрягаемыми, поверхностями, гарантируемого (наименьшего) зазора, обеспечивающего возможность относительного перемещения сопрягаемых деталей, а также посадки с нулевым зазором, у которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала.

Ко второй группе относят **посадки с натягом** (рис. 47 б), которые характеризуются наличием между, сопрягаемыми поверхностями до сборки гарантируемого (наименьшего) натяга, препятствующего относительному перемещению деталей, после сборки.

К третьей группе относят **переходные посадки** (рис. 47 в), в которых возможны как зазоры, так и натяги. В этой группе посадок поля допусков отверстия и вала полностью или частично перекрывают друг друга.

#### Лабораторная работа 4

**Тема:** Определение параметров шпоночного соединения.

**Время выполнения:** 2 часа

**Цель работы:** Научиться определять параметры шпоночного соединения.

**Оборудование:** Учебно-методическая литература: Ганевский Г.М. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. М.: высшая школа 2015г., справочная литература: - Покровский Б.С., Евстигнеев Н.А. Технические измерения в машиностроении М.: Изд. центр Академия, 2015 г. тетрадь, ручка, карандаш, линейка.

#### Краткие теоритические сведения:

В соединении *АЕ66* использована призматическая шпонка. Применяется в индивидуальном производстве.

Принимаем шпонку с размерами: ширина  $b=20$  мм; высота  $h=18$  мм; длина  $l=70$  мм.

Условное обозначение шпонки: *Шпонка 20<sup>+</sup>18<sup>-</sup>70* ГОСТ 8788–68

Устанавливаем поля допусков деталей шпоночного соединения на элемент «b» [4] (таб. 2)

Таблица 2. Рекомендуемые поля допусков в сопряжении «шпонка-паз детали» по «b».

Вид сопряжения	Поле допуска		
	Ширина шпонки	Ширина паза вала	Ширина паза втулки
Плотное (индивидуальное производство)	<i>h9</i>	<i>P9</i>	<i>P9</i>

Выписываем размеры остальных элементов шпоночного соединения (табл. 3)

Строим схему расположения полей допусков элементов шпоночного соединения по «b» в масштабе: в 1 мм – 2 мкм (Рисунок 5).

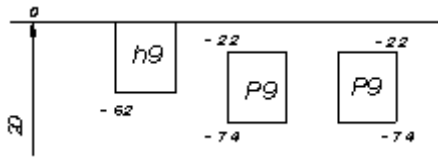


Рисунок 5. Схема расположения полей допусков элементов шпоночного соединения по «b»

Выполняем чертежи деталей шпоночного соединения (черт 5)

Подбираем средство измерения паза вала [1].

Определяем допуск детали

$$T=100 \text{ мкм}$$

Выбираем допустимую погрешность измерения

$$D_{изм} = 25 \text{ мкм}$$

Определяем размеры детали

$$b_{нб} = b + es, \quad (25)$$

где  $b_{нб}$  – наибольшая ширина паза вала, мм;

$b$  – ширина паза вала, мм;

$$b_{нб} = 20 + (-0,022) = 19,978 \text{ мм.}$$

$$b_{нм} = b + ei, \quad (26)$$

где  $b_{нм}$  – наименьшая ширина паза вала, мм;

$$b_{нм} = 20 + (-0,074) = 19,926 \text{ мм.}$$

$$b_{ср} = (b_{нб} + b_{нм}) / 2, \quad (27)$$

где  $b_{ср}$  – средняя ширина паза вала, мм;

$$b_{ср} = (19,978 + 19,926) / 2 = 19,952 \text{ мм.}$$

Выбираем нутромер индикаторный с ценой деления головки 0.001 мм настройка по концевым мерам 1-го класса с боковиками:  $D_{lim} = 3.5$  мкм.



Допуск плоскостности, $T_{\xi} \gg 0.6 \cdot T_b$ , мкм	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Допуск параллельности, $T_{//} \gg 0.6 \cdot T_b$ , мкм	30	-	-	30	-	-	30	-	-
Допуск симметричности, $T_{\sim} \gg 4 \cdot T_b$ , мкм	-	-	-	200	-	-	200	-	-