

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»



С. Э. Завистовский

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Методические указания к проведению лабораторных работ
для студентов специальности 1-02 06 01
«Технический труд и предпринимательство»

Новополоцк
ПГУ
2014

УДК 621.753+621.7.08(075)
ББК 34.41+30.10я73

Одобрены и рекомендованы к изданию
методической комиссией спортивно-педагогического факультета
(протокол № 6 от 25.02.2014)

Кафедра «Технология и методика преподавания»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, доц. каф. технологии и методики преподавания

А. М. ДОЛГИХ;

магистр техн. наук, ст. преп. каф. технологии и методики преподавания

А. С. КИРИЕНКО

Изложены теоретические и практические основы нормирования точности, технических измерений, систем допусков и посадок с учетом современных требований ЕСПД, требований Образовательного стандарта ОСВО1-02 06 01-2013. Представлены задания для выполнения лабораторных работ.

Предназначены для преподавателей и студентов вузов педагогических специальностей, специалистов.

© Завистовский С. Э., 2014

© УО «ПГУ», 2014

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для детального изучения студентами специальности 1-02 06 01 «Технический труд и предпринимательство» дисциплины «Нормирование точности и технические измерения». Методические указания подготовлены в соответствии с требованиями Образовательного стандарта ОСРБ 1-02 06 01-2013 по указанной специальности.

Основной задачей выполнения лабораторных работ является формирование знаний и умений о допусках и посадках, технических измерениях и средствах для их реализации с последующим использованием полученных знаний для правильного построения и чтения чертежей и схем.

Цель выполнения лабораторных работ – привитие учащимся навыков работы с измерительными инструментами, необходимых для правильного выбора допусков и посадок, измерения контролируемых параметров, обоснованного выбора измерительных средств и способов контроля, а также правильности указания контролируемых параметров на чертежах.

В методические указания включены материалы, отражающие общие и прикладные вопросы метрологии, стандартизации и сертификации в современных условиях функционирования машиностроительного производства различных уровней, включая использование контрольно-измерительных средств в условиях школьных производственных мастерских.

Особое внимание уделено описанию конструкций современного контрольно-измерительного оборудования.

Лабораторная работа № 1
**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТОВ**

Цель работы – изучить конструкции измерительных инструментов, предназначенных для контроля линейных размеров физических тел; получить навыки работы со штангенциркулем, штангенглубиномером, штангенрейсмасом.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство и принцип работы штангенинструментов;
- устройство нониуса.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- пользоваться штангенциркулем ШЦ-I для контроля длины наружных и внутренних поверхностей;
- пользоваться штангенглубиномером ШГ для контроля длины внутренних поверхностей;
- пользоваться штангенрейсмасом ШР для разметки поверхностей корпусных деталей.

Оборудование и материалы: штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-88, штангенглубиномер ШГ ГОСТ 162-90, штангенрейсмас ШР ГОСТ 164-90; набор натуральных образцов, микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с. : ил.
2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить конструкцию штангенциркуля ШЦ-I:
 - 1.1. Конструкция и настройка штангенциркуля на контроль линейных размеров плоских наружных поверхностей;
 - 1.2. Настройка штангенциркуля на контроль линейных размеров цилиндрических наружных поверхностей;
 - 1.3. Настройка штангенциркуля на контроль линейных размеров плоских внутренних поверхностей;

- 1.4. Настройка штангенциркуля на контроль линейных размеров цилиндрических внутренних поверхностей.
2. Изучить устройство нониуса штангенциркуля:
 - 2.1. Настроить нониус на ряд заданных размеров;
 - 2.2. Измерить ряд линейных поверхностей.
3. Изучить конструкцию штангенглубиномера ШГ:
 - 3.1. Конструкция и настройка штангенглубиномера на контроль элементов ступенчатого вала;
 - 3.2. Настройка штангенглубиномера на контроль элементов ступенчатого отверстия.
4. Изучить конструкцию штангенрейсмуса ШР:
 - 4.1. Конструкция и настройка штангенрейсмуса на контроль элементов корпусной детали;
 - 4.2. Настройка штангенрейсмуса на разметку положения элементов корпусной детали.
5. Выполнить чертежи заданной детали с указанием размерных характеристик детали, контролируемых с использованием штангенциркуля ШЦ-I.
6. Оформить отчет

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТОВ


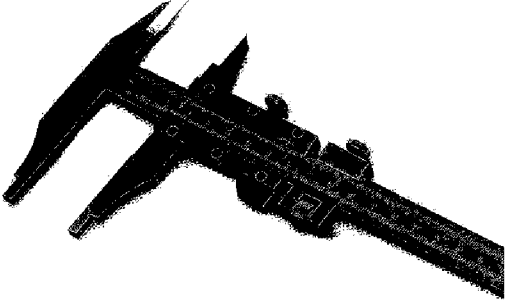
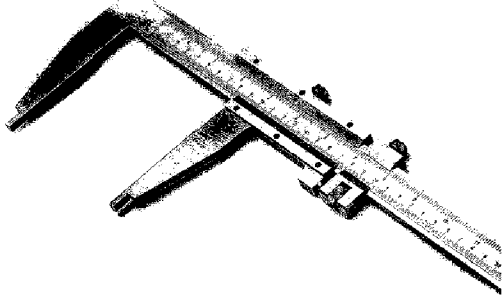
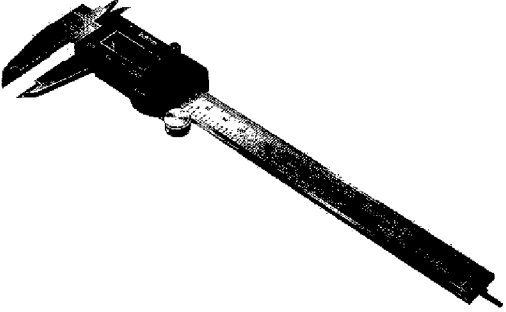
Штангенциркули

Штангенциркуль – инструмент для линейных измерений наружных размеров деталей и заготовок и отверстий в них. Представляет собой металлическую линейку (штангу) с упорами (губками) на одном конце для измерения внутренних (верхние губки) и наружных (внутренние губки) размеров. Основные типы штангенциркулей приведены в таблице 1.1.

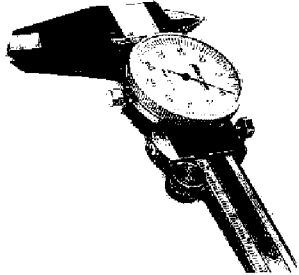
Штангенциркуль ШЦ-I

Конструкция штангенциркуля ШЦ-I представлена на рисунке 1.1. По линейке перемещается ползунок с такими же, как у линейки, упорами и штырь-глубиномером, скользящим по специальному жёлобу в теле линейки. Глубиномер – это тонкая, узкая линейка, конец которой прикреплен к рамке. Глубиномер помещен в продольном пазу обратной стороны штанги. Рамку можно свободно передвигать вдоль штанги и закреплять в нужном положении винтом. На скосе нижней части рамки нанесены деления (шкала). Это дополнительное измерительное устройство называется нониусом.

Таблица 1.1 – Основные типы штангенциркулей

Внешний вид, описание	Точность измерения, мм	Пределы измерения, мм
1	2	3
 <p>Штангенциркуль ШЦ-I с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин</p>	0,1	0...125
 <p>Штангенциркуль ШЦ-II с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и для разметки</p>	0,05 и 0,1	0...200 0...320
 <p>Штангенциркуль ШЦ-III с односторонними губками для наружных и внутренних измерений</p>	0,05 и 0,1	0...500
	0,1	250...710 320...1000 500...1400 800...2000
 <p>Штангенциркуль ШЦ-I с цифровой индикацией с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин</p>	0,01	0...150

Окончание табл. 1.1

 <p>Штангенциркуль ШЦК-1с круговой шкалой с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин</p>	<p>0,01</p>	<p>0...150</p>
---	-------------	----------------

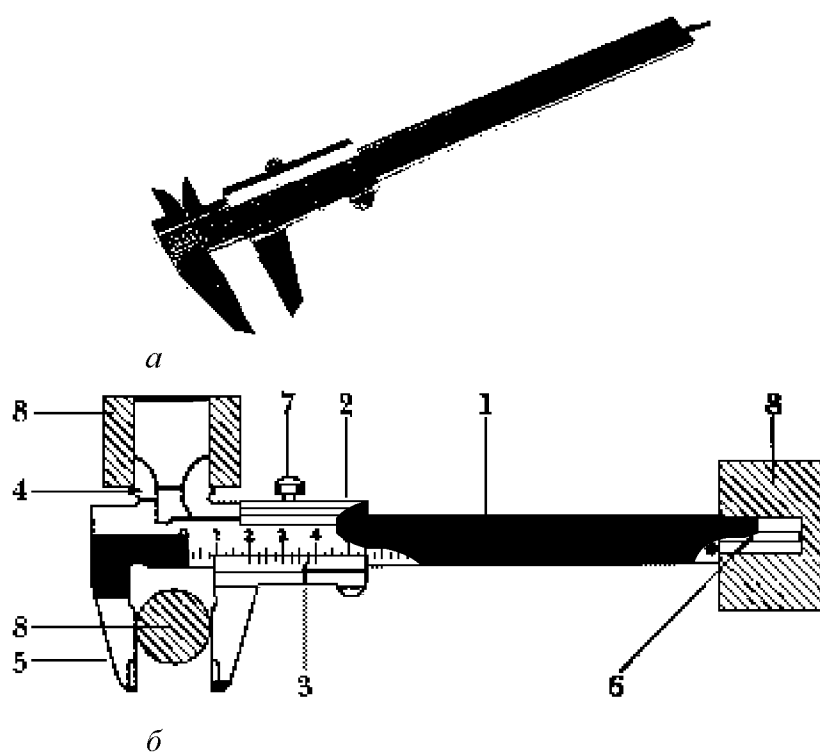


Рисунок 1.1 – Штангенциркуль ШЦ-1: *a* – общий вид; *б* – схема измерения размеров:
 1 – штанга; 2 – ползун; 3 – нониус; 4 – верхние губки; 5 – нижние губки;
 6 – глубиномер; 7 – стопорный винт; 8 – деталь, заготовка

Ползун имеет вспомогательную шкалу (нониус), совмещённую с основной шкалой линейки. Деления нониуса нанесены так, что при перемещении ползуна на 0,1 мм с одним из делений основной шкалы совпадает первое деление нониуса, на 0,3 мм – третье, на 0,7 мм – седьмое, на 1 мм – десятое деление нониуса. При измерении наружных размеров деталь зажимают между нижними губками, при измерении внутренних размеров

верхние губки раздвигают до упора в стенки отверстия, глубину отверстий измеряют с помощью штыря-глубиномера. Результаты всех трёх измерений в целых миллиметрах определяют по положению нулевого деления на линейке плюс доли миллиметров, замеренные по нониусу. Штангенциркули обеспечивают точность измерений не ниже 0,1 мм, а некоторые – до 0,02 мм. Используя верхние заострённые губки как ножи обычного циркуля, можно штангенциркулем проводить круги на металлических, деревянных, пластмассовых и иных поверхностях.

Штангенглубиномер ШГ

Штангенглубиномер (рис. 1.2) служит для измерений глубин выточек, канавок, уступов и т.д. Отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге подвижных губок.

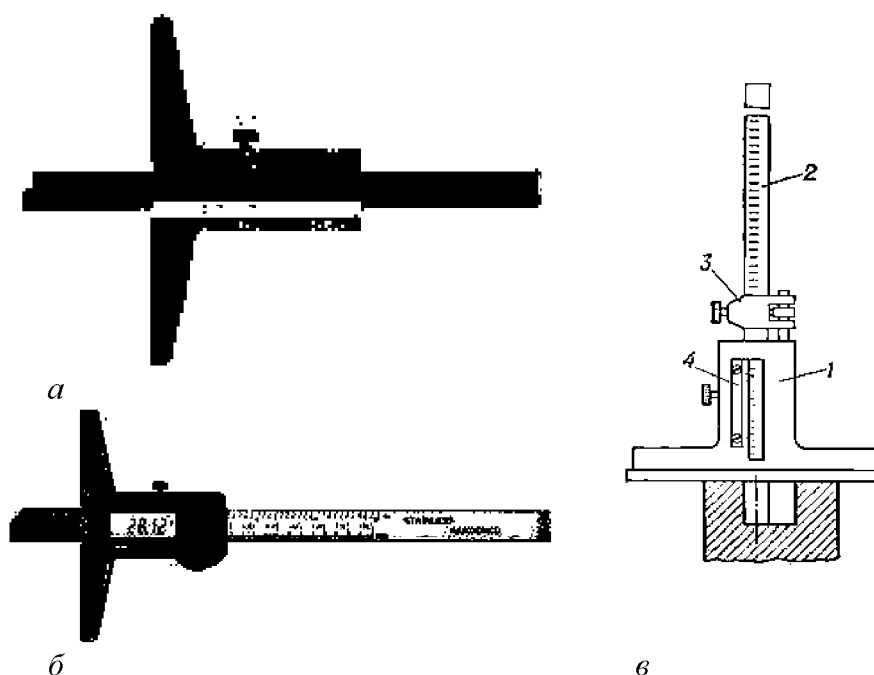


Рисунок 1.2 – Штангенглубиномер: *а* – нониусный штангенглубиномер;
б – штангенглубиномер с цифровой индикацией, *в* – схема измерения глубины.
 1 – рамка, 2 – штанга, 3 – винт, 4 – нониус

Помимо обычных штангенглубиномеров, существуют цифровые (или электронные) штангенглубиномеры, имеющие электронное табло и кнопки управления. Штангенглубиномеры, предназначенные для измерения предельно малых глубин называют микрометрическими. Как и следует из названия, штангенглубиномер предназначен для измерения глубины пазов, однако с его же помощью определяют и высоту уступов.

Штангенглубиномер построен по принципу штангенциркуля, но на штанге не имеет губок. Штангенглубиномеры изготавливаются с величиной измерения 100; 125; 150; 200; 250; 300; 400 и 500 мм с точностью отсчета по нониусу 0,1; 0,05 и 0,02 мм. Штангенглубиномер имеет рамку 1 с основанием, которая перемещается по штанге 2. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служат плоское основание и торец штанги. На штанге нанесены миллиметровые деления; рамка имеет прорезь, в которой расположен нониус 4. Так же как и штангенциркуль, штангенглубиномер снабжен винтом 3 для закрепления рамки, микрометрическим устройством и движком, закрепляемым на штанге.

При измерении штангенглубиномер устанавливают на края отверстия его основанием, а штанга выдвигается до упора в дно отверстия или паза. Размер определяется так же, как и по штангенциркулю. Рабочая часть штанги штангенглубиномера вводится в измеряемый паз, рамка опускается до упора и фиксируется, а затем снимаются показания. Цена деления рамки, как и у штангенциркуля, 0,5 мм, нониуса – 0,02 мм.

Штангенрейсмас ШР

Основное назначение штангенрейсмаса – разметка деталей, но он может быть также использован для измерения высоты деталей. Конструкция штангенрейсмаса (рис. 1.3) приспособлена для разметки и измерений от плоской поверхности, на которой размещают как штангенрейсмас, так и размечаемую или измеряемую деталь. В конструкции штангенрейсмаса в отличие от штангенциркуля вместо неподвижной губки находится основание 4, с помощью которого штангенрейсмас устанавливается на плите. На рамке 2 с нониусом 3 имеется специальная державка 5 для закрепления сменных разметочных ножек («чертилок») разных видов или для установки специальных ножек для измерения высоты.

При разметке с помощью штангенрейсмаса по шкале 1 и по нониусу 3 устанавливают размер, который необходимо разметить. При этом обычно пользуются микроподачей, механизм которой выполнен заодно с измерительной рамкой. Далее закрепляется с помощью стопора рамка 2, размечаемая деталь и настроенный штангенрейсмас устанавливают на плиту, штангенрейсмас перемещают по плите, прижимая одновременно основанием к плите, а разметочной ножкой («чертилкой») к размечаемой детали, так, чтобы на ней оставался различимый след (риска) от разметочной ножки («чертилки»). (Попросите лаборанта показать, как делается разметка).

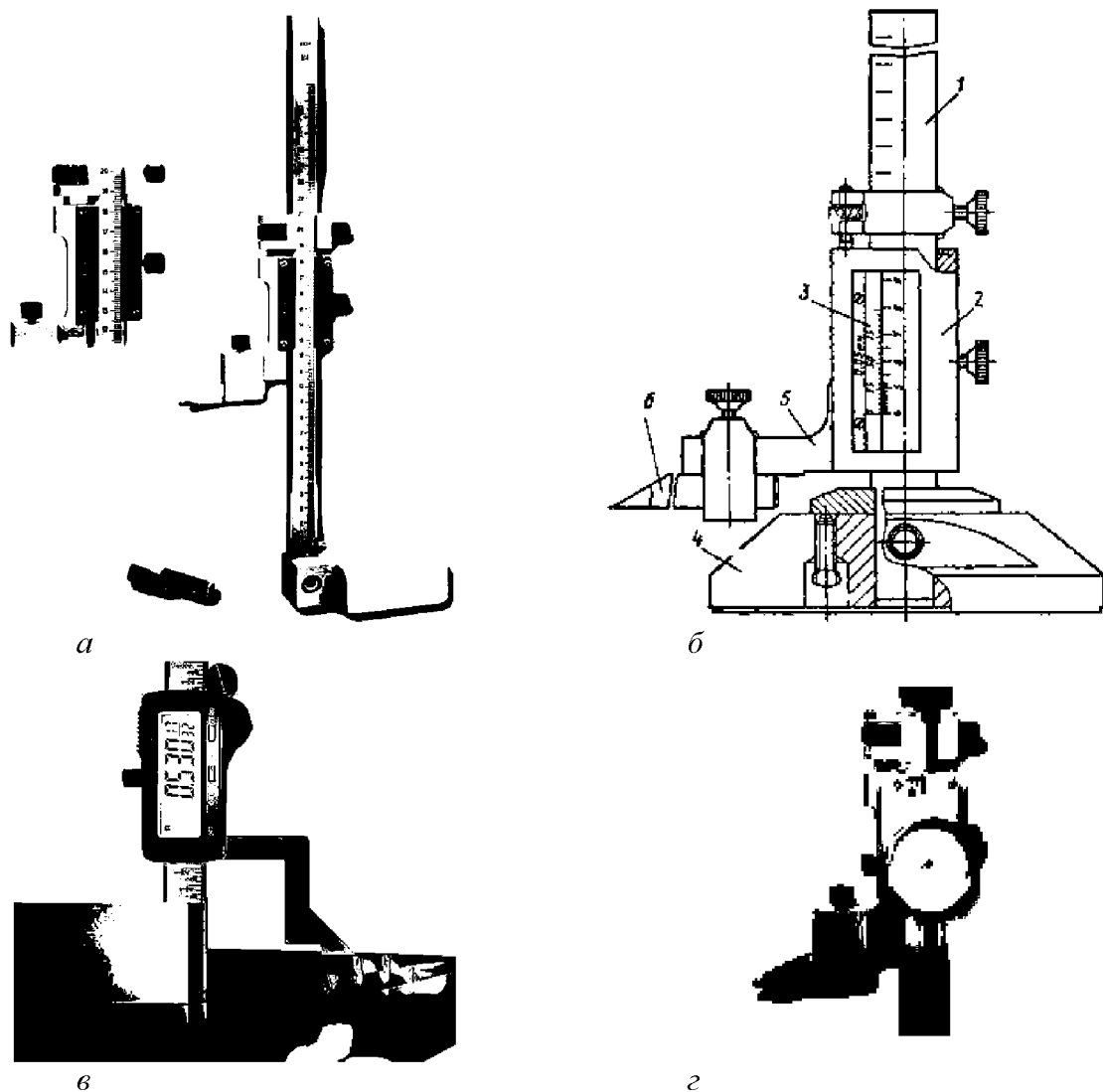


Рисунок 1.3 – Штангенрейсмас: *а* – нониусный штангенрейсмас; *б* – схема измерения, разметки: 1 – линейка; 2 – рамка; 3 – нониус; 4 – основание; 5 – державка для крепления сменных ножек; 6 – сменная ножка («чертилка»); *в* – штангенрейсмас с цифровой индикацией; *г* – штангенрейсмас с круговой шкалой

Штангенрейсмасы распространены для размеров до 250, 400 мм при величине отсчета по нониусу 0,05 мм.

УСТРОЙСТВО НОНИУСА ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТА

На измерительной штанге с помощью пазов установлена подвижная рамка. Для того чтобы рамка плотно сидела, внутри установлена плоская пружина и предусмотрен винт для жесткой ее фиксации. Фиксация необходима при проведении разметочных работ. На штанге нанесена метрическая шкала с шагом 1 мм и цифрами обозначены сантиметровые деления. На рамке нанесена дополнительная шкала с 10 делениями, но с шагом

1,9 мм. Шкала на рамке называется нониусом в честь ее изобретателя португальского математика П. Нуниша (рис. 1.4). Штанга и рамка имеют измерительные губки для наружных и внутренних измерений. К рамке дополнительно закреплена линейка глубиномера.

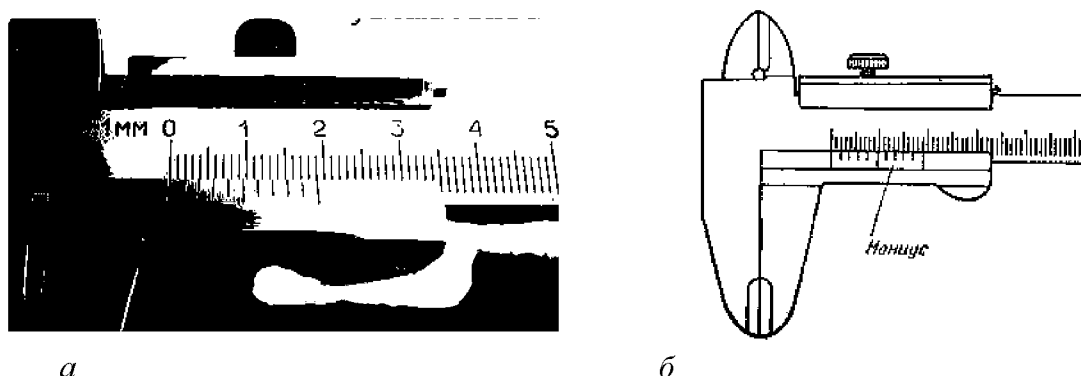


Рисунок 1.4 – Устройство нониуса штангенинструмента: *а* – общий вид; *б* – схема

Измеряют штангенциркулем следующим образом (рис. 1.5). Измерения выполняются зажимом между губками детали. После зажима рамка фиксируется винтом, чтобы она не сместилась, и было удобно считать показания.

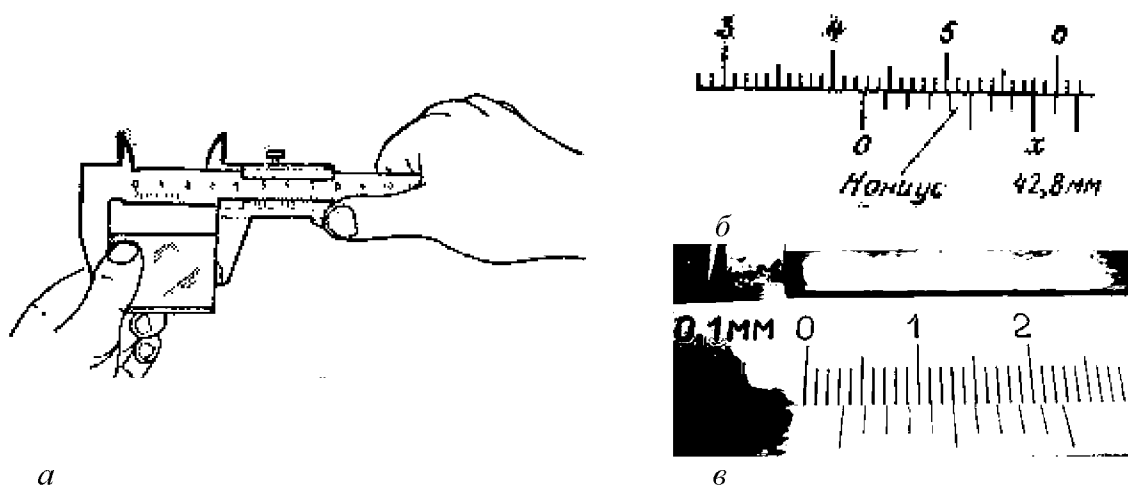


Рисунок 1.5 – Прием измерения штангенциркулем (*а*) и подсчет по нониусу (*б*)

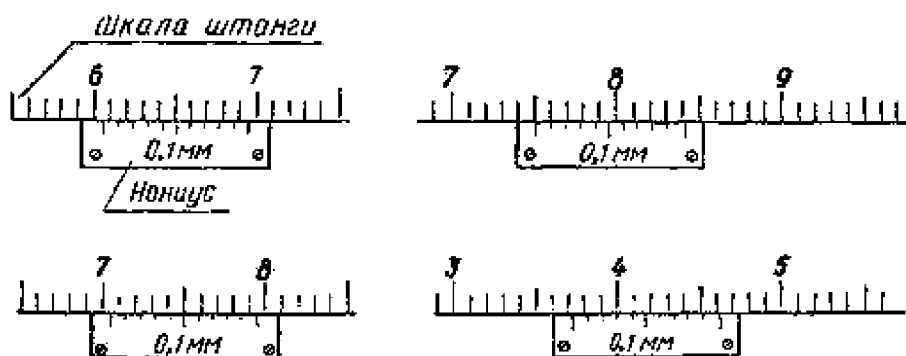
Измеренные миллиметры отсчитываются непосредственно по шкале на штанге, ориентируясь по первой риску нониуса. Десятые доли миллиметров отсчитываются непосредственно, но нониусу.

Измеренный размер составляет 3,5 мм (рис. 1.5, *в*), так как от нулевой отметки шкалы на штанге до первой риски нониуса получилось 3 полных деления (3 мм) и на нониусе совпала с риской шкалы штанги риска пятого деления нониуса (одно деление на нониусе соответствует 0,1 мм измерений).

В представленном примере нулевое деление нониуса находится между целыми величинами (42 и 43 мм) шкалы штанги. Число целых миллиметров на штанге в нашем примере 42. Затем определяют, какое деление нониуса совпадает с делением штанги. Порядковый номер совпавшего деления нониуса показывает число десятых долей миллиметра – в нашем случае восьмое деление. Размер измеряемой детали (рис. 1.5, б) составляет 42,8.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Прочитать показания штангенциркуля по представленным ниже рисункам.



2. Ответить на контрольные вопросы:

- Для чего служит штангенциркуль?
- Из каких частей состоит штангенциркуль?
- Как называется шкала, нанесенная на нижней части рамки?
- С какой точностью можно измерить штангенциркулем?

3. Произвести измерение представленной детали штангенциркулем, обработать полученные данные и указать полученные значения размера на чертеже. Данные свести в таблицу 1.2.

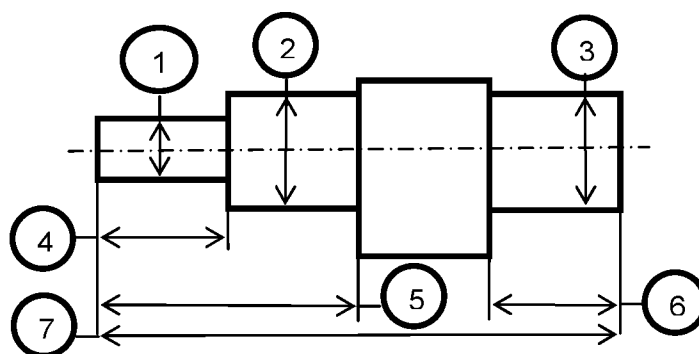


Таблица 1.2 – Протокол измерения характеристических размеров детали

Тип измерительного устройства	№ раз-мера	Размер серии измерений, мм					$\frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{5}$	$\sim A_i$
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
<i>Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-88</i>	1	19,8	19,9	19,9	19,7	19,9	19,84	19,8
	2							
	3							
	4							
	5							

4. Произвести измерение представленной детали штангенглубиномером, обработать полученные данные и указать полученные значения размера на чертеже. Данные свести в таблицу 1.3.

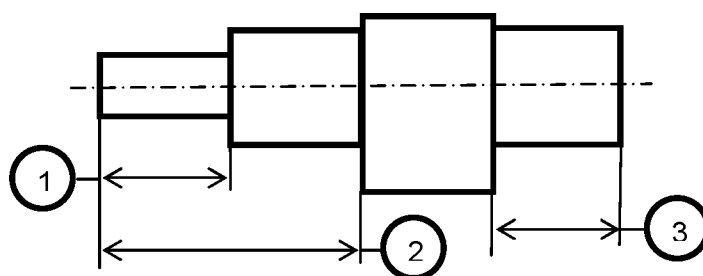
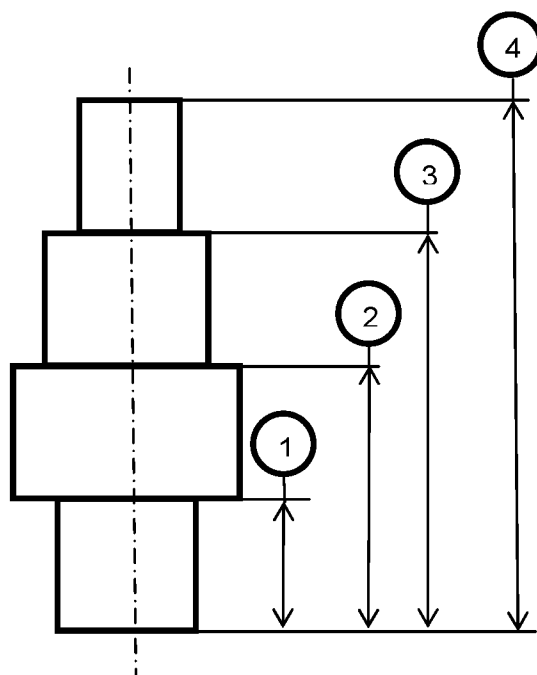


Таблица 1.3 – Протокол измерения характеристических размеров детали

Тип измерительного устройства	№ раз-мера	Размер серии измерений, мм					$\frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{5}$	$\sim A_i$
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
<i>Штангенглубиномер ШГ ГОСТ 162-90</i>	1	25,3	25,2	25,4	25,3	25,2	25,28	25,3
	2							
	3							



5. Произвести измерение представленной детали штангенрейсмасом, обработать полученные данные и указать полученные значения размера на чертеже. Данные свести в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Протокол измерения характеристических размеров детали

Тип измерительного устройства	№ размера	Размер серии измерений, мм					$\frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{5}$	$\sim A_i$
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
<i>Штангенрейсмас ШР ГОСТ 164-90</i>	1	25,3	25,2	25,4	25,3	25,2	25,28	25,3
	2							
	3							
	4							

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткие теоретические данные об используемых измерительных инструментах.
2. Ответы на вопросы индивидуального задания.
3. Схемы измерения поверхностей различными инструментами и протоколы измерений.
4. Анализ полученных экспериментальных данных в зависимости от типа используемого измерительного инструмента для каждой поверхности.
5. Чертеж измеряемой детали с указанием наиболее точных размеров.

Лабораторная работа № 2
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МИКРОМЕТРА

Цель работы – изучить конструкции измерительных инструментов на базе точных микрометрических передач и получить навыки работы с микрометром.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство и принцип работы микрометров;
- особенности работы со считывающим устройством винтового типа.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

– пользоваться микрометром МК для контроля диаметра наружных поверхностей.

Оборудование и материалы: микрометр МК ГОСТ 6507-90, набор натуральных образцов, микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с. : ил.
2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.



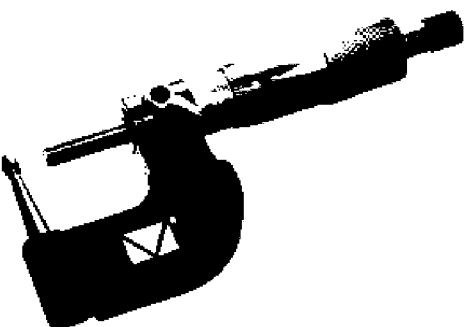
Последовательность выполнения работы:

1. Изучить конструкцию микрометра МК:
 - 1.1. Конструкция и настройка микрометра на контроль линейных размеров плоских наружных поверхностей;
 - 1.2. Настройка микрометра на контроль линейных размеров наружных цилиндрических поверхностей, в том числе с использованием удлинителей.
2. Изучить правила работы с отсчетным устройством микрометра.
 - 2.1. Настройка отсчетного устройства на ряд заданных размеров.
3. Измерить ряд линейных и диаметральных поверхностей.
4. Выполнить чертежи заданной детали с указанием размерных характеристик детали, контролируемых с использованием микрометра МК.
5. Оформить отчет

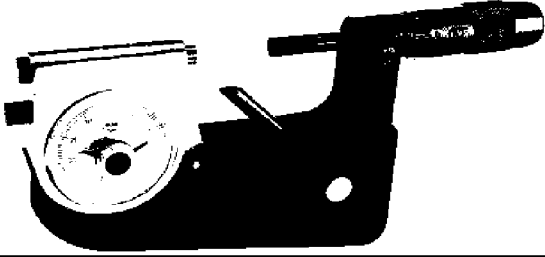

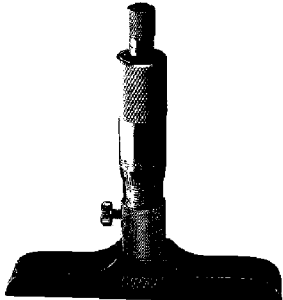
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Микрометр – измерительный прибор, преобразовательным механизмом которого является микропара винт – гайка. Микрометры применяют для измерения линейных размеров абсолютным контактным методом. Основные виды микрометров приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные виды микрометров

Эскиз	Цена деления, мм	Пределы измерений, мм	
		шкалы	прибора
<p>Микрометр гладкий МК применяется для точных наружных измерений.</p> 	0,01	25 100	0...300 300...600
<p>Микрометр листовой МЛ предназначен для измерений листового материала. От обычного микрометра отличается большим вылетом скобы и наличием специального циферблата для отсчета сотых долей миллиметра.</p> 	0,01	5 10 25	0...5 0...10 0...25
<p>Микрометр трубный МТ предназначен для точных измерений толщины стенок труб, цилиндров и т.п. От обычного микрометра отличается сферой на пятке.</p> 	0,01	25	0...100

Окончание табл. 2.1

<p>Микрометр рычажный МР применяется обычно для массовой проверки деталей. Отличается незначительным временем замера, что обеспечивается наличием дополнительного отсчетного устройства, связанного через систему рычагов с подвижной пяткой.</p> 	<p>0,002</p>	<p>± 0.02</p>	<p>0...25 25...50</p>
<p>Микрометр с измерительной головкой МРИ рассчитан на крупногабаритные детали. Отличается от микрометра МР тем, что измерительная головка вынесена отдельно.</p> 	<p>0,005 0.01</p>	<p>0,05 0,1...0,5</p>	<p>50...500 300...2000</p>
<p>Микрометрический нутромер НМ предназначен для измерения внутренних размеров. От обычного микрометра отличается наличием двух измерительных шаровых наконечников, раздвигающихся до упора в поверхности, между которыми измеряется расстояние.</p> 	<p>0,01</p>	<p>13 и 25</p>	<p>50...10000</p>
<p>Микрометрический глубиномер ГМ предназначен для измерений глубины отверстий, уступов, выточек и т.п. Напоминает по устройству микрометр, у которого вместо скобы установлено основание.</p> 	<p>0,01</p>	<p>25</p>	<p>0...100</p>

Микрометр МК

Наиболее наглядным представителем микрометров является универсальный микрометр типа МК (рис. 2.1).

Действие микрометра основано на перемещении винта вдоль оси при вращении его в неподвижной гайке. Перемещение пропорционально углу поворота винта вокруг оси.

Измеряемая деталь помещается между жесткой и подвижной пяткой микрометра. Замыкание размера происходит вследствие вращения микрометрической головки.

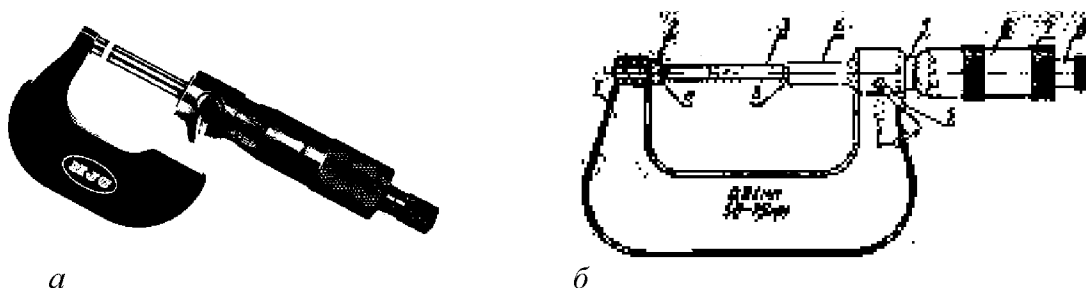


Рисунок 2.1 – Микрометр для наружных измерений: *а* – общий вид; *б* – схема: 1 – скоба; 2 – жесткая пятка; 3 – калибр для установки микрометра на нуль; 4 – подвижная пятка; 5 – стембель; 6 – микрометрическая головка; 7 – установочный колпачок; 8 – трещоточное устройство; 9 – тормозное приспособление

С целью предотвращения поломки точной микрометрической пары винт-гайка вращение микрометрической головки производится с помощью трещоточного устройства до появления характерного звука.

УСТРОЙСТВО ОТСЧЕТНОГО УСТРОЙСТВА МИКРОМЕТРА

Микрометр представляет собой скобу, с одной стороны которой находится опорная пятка, а с другой – имеется стембель и высокоточная резьба, в которую закручивается микровинт (рис. 2.2).

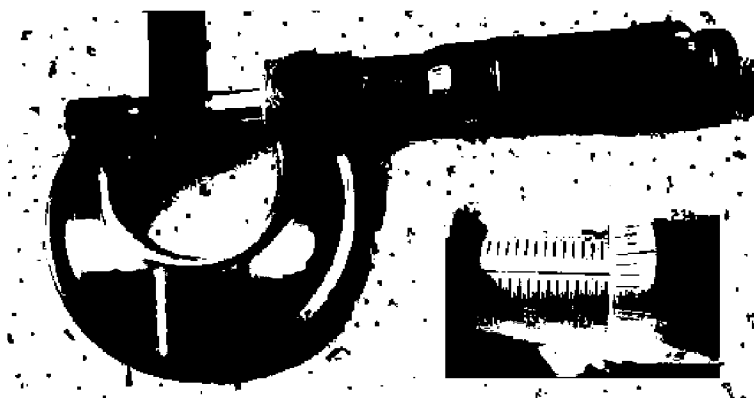


Рисунок 2.2 – Считывающее устройство микрометра

На стебле нанесена метрическая шкала, по которой выполняется отсчет миллиметров. На микровинте имеется вторая шкала с 50 делениями, по которой отсчитываются сотые доли миллиметров. Сумма этих двух величин является измеренным размером (рис. 2.3).

Для того чтобы выполнить измерение микрометром, деталь размещают между пяткой и торцом микрометрического винта и вращают по часовой стрелке за ручку трещотки (находится на торце барабана микрометрического винта) до тех пор, пока трещотка не издаст три щелчка.

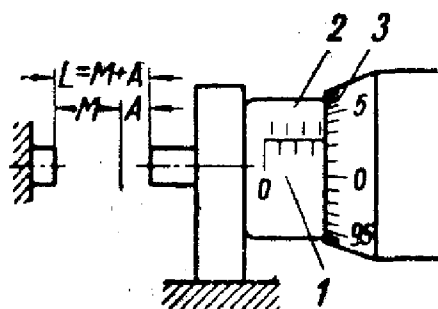


Рисунок 2.3 – Шкалы микрометра:
1 – шкала миллиметровая;
2 – шкала 0,5 мм; 3 – шкала винтового нониуса

На стебле нанесено две шкалы с шагом 1 мм: основная – оцифрованная через каждые 5 мм, и дополнительная – сдвинутая относительно основной на 0,5 мм. Наличие двух шкал позволяет повысить точность измерений.

Отсчет показаний выполняется следующим образом. Сначала считывают, сколько целых, не закрытых барабаном, миллиметров получилось по оцифрованной нижней шкале на стебле. Далее проверяют по верхней шкале наличие риски, расположенной правее от риски нижней шкалы. Если риски не видно, то переходят к снятию показаний со шкалы на барабане. Если риска просматривается, значит, к целому числу полученных миллиметров добавляется еще 0,5 мм. Показания на барабане отсчитывают относительно прямой линии, нанесенной вдоль стебля между шкалами.

Например, размер измеренной детали составляет:

- 13 мм по нижней шкале;
- на верхней шкале открытой метки, правее открытой на нижней шкале ничего нет, значит 0,5 мм добавлять не нужно;
- 0,23 мм по шкале барабана.

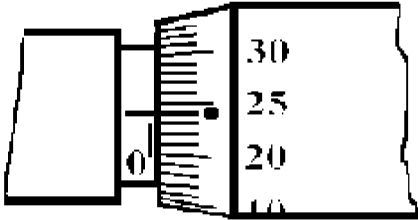
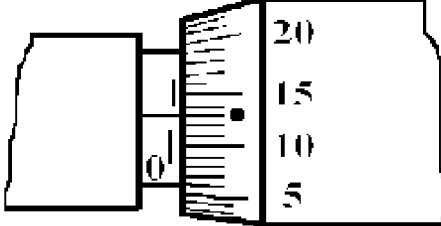
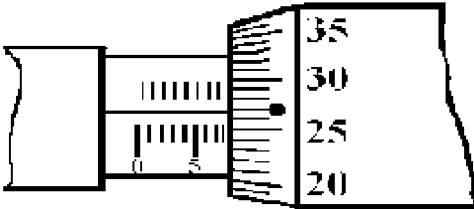
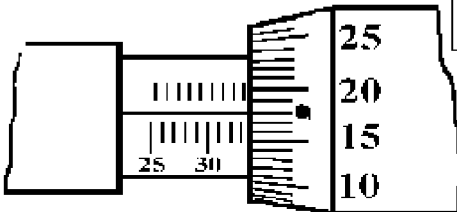
В результате сложения получаем: $13 \text{ мм} + 0 \text{ мм} + 0,23 \text{ мм} = 13,23 \text{ мм}$.

Примеры считывания размера показаны в таблице 2.2.

Максимальным является перемещение винта в гайке лишь на длину не более 25 мм из-за трудности изготовления винта с точным шагом на большей длине. Поэтому микрометры изготовляют нескольких типоразмеров для измерения длин от 0 до 25 мм, от 25 до 50 мм и т.д. Для микрометров с пределами измерений от 0 до 25 мм при сомкнутых измерительных плоскостях пятки и микрометрического винта нулевой штрих

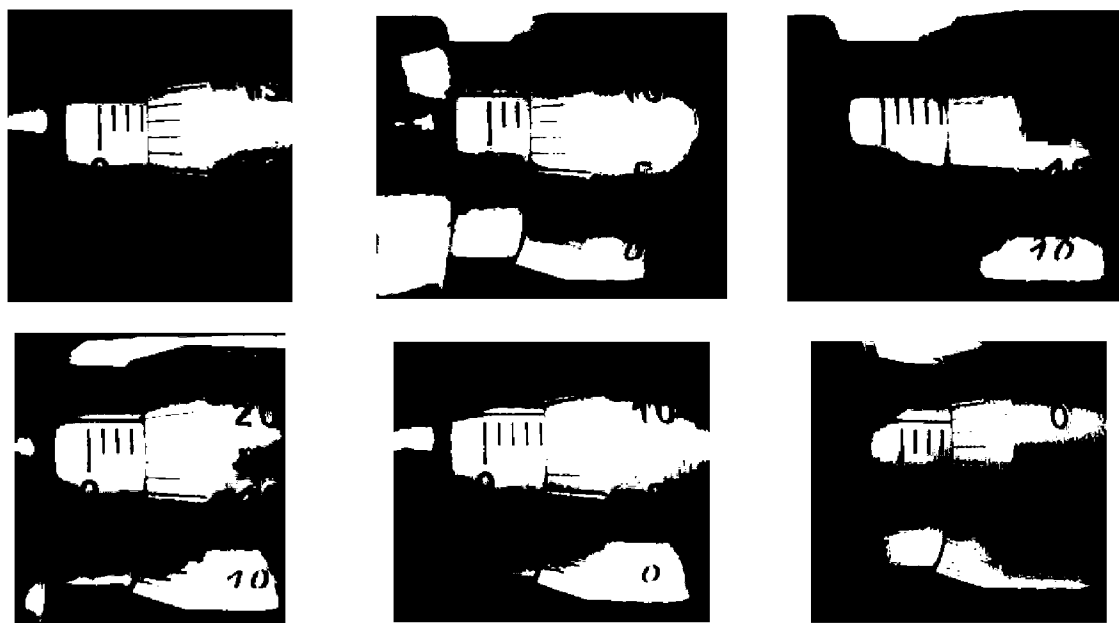
шкалы барабана должен точно совпадать с продольным штрихом на стебле, а скошенный край барабана – с нулевым штрихом шкалы стебля. Для измерений длин, больших 25 мм, применяют микрометры со сменными пятками. Измеряемое изделие зажимают между измерительными плоскостями микрометра.

Таблица 2.2 – Примеры считывания размеров, измеренных микрометром

 <p>• - $0\text{мм} + 0,24\text{мм} = 0,24\text{мм}$</p>	 <p>• - $0,5\text{мм} + 0,13\text{мм} = 0,63\text{мм}$</p>
 <p>• - $8\text{мм} + 0,27\text{мм} = 8,27\text{мм}$</p>	 <p>• - $33\text{мм} + 0,5\text{мм} + 0,18\text{мм} = 33,68\text{мм}$</p>

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Прочитать показания микрометра по представленным рисункам.



2. Ответить на контрольные вопросы:

- Из каких основных частей состоит микрометр?
- На какой части микрометра нанесена миллиметровая шкала?
- Сколько миллиметров составляет 1 оборот барабана?
- Для чего необходимо трещоточное устройство?

3. Произвести измерение представленной детали микрометром, обработать полученные данные и указать полученные значения размера на чертеже. Данные свести в таблицу 2.3 (пример заполнения таблицы прилагается).

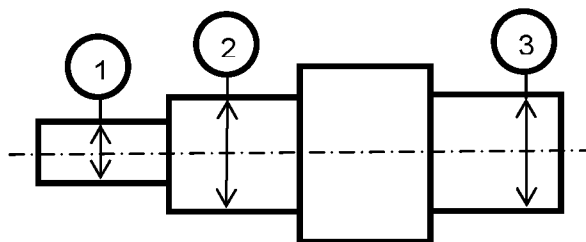


Таблица 2.3 – Протокол измерения характеристических размеров детали

Тип измерительного устройства	№ раз-мера	Размер серии измерений, мм					$\frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{5}$	$\sim A_i$
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
<i>Микрометр МК ГОСТ 6507-90</i>	1	19,8	19,9	19,9	19,7	19,9	19,84	19,8
	2							
	3							

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткие теоретические данные об используемых измерительных инструментах.
2. Ответы на вопросы индивидуального задания.
3. Схемы измерения поверхностей различными инструментами и протоколы измерений.
4. Анализ полученных экспериментальных данных в зависимости от типа используемого измерительного инструмента для каждой поверхности.
5. Чертеж измеряемой детали с указанием наиболее точных размеров.

Лабораторная работа № 3
**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ИНДИКАТОРНОГО НУТРОМЕРА**

Цель работы – изучить конструкцию и правила использования в качестве измерительного средства индикаторного нутромера для контроля внутренних поверхностей деталей.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство и правила работы с индикаторным нутромером;
- правила настройки нутромера на измеряемый размер.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

– пользоваться индикаторным нутромером НИ для контроля диаметров внутренних поверхностей деталей.

Оборудование и материалы: индикаторный нутромер НИ ГОСТ 868-82, набор концевых мер длины; набор натуральных образцов, микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с. : ил.

2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и бщ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить конструкцию индикаторного нутромера модели НД:
 - 1.1. Изучить паспортные данные нутромера;
 - 1.2. Изучить комплектность поставки нутромера.
2. Изучить порядок настройки нутромера на размер:
 - 2.1. С использованием плоско-параллельных концевых мер длины;
 - 2.2. С использованием штангенциркуля.
3. Измерить ряд цилиндрических отверстий в деталях.
4. Выполнить чертежи заданной детали с указанием размерных характеристик детали, контролируемых с использованием индикаторного нутромера НИ.
5. Оформить отчет.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИЯХ ИНДИКАТОРНЫХ НУТРОМЕРОВ

Нутромер представляет собой прибор, используемый для точного определения внутренних линейных размеров деталей контактным методом. Данное средство измерения используется в случаях, когда замеры иным методом затруднены или не могут дать результатов необходимой точности. При измерении диаметра работает по принципу радиусомера, но в отличие от него способен измерить размеры в труднодоступных местах.

Наибольшее же распространение приобрело деление по реализуемому нутромером методу измерения (абсолютному или относительному).

Основными техническими параметрами нутромеров являются:

- диапазон измерений;
- наибольшая глубина измерений;
- наименьшее перемещение измерительного стержня;
- измерительное усилие;
- усилие центрирующего мостика;
- масса.

В соответствии с ГОСТ 868-82 индикаторные нутромеры должны обладать следующими качествами:

Диапазон измерений	6-10	10-18	18-50	50-100	100-160	160-250	250-450	450-700 и 700-1000
Наибольшая глубина измерений, мм	60, 100	130	150	200	300	400	500	-
Наименьшее перемещение измерительного стержня, мм	0,6	0,8	1,5	4,0			6,0	8,0
Измерительное усилие, Р	2,5-4,5			4,0-7,0	5,0-9,0			
Усилие центрирующего мостика, Н	5,0-8,5			7,5	12,0	9,5-16,0		
Масса, кг	0,2	0,3	0,4	0,6	1,2	1,5	1,8	3,0

Индикаторный нутромер реализует относительный метод измерения. Данный прибор широко применяется для замеров внутренних размеров изделий. К прибору прилагаются сменные стержни и шайбы, устанавливающиеся в отверстие тройника головки нутромера. Они отличаются друг от друга на величину в 1 мм или 5 мм.

Основным элементом индикаторного нутромера (рис. 3.1) является направляющая втулка 3.

В её верхней части закреплён винтом 2 часовой индикатор 1 – на нём отображается результат измерения. Внутри втулки располагается длинный стержень, соприкасающийся со стержнем меньшего размера 10. Короткий стержень упирается в грибок 9 тройника головки прибора 6. В тройнике расположен закреплённый гайкой 7 сменный измерительный стержень 8 и движок 4. Для установки головки индикатора в соответствии с диаметром измеряемого отверстия на тройнике имеется центрирующий мостик 5.

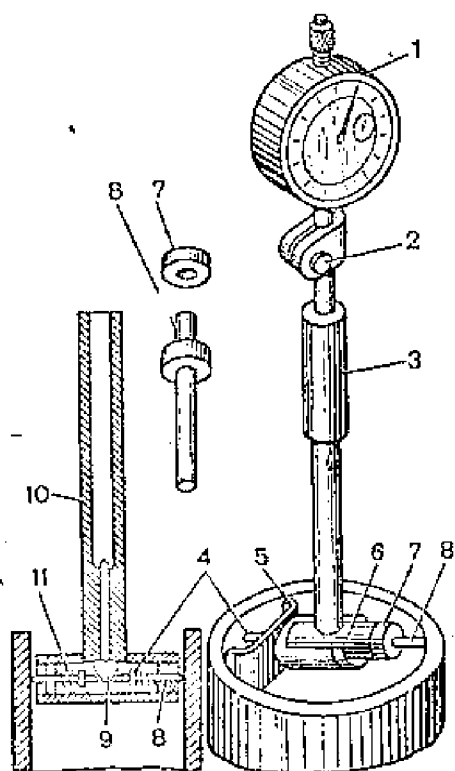


Рисунок 3.1 – Устройство индикаторного нутромера

Перед выполнением измерений нутромер устанавливается на номинальный размер при помощи блока плиток или кольца. При замере движок нутромера со спиральной пружиной 11 через грибок, короткий и длинный стержень (4, 9 и 10 соответственно) передаёт движение на индикатор, по перемещению стрелки которого и определяется отклонение размера.

Индикаторный нутромер поставляется в комплекте с индикатором часового типа (ИЧ-10), футляром и паспортами на сам прибор и индикатор (рис. 3.2).

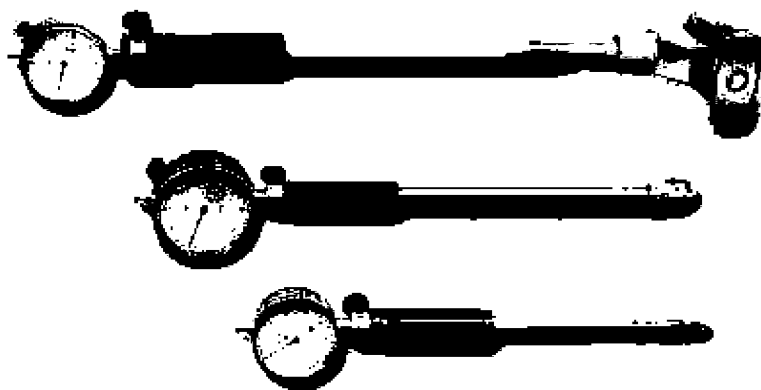


Рисунок 3.2 – Особенности конструкции и комплектации различных исполнений индикаторного нутромера модели НИ

В нутромерах модификации НИ перемещение измерительного стержня передается на отсчетное устройство при помощи рычажной передачи. Для совмещения линии измерения нутромера с плоскостью проходящей через ось измеряемого отверстия служит центрирующий мостик.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРАВИЛ РАБОТЫ С ИНДИКАТОРНЫМ НУТРОМЕРОМ ТИПА НИ 18-50

Общий вид индикаторного нутромера типа НИ50 представлен на рисунке 3.3.

В комплект нутромера входят:

- направляющая втулка;
- индикатор;
- набор удлинительных стержней и шайб;
- инструмент для крепления и регулирования измерительных стержней.

Индикатор оснащен двумя подвижными маркерами (рис. 3.4), позволяющими зафиксировать диапазон результата измерения контролируемого размера.

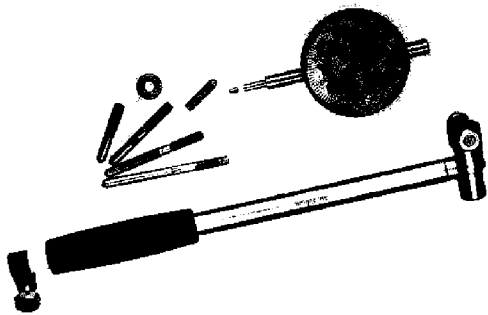


Рисунок 3.3 – Индикаторный нутромер модели НИ50

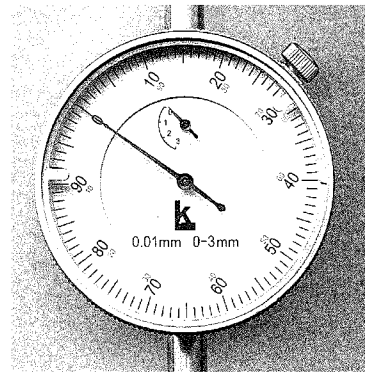


Рисунок 3.4 – Устройство индикатора с маркерами

Установка нутромера на требуемый размер производится при помощи сменных измерительных стержней (шайб, удлинителя) по аттестованным кольцам или блоку концевых мер длины с боковиками.

Предварительно индикаторный нутромер необходимо настроить на заданный измеряемый размер. На рисунке 3.5 показана схема индикаторного нутромера (конструкция, схема настройки на ноль и схема измерения).

Настройка с помощью блока концевых мер

Последовательность настройки нутромера на заданный размер с помощью блока концевых мер следующая:

- 1) собирают блок концевых мер « D_n », равный номинальному размеру отверстия или равный среднему размеру;
- 2) блок устанавливают в державку (струбцину) с радиусными боковиками, как показано на рисунке;
- 3) устанавливают нутромер в державку, как показано на рисунке 3.5 (его подвижный и неподвижный стержни должны примерно располагаться

по оси «0 – 0», расположенной перпендикулярно к стержням (начальное положение);

4) отворачивая сменный стержень, устанавливают необходимый натяг и закрепляют его неподвижно с помощью гайки;

5) наклоняют нутромер в положение «1» от начального положения и обратно плавно наклоняют в сторону положения «0». При этом большая стрелка индикаторной головки перемещается по часовой стрелке и в определенный момент (когда стержни нутромера располагаются точно перпендикулярно к радиусным боковикам) начнет перемещаться против часовой стрелки. Вращая за обод циферблата индикаторной головки нулевую метку, необходимо совместить с тем положением, где стрелка меняет направление движения на обратное. На этом настройка нутромера на заданный размер завершается.

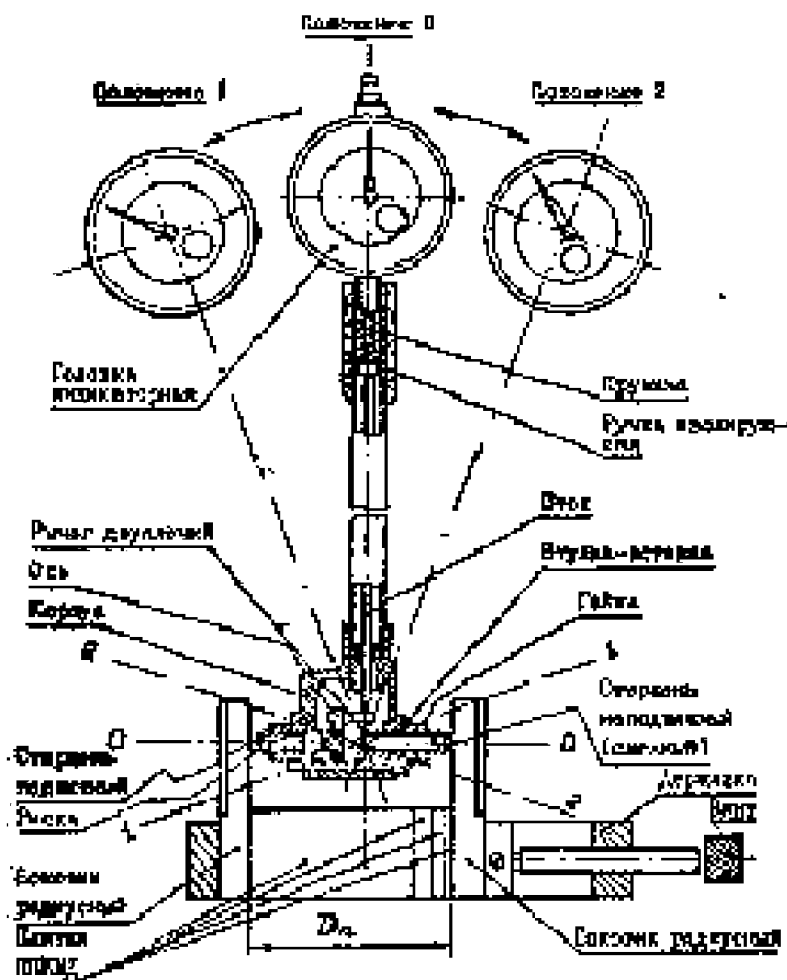


Рисунок 3.5 – Схема настройки на ноль и схема измерения индикаторным нутромером типа НИ: D_n – номинальный диаметр измеряемого отверстия; ППКМД – плоскопараллельная концевая мера длины

Аналогично нутромер настраивается на заданный размер с помощью установочного кольца или микрометра.

Настройка с помощью штангенциркуля

При отсутствии приспособления для настройки нутромера на заданный размер (державки, радиусных боковиков и набора плиток концевых мер длины), установочного кольца, а также в случае, когда неизвестен номинальный размер отверстия, замерять приходится отверстия деталей, размеры которых намного отличаются от номинального значения по причине их изнашивания в процессе эксплуатации. Определяют примерное значение диаметра отверстия (например, с помощью штангенциркуля), выбирают соответствующий сменный стержень и устанавливают его в корпус нутромера. Затем вводят нутромер в измеряемое отверстие (например, в гильзу), покачивая от нулевого положения в положение «1» (или же в положение «2»), вворачивая или выворачивая сменный стержень, устанавливают минимально возможный натяг (запас размера) и с помощью гайки закрепляют сменный стержень неподвижно (рис. 3.6).

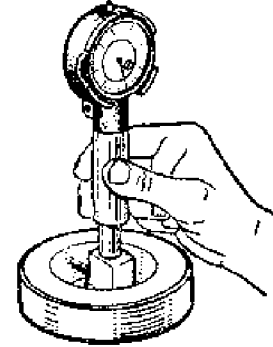


Рисунок 3.6 – Положение нутромера в контролируемом отверстии

Натяг необходимо устанавливать по возможности минимальным, так как чем больше натяг, тем больше погрешность результатов измерений и наоборот. Величину натяга контролируют по показанию малой стрелки индикаторной головки и запоминают это показание.

Затем, покачивая нутромер в положение «1» (или в положение «2»), устанавливают нутромер на ноль, как было описано выше в пункте 4.

Удаляют нутромер из отверстия и кладут на ровную поверхность, или же можно закрепить в тисках таким образом, чтобы не повредить или не деформировать нутромер. То есть для удобства желательно расположить нутромер горизонтально, неподвижно и таким образом, чтобы циферблат индикатора располагался так, чтобы было удобно следить за показаниями стрелок.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Ответить на контрольные вопросы:
 - Из каких основных частей состоит индикаторный нутромер?
 - Какое измерительное устройство используется для числовой оценки размера?
 - Как производится настройка нутромера на размер?
 - Для чего необходимы плоскопараллельные концевые меры длины?
2. Произвести предварительное измерение внутреннего диаметра с использованием штангенциркуля.
3. Настроить индикаторный нутромер на контролируемый размер.

4. Произвести измерение представленной детали индикаторным нутромером, обработать полученные данные и указать полученные значения размера на чертеже. Данные свести в таблицу 3.1 (пример заполнения таблицы прилагается).

4.1. Ввести нутромер в проверяемое отверстие и, слегка покачивая, определить максимальное показание индикатора. При измерении отверстий малых диаметров, большой глубины и невозможности покачивания нутромер следует слегка повернуть в обе стороны вокруг вертикальной оси.

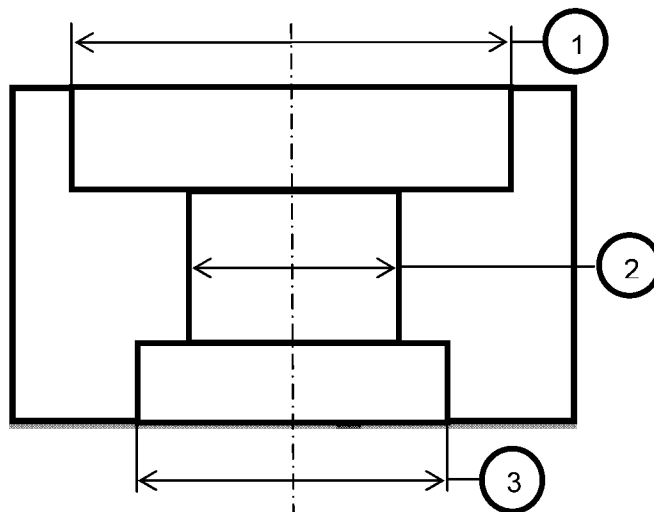


Таблица 3.1 – Протокол измерения характеристических размеров детали

Тип измерительного устройства	№ раз-мера	Размер серии измерений, мм					$\frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{5}$	$\sim A_i$
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
Индикаторный нутромер НИ ГОСТ 868-82	1	32,33	32,25	32,35	32,30	32,22	32,29	32,29
	2							
	3							

4.2. Разность между максимальным показанием и нулевым отсчетом определяет отклонение действительного размера требуемого значения.

В процессе работы необходимо периодически проверять нулевую установку нутромера!

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткие теоретические данные об используемых измерительных инструментах.
2. Ответы на вопросы индивидуального задания.
3. Схемы измерения поверхностей и протокол измерений.
4. Анализ полученных экспериментальных данных для каждой поверхности.
5. Чертеж измеряемой детали с указанием точных размеров.

Лабораторная работа № 4
**ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ
РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ**

Цель работы – изучить виды размеров деталей (номинальный, предельный, действительный), изучить систему допусков.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- виды размеров детали;
- отличительные особенности номинальных, предельных и действительных размеров.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- определять предельные размеры детали;
- определять допуск по предельным размерам;
- работать с нормативными таблицами допусков.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с.: ил.

2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

3. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ДОПУСКОВ

Размеры

Поверхности деталей бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др.

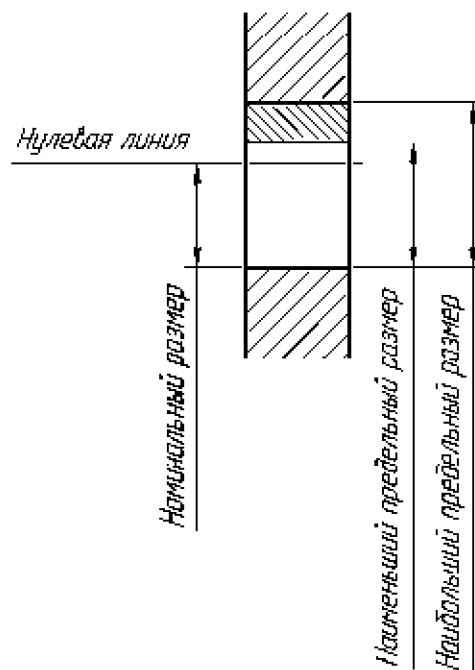
Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями являются охватываемыми. Их условно называют *отверстиями*. Диаметры отверстий обозначают D .

Наружные поверхности являются охватываемыми. Их называют *валами* и обозначают d в выбранных единицах измерения.

Номинальный размер (D , d) – размер, относительно которого определяются отклонения (рис. 4.1). Номинальные размеры являются основными размерами деталей или их соединений. Их определяют в результате расчетов деталей на прочность, жесткость, износостойкость и по другим критериям работоспособности.

Действительный размер (D_r, d_r) – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Большой из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* (D_{max}, d_{max}), а меньший – *наименьшим предельным размером* (D_{min}, d_{min}).



Отклонения

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Рисунок 4.1 – Характеристические размеры детали

Отклонение – алгебраическая разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают E , валов – e (рис. 4.2).

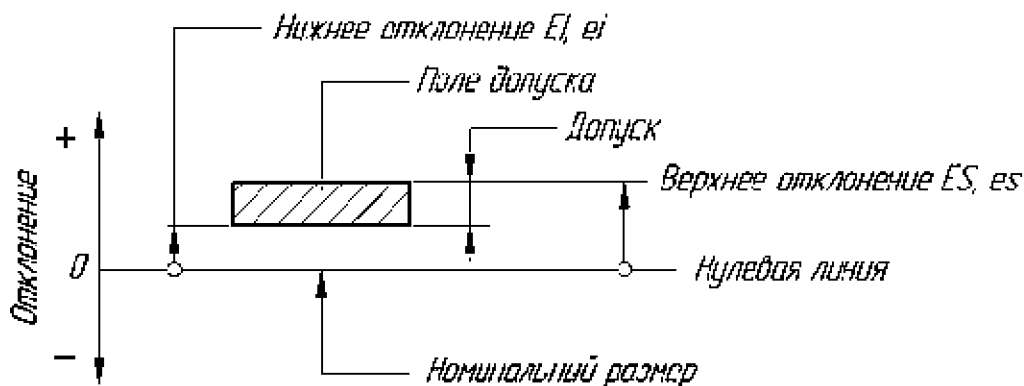


Рисунок 4.2 – Расположение полей допусков вала и отверстия

Действительное отклонение (E_r, e_r) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

$$E_r = D_r - D; \quad e_r = d_r - d.$$

Предельное отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее и нижнее отклонения.

Верхнее отклонение (ES, es) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров (ES – верхнее отклонение отверстия; es – верхнее отклонение вала):

$$ES = D_{max} - D; es = d_{max} - D.$$

Нижнее отклонение (EI, ei) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров (EI – нижнее отклонение отверстия; ei – нижнее отклонение вала):

$$EI = D_{min} - D; ei = d_{min} - D.$$

Основное отклонение – это одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии (линии номинального размера). Таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Допуск, квалитет, поле допуска

Допуск (T – общее обозначение, TD – отверстия, Td – вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров:

$$TD = D_{max} - D_{min}, \quad Td = d_{max} - d_{min}$$

или абсолютной величине разности верхнего и нижнего отклонений:

$$TD = ES - EI; \quad Td = es - ei.$$

Стандартный допуск IT – любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Допуск измеряется в миллиметрах. Он всегда является положительной величиной независимо от способа вычисления.

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие данному уровню точности для всех номинальных размеров. Стандарт устанавливает 20 квалитетов (01, 0, 1, 2...18). Чем больше номер квалитета, тем шире допуск и меньше точность размера.

Поле допуска образуется сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов. В соответствии с этим правилом поле допуска обозначают буквой (иногда двумя) основного отклонения и номером квалитета; например, для вала – $h6, d11, f9$; для отверстия – $H6, D11, Js10$ (рис. 4.3).

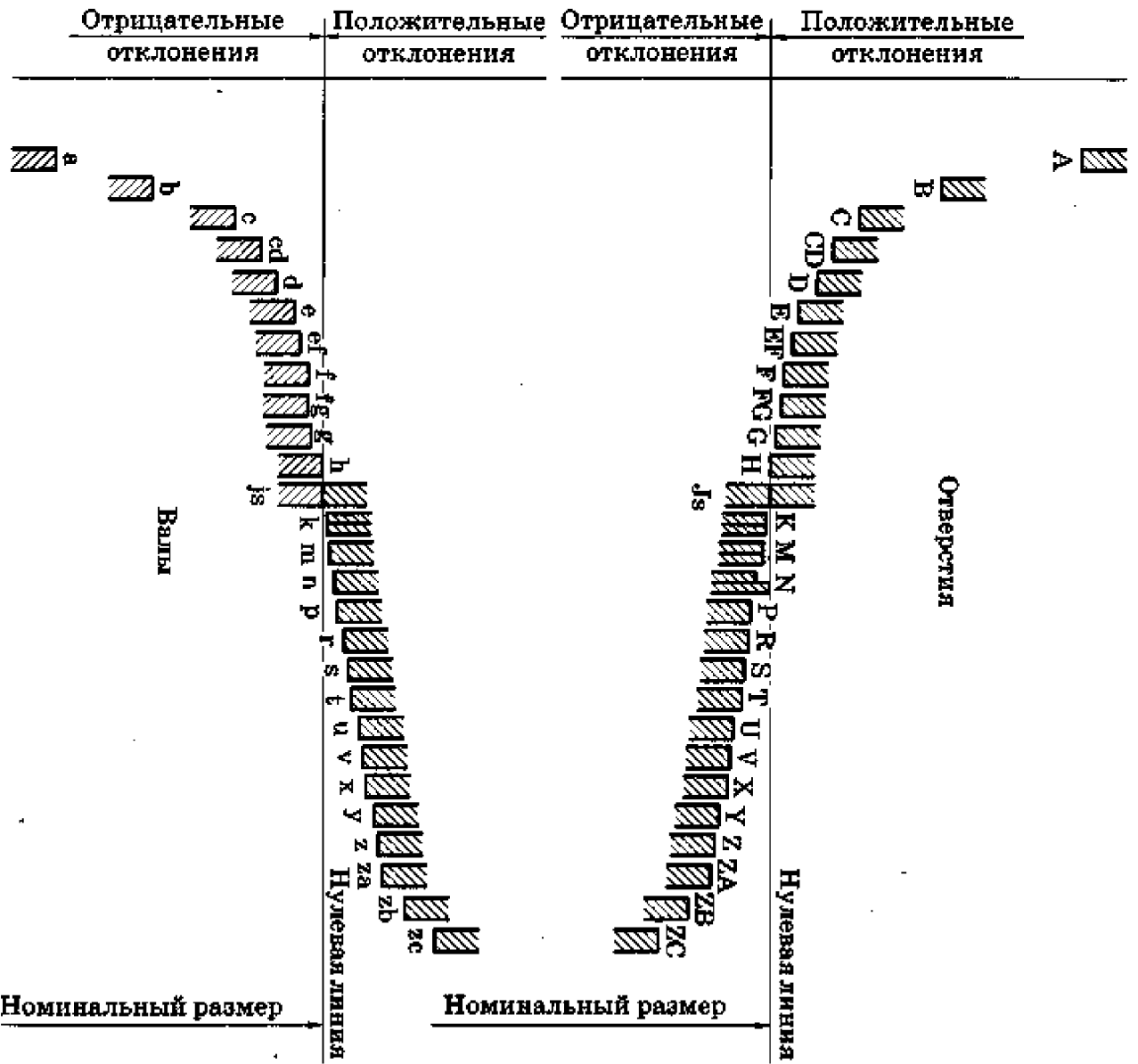


Рисунок 4.3 – Схема расположения основных отклонений отверстий и валов

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении работы следует пользоваться приложениями 1, 2.

1. Определить величину допуска, наибольший и наименьший предельные размеры по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям.

Вариант	1	2	3	4	5
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	$25^{+0,02}$	$4\pm 0,004$	$1,6^{+0,016}_{+0,010}$	$3,2_{-0,08}$	$12^{+0,045}_{-0,105}$
	$16^{+0,007}_{-0,032}$	$10_{-0,2}$	$63^{+0,4}_{-0,6}$	$25^{+0,145}_{+0,100}$	$40\pm 0,008$
Вариант	6	7	8	9	10
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	$32\pm 0,034$	$32^{+0,047}_{+0,030}$	$25^{+0,013}_{-0,008}$	$50^{+0,15}_{+0,004}$	$160^{+0,030}_{+0,004}$
	$32_{-0,34}$	$40^{+0,027}$	$25^{+0,14}$	$50_{-0,017}$	$100^{+0,036}_{-0,090}$

2. Определить верхнее и нижнее предельные отклонения вала по заданным номинальным и предельным размерам.

Размер, мм	Вариант				
	1	2	3	4	5
Номинальный	4	10	16	5	8
Наибольший предельный	4,009	10	15,980	5,004	8,050
Наименьший предельный	4,001	9,984	15,930	4,996	7,972
Размер, мм	Вариант				
	6	7	8	9	10
Номинальный	12	25	32	125	20
Наибольший предельный	11,940	25,007	31,975	125	20,056
Наименьший предельный	11,820	24,993	31,950	124,920	20,035

3. Определить квалитет и изобразить графически поля допусков валов по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	125	160	140	220	180	250	200	320	360	450
Верхнее отклонение es , мкм	+40	0	+14	+230	-50	+45	0	-70	0	+20
Нижнее отклонение ei , мкм	+13	-27	-14	+140	-90	+15	-300	-125	-35	-20

4. Определить квалитет и изобразить графически поля допусков отверстий по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	10	50	12	80	16	110	20	125	100	25
Верхнее отклонение ES , мкм	+100	+250	-22	+20	-3	+230	-3	+450	-93	+16
Нижнее отклонение EI , мкм	0	+80	-48	-10	-30	0	-6	+150	-140	-7

5. Определить допуск вала по номинальному размеру и качеству.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	8	12	22	26	32	36	41	55	80	95
Квалитет	<i>f6</i>	<i>g6</i>	<i>h7</i>	<i>k7</i>	<i>m6</i>	<i>n6</i>	<i>p6</i>	<i>r6</i>	<i>s7</i>	<i>t6</i>
	<i>e7</i>	<i>f7</i>	<i>e7</i>	<i>is7</i>	<i>a11</i>	<i>h12</i>	<i>c11</i>	<i>e9</i>	<i>z8</i>	<i>d10</i>

6. Определить допуск отверстия по номинальному размеру и качеству.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	4	6	12	18	24	32	36	40	42	48
Квалитет	<i>H5</i>	<i>K5</i>	<i>Is6</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>H8</i>	<i>M8</i>	<i>E9</i>	<i>H9</i>	<i>Is9</i>
	<i>D8</i>	<i>G7</i>	<i>K7</i>	<i>A11</i>	<i>D11</i>	<i>C11</i>	<i>H14</i>	<i>Is13</i>	<i>N5</i>	<i>M6</i>

7. Определить годность валов по результатам их измерения.

Вариант	1	2	3	4	5
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	110 ^{-0,040} _{-0,075}	105 ^{-0,023}	125 ^{+0,030} _{+0,004}	100±0,012	85 ^{+0,260} _{+0,190}
Действительные размеры, мм	99,958	105,002	125,005	100,009	85,2
Вариант	6	7	8	9	10
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	24 ^{-0,14}	75 ^{-0,110} _{-0,130}	36 ^{+0,11} _{+0,06}	95 ^{-0,46}	315 ^{-0,34} _{-1,00}
Действительные размеры, мм	23,98	74,87	36,07	95	314,47

8. Определить годность отверстий по результатам их измерения, установить вид брака: неисправимый или исправимый.

Вариант	1	2	3	4	5
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	2 ^{+0,12}	40 ^{+0,060}	71 ^{-0,03}	4 ^{+0,009} _{-0,004}	85 ^{+0,07}
Действительные размеры, мм	1,95	40,038	71,002	3,996	85
Вариант	6	7	8	9	10
Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	8 ^{-0,004} _{-0,020}	220 ^{-0,015} _{-0,060}	180 ^{-0,04}	105 ^{+0,09} _{+0,04}	160 ^{+0,027} _{-0,014}
Действительные размеры, мм	7,965	219,980	180,02	105,042	159,981

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 1. Определить квалитет и изобразить графически поле допуска вала.

Условие: номинальный размер – $\varnothing 25$ мм, верхнее отклонение – +15 мкм, нижнее отклонение – +2 мкм.

Решение: Анализ нормативных таблиц свидетельствует, что для номинального размера 25 мм, отклонениям +15 мкм (верхнее) и +2 мкм (нижнее) соответствует квалитет **k6** (рис. 4.4).

Пример 2. Определить годность детали по результатам измерения.

Условие: на чертеже вала указано $\varnothing 32_{-0,5}^{-0,17}$, после измерения установлено, что действительный размер вала = 31,73 мм.

Решение: вал считается годным, если соблюдено условие:

$$d_{нб} > d_d > d_{нм}$$

$$d_{нб} = 32 \text{ мм} - 0,17 \text{ мм} = 31,83 \text{ мм};$$

$$d_{нм} = 32 \text{ мм} - 0,5 \text{ мм} = 31,5 \text{ мм},$$

поскольку $31,83 \text{ мм} > 31,73 \text{ мм} > 31,5 \text{ мм}$, то деталь годная.

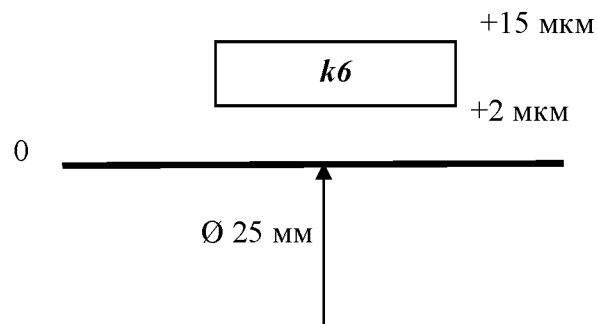


Рисунок 4.4 – Схема расположения поля допуска вала Td в соответствии с решаемой задачей.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Порядок выполнения работы определяется индивидуальным заданием.

1. Решение задач индивидуального задания, по форме, представленной в примерах.
2. Геометрические построения в предварительно выбранном масштабе с указанием расшифровок сокращений.
3. Отчет о выполнении индивидуального задания в виде отдельной папки формата А4.

Лабораторная работа № 5
**НАЗНАЧЕНИЕ ПОЛЯ ДОПУСКА
НА РАЗМЕР ДЛЯ ПАРТИИ ИЗДЕЛИЙ**

Цель работы – обучить методике назначения поля допуска для партии деталей по результатам анализа измерений действительных размеров.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- виды размеров детали;
- систему допусков линейных размеров.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- определять действительные размеры детали с использованием измерительных инструментов;
- рассчитывать предельные размеры детали;
- определять допуск по предельным размерам;
- работать с нормативными таблицами допусков.

Оборудование и материалы: штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-88, микрометр МК ГОСТ 6507-90; индикаторный нутромер ИН ГОСТ 868-82; набор натуральных образцов, микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с. : ил.

2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ

Не все поверхности деталей входят в сопряжение с другими деталями, некоторые размеры являются несопрягаемыми. Они получили название размеров с неуказанными допусками («свободные размеры»). Стандартом установлено, что предельные отклонения размеров с неуказанными допусками могут назначаться по 12, 14 и 16-му квалитетам.

В машиностроении для деталей, обработанных резанием, на «свободные размеры» предельные отклонения назначаются, как правило, по 14-му квалитету.

На размеры, относящиеся к отверстиям, проставляется допуск основного отверстия (рис. 5.1).

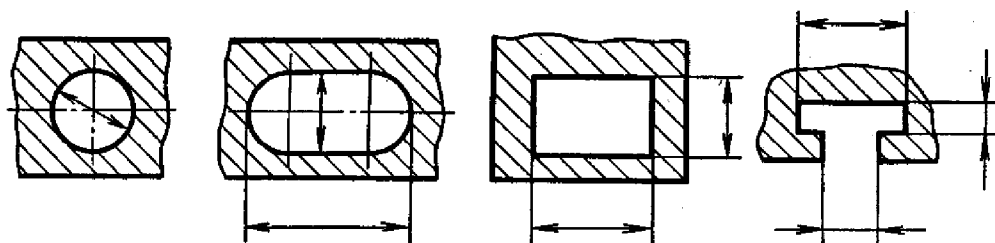


Рисунок 5.1 – Элементы конструкции, подпадающие под определение «основное отверстие»

На размеры, относящиеся к валам, проставляется допуск основного вала (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – Элементы конструкции, подпадающие под определение «основной вал»

На размеры, не относящиеся к отверстиям и валам, проставляются симметричные допуски $\pm \frac{IT}{2}$ (рис. 5.3).

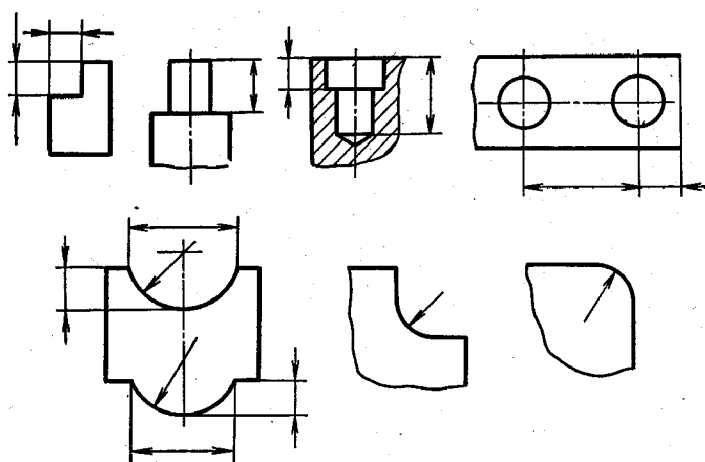


Рисунок 5.3 – Элементы конструкции, не подпадающие под принятые определения «основной вал» и «основное отверстие»

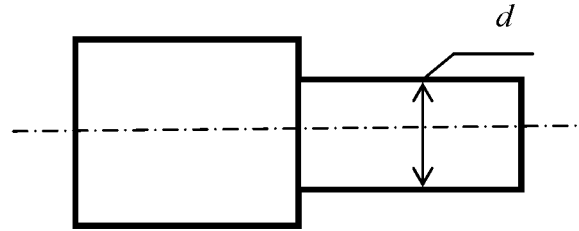
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для назначения допуска на «свободные размеры» необходимо выполнить следующие действия.

1. Произвести контроль действительных размеров партии деталей:
 - 1.1. Произвести контроль однотипных размеров из партии не менее 5 деталей;
 - 1.2. Контроль производить одним измерительным инструментом (штангенциркуль, микрометр).
2. Выявить предельные размеры:
 - 2.1. Методом масштабирования указать положение измеренных действительных размеров относительно принятой нулевой линии;
 - 2.2. За номинальный размер принять: для валов – ближайший больший целочисленный размер в миллиметрах; для отверстий – ближайший меньший целочисленный размер в миллиметрах, для элементов, не подпадающих под принятые определения вала и отверстия – среднее арифметическое значение размера в миллиметрах и долях миллиметров с точностью до 0,01.
3. Определить положение поля допуска:
 - 3.1. Определить положение нулевой линии;
 - 3.2. Определить наибольший и наименьший размеры;
 - 3.3. Прочертить положение поля допуска.
4. Назначить квалитет:
 - 4.1. Определить числовое значение размаха измерений между предельными значениями размера;
 - 4.2. Работая с информационными таблицами определить цифровой индекс квалитета (ближайший более широкий);
 - 4.3. Работая с информационными таблицами определить варианты буквенного значения поля допуска;
 - 4.4. Выбрать наиболее предпочтительный вариант.
5. Указать полное значение размера на чертеже:
 - 5.1. Для основных валов и отверстий по H и h ;
 - 5.2. Для остальных элементов по $\pm \frac{IT}{2}$.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Назначить допуск на размер d вала (D отверстия) представленной детали.



Условия:

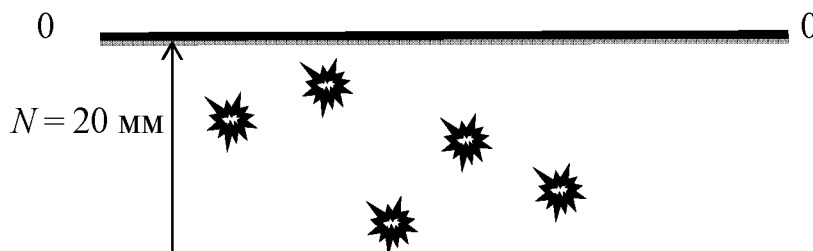
- 1) рассматриваем «основной» вал;
- 2) размер партии деталей – 5 шт.;
- 3) измерительный инструмент – микрометр МК ГОСТ 6507-90 (нутромер).

Решение:

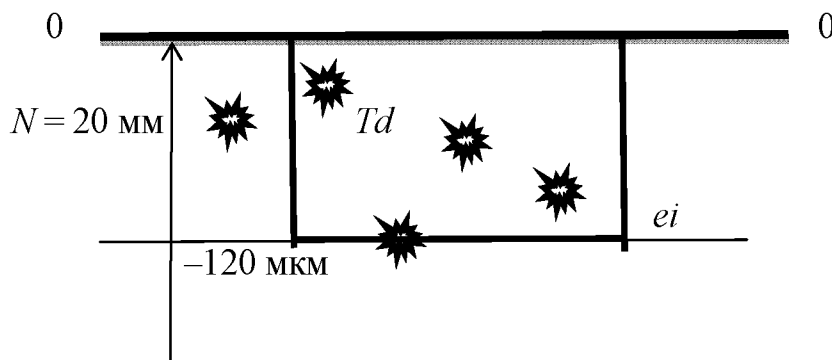
Этап 1. Измеряем контрольный размер партии деталей и производим первичную обработку данных.

Измеряемый параметр	Действительный размер, мм					Номинальный размер N , мм	Предельные отклонения, мкм		Действительный допуск Td , мкм
	1	2	3	4	5		нижнее, ei	верхнее, es	
d	19,95	19,97	19,88	19,94	19,91	20,0	-120	0	120

Этап 2. Наносим данные измерений на схему в выбранном масштабе.

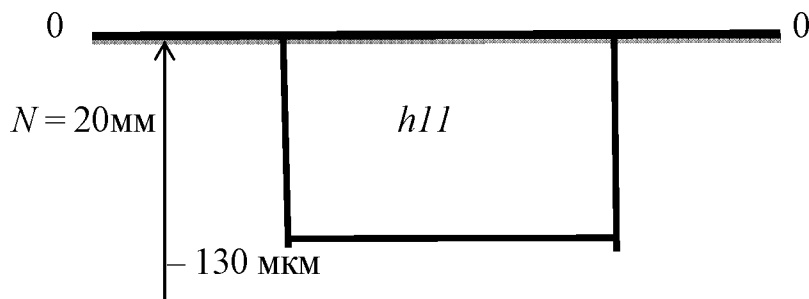


Этап 3. Строим расположение действительного допуска Td .

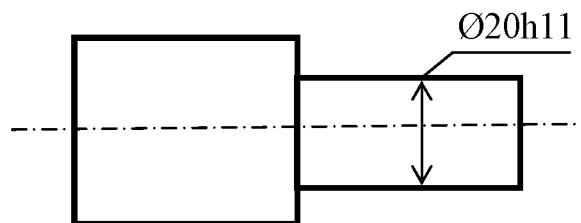


Этап 4. Рассматриваем возможные варианты задачи и выбираем предпочтительный, имеющий более широкий, чем действительный, допуск.

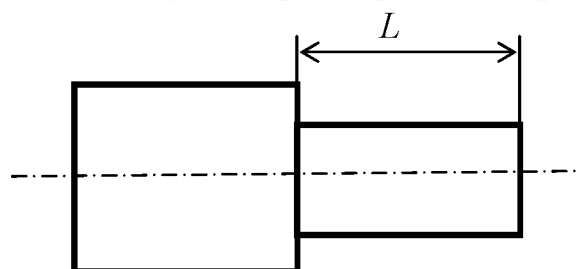
		Возможные варианты решения		Предпочтительный вариант
Квалитет		<i>h10</i>	<i>h11</i>	<i>h11</i>
Допуск, мкм		<i>84</i>	<i>130</i>	<i>130</i>
Отклонения	<i>es</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
	<i>ei</i>	<i>-84</i>	<i>-130</i>	<i>-130</i>



Этап 5. Решение задачи $d = \text{Ø}20h11$



2. Назначить допуск на размер L вала представленной детали.



Условия:

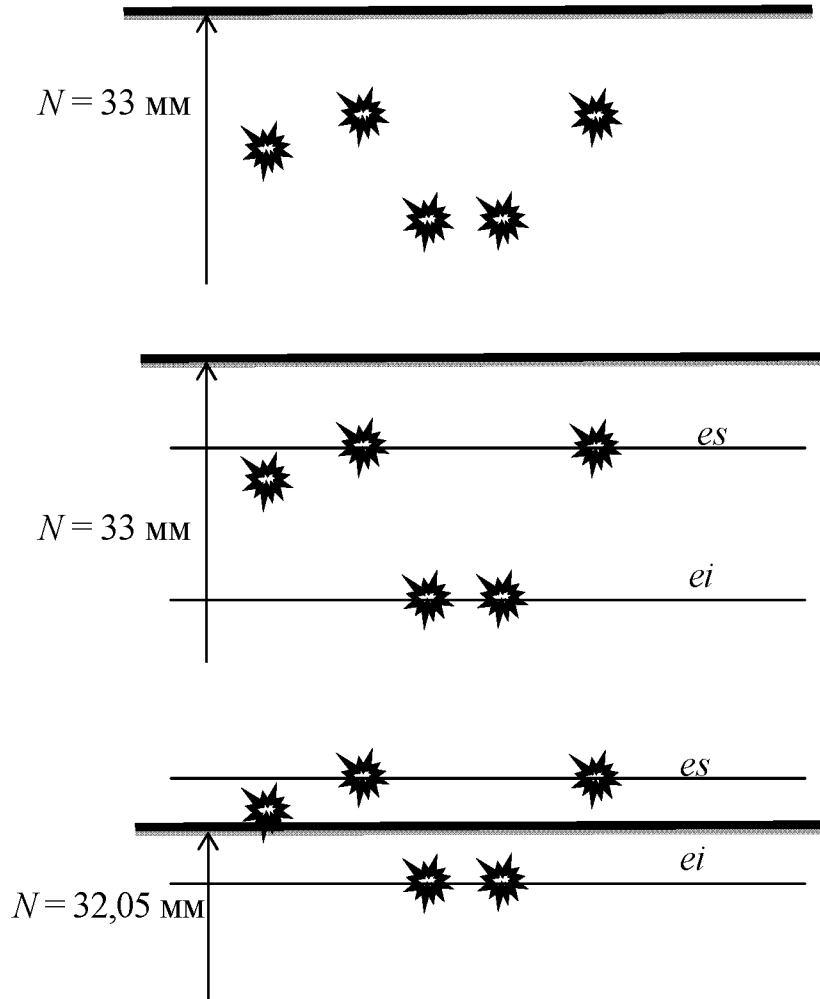
- 1) размер относится к неосновным;
- 2) размер партии деталей – 5 шт.;
- 3) измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-88.

Решение:

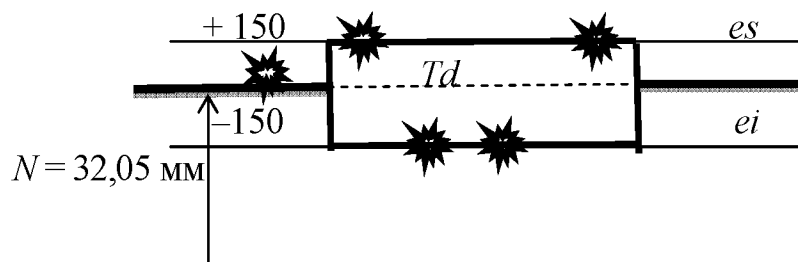
Этап 1. Измеряем контрольный размер партии деталей и производим первичную обработку данных.

Измеряемый параметр	Действительный размер, мм					Номинальный размер, N , мм	Предельные отклонения, мкм		Действительный допуск Td , мкм
	1	2	3	4	5		нижняя, ei	верхняя, es	
L	32,1	32,2	31,9	31,9	32,2	32,05	- 150	+ 150	300

Этап 2. Наносим данные измерений на схему в выбранном масштабе.

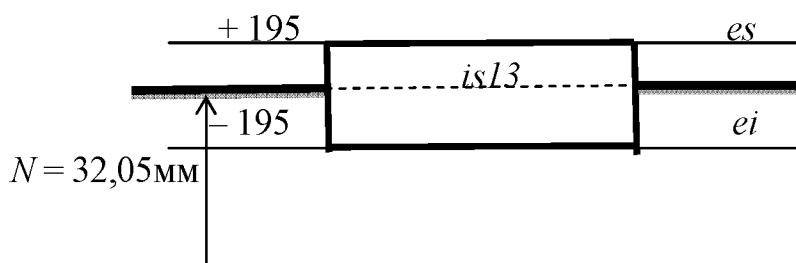


Этап 3. Строим расположение действительного допуска Td .

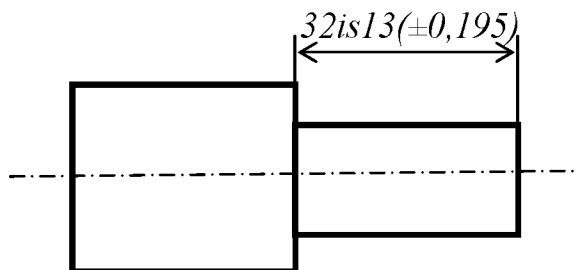


Этап 4. Рассматриваем возможные варианты задачи и выбираем предпочтительный, имеющий более широкий, чем действительный, допуск.

		Возможные варианты решения		Предпочтительный вариант
Квалитет		<i>is12</i>	<i>is13</i>	<i>is13</i>
Допуск, мкм		250	390	390
Отклонения	<i>es</i>	+ 125	+ 195	+ 195
	<i>ei</i>	- 125	- 195	- 195



Этап 5. Решение задачи $L = 32is13$



При выполнении индивидуального задания возможно совмещение вариантов разнотипных заданий, охватывающих анализируемое изделие в целом.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Порядок выполнения работы определяется индивидуальным заданием.

1. Решить задачи индивидуального задания, по форме, представленной в примерах;
2. Геометрические построения в предварительно выбранном масштабе с указанием расшифровок сокращений;
3. Чертеж анализируемой детали с указанием всех контролируемых размеров и соответствующих им полей допусков;
4. Отчет о выполнении индивидуального задания в виде отдельной папки формата А4.

Лабораторная работа № 6
**ИЗУЧЕНИЕ ПОСАДОК
ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Цель работы – обучить методике назначения посадок гладких цилиндрических соединений.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- виды размеров детали;
- систему допусков и посадок гладких цилиндрических соединений.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- определять вид посадки и систему ее построения;
- рассчитывать предельные значения зазоров и натягов;
- определять допуск посадки;
- работать с нормативными таблицами допусков и посадок.

Оборудование и материалы: микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с.: ил.
2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.
3. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки. В зависимости от характера соединения деталей различают посадки с зазором, посадки с натягом и переходные посадки (в которых присутствуют как зазоры, так и натяги).

Номинальный размер посадки – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Зазор – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала (рис. 6.1).

Натяг – разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера (рис. 6.2).

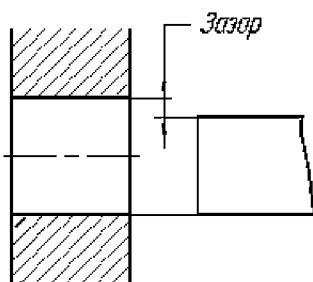


Рисунок 6.1

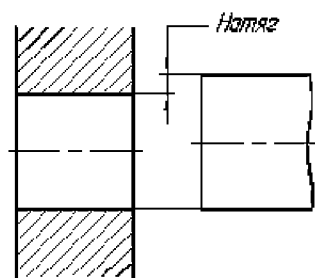


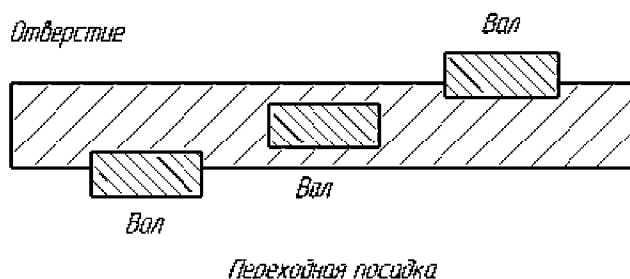
Рисунок 6.2

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В данной системе допусков и посадок основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала.

Посадка с натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала.

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала. При графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично (рис. 6.3).



Переходная посадка

Рисунок 6.3

Наименьший зазор в посадке – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала в посадке с зазором.

Наибольший зазор в посадке – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала в посадке с зазором или в переходной посадке.

Наибольший $S_{нб}$ и наименьший $S_{нм}$ зазоры (рис. 6.4) определяются следующими выражениями:

$$S_{нб} = D_{нб} - d_{нм} = (d_{ном} + ES) - (d_{ном} + ei) = ES - ei;$$

$$S_{нм} = D_{нм} - d_{нб} = (d_{ном} + EI) - (d_{ном} + es) = EI - es,$$

где $D_{нб}$ и $D_{нм}$ – наибольший и наименьший предельные размеры отверстия; $d_{нб}$ и $d_{нм}$ – наибольший и наименьший предельные размеры вала; $d_{ном}$ – номинальный размер соединения.

Вычитая из первого равенства второе, получим

$$S_{нб} - S_{нм} = ES - ei - EI + es = IT_{отв} + IT_{вала}.$$

Наименьший натяг в посадке – разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом.

Наибольший натяг в посадке – разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом или в переходной посадке.

Наибольший $N_{нб}$ и наименьший $N_{нм}$ натяги (рис. 6.5) определяются выражениями:

$$N_{нб} = d_{нб} - D_{нм} = (d_{ном} + es) - (d_{ном} + EI) = es - EI;$$

$$N_{нм} = d_{нм} - D_{нб} = (d_{ном} + ei) - (d_{ном} + ES) = ei - ES.$$

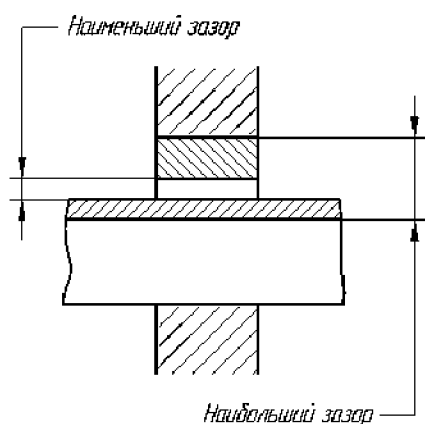


Рисунок 6.4

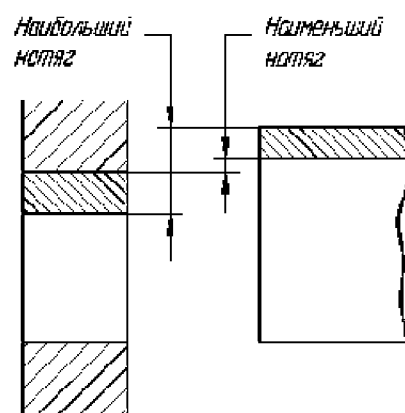


Рисунок 6.5

Вычитая из первого равенства второе, получим

$$N_{нб} - N_{нм} = es + EI - ei + ES = IT_{отв} + IT_{вала}.$$

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

Посадки в системе вала – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении работы следует пользоваться приложениями 1, 2.

1. Определить предельные отклонения, величины наибольших и наименьших зазоров и натягов по заданным номинальным размерам и посадкам. Определить допуск посадки, вид посадки. Построить схему расположения полей допусков в соединениях.

Варианты	1	2	3	4	5
Номинальный размер и посадки	$\varnothing 40 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 20 \frac{H7}{f7}$	$\varnothing 25 \frac{H7}{r6}$	$\varnothing 15 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 25 \frac{H8}{u8}$
Варианты	6	7	8	9	10
Номинальный размер и посадки	$\varnothing 50 \frac{G7}{g6}$	$\varnothing 74 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 40 \frac{E9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{D11}{h11}$

2. Построить схему расположения полей допусков в соединениях и определить предельные зазоры и натяги.

Варианты	1	2	3	4	5
Номинальный размер и посадки	$\varnothing 20 \frac{H7}{r6}$	$\varnothing 10 \frac{H8}{h8}$	$\varnothing 40 \frac{G7}{h6}$	$\varnothing 25 \frac{H8}{e8}$	$\varnothing 35 \frac{D11}{h11}$
Варианты	6	7	8	9	10
Номинальный размер и посадки	$\varnothing 25 \frac{G6}{h5}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 40 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 35 \frac{H8}{h8}$

3. В заданных соединениях определить вид посадки и систему, в которой назначена посадка.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varnothing 20$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H9}{e8}$	$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{Is6}{h5}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{Is7}{h6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H8}{u8}$
$\varnothing 50$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H8}{f9}$
$\varnothing 40$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{G6}{h6}$

4. По заданным наибольшим и наименьшим зазорам и натягам в соединении отверстия и вала подобрать посадку в системе отверстия при условии, что допуски отверстия и вала соединения назначены по одному качеству.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер, мм	Ø40	Ø45	Ø50	Ø15	Ø30	Ø50	Ø25	Ø25	Ø40	Ø20
Наибольший зазор $S_{нб}$, мкм	57	-	57	-	33	75	42	-	50	-
Наименьший зазор $S_{нм}$, мкм	25	-	25	-	7	25	0	-	0	-
Набольшый натяг $N_{нб}$, мкм	-	25	-	29	-	-	-	81	-	28
Наименьший натяг $N_{нм}$, мкм	-	4	-	7	-	-	-	14	-	2

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример. Подобрать посадку в системе отверстия при условии, что допуски вала и отверстия назначены по одному качеству.

Условие: номинальный диаметр соединения $d_{ном} = 100$ мм, необходимый наибольший зазор $S_{нб} = 60$ мкм, наименьший $S_{нм} = 10$ мкм.

Решение: так как по условию допуски отверстия и вала назначены по одному качеству, то они равны. Определим допуски отверстия и вала.

$$IT_{отв} = IT_{вала} = (S_{нб} - S_{нм}) / 2 = (60 - 10) / 2 = 25 \text{ мкм.}$$

Учитывая, что нижнее отклонение основного отверстия $EI = 0$, найдем верхнее отклонение.

$$ES = IT_{отв} + EI = 25 + 0 = 25 \text{ мкм.}$$

По таблице приложения 1 находим, что для основного отверстия Ø100 мм ближайшее к найденному (+25 мкм) верхнее отклонение равно +22 мкм и ему соответствует поле допуска $H6$.

Определим верхнее и нижнее отклонения вала:

$$S_{нм} = EI - es, \quad es = EI - S_{нм} = 0 - 10 = -10 \text{ мкм};$$

$$S_{нб} = ES - ei, \quad ei = ES - S_{нб} = 25 - 60 = -35 \text{ мкм.}$$

По таблице приложения 1 для вала $\varnothing 100$ мм устанавливаем, что для найденных отклонений ближайшим полем допуска будет $g6$.

Назначается посадка $\varnothing 100 \frac{H6}{g6}$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Порядок выполнения работы определяется индивидуальным заданием.

В процессе выполнения работы студент должен:

- 1) решить задачи из индивидуального задания, по форме, представленной в примере;
- 2) все необходимые геометрические построения оформить аккуратно в предварительно выбранном масштабе с указанием расшифровок сокращений;
- 3) оформить решение каждой задачи на отдельном листе формата А4;
- 4) оформить отчет о выполнении индивидуального задания в виде отдельной папки формата А4;
- 5) оформить титульный лист отчет по установленной форме.

Лабораторная работа № 7
**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
НА ОСНОВЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК ЧАСОВОГО ТИПА**

Цель работы – обучить методике измерения радиального и торцового биения ступенчатого вала.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство контрольно-измерительных приборов, оснащенных измерительными головками часового типа;
- устройство измерительных штативов;
- методику измерения параметров радиального и торцового биения реальных деталей;
- методику оценки результатов измерения радиального и торцового биения.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- настраивать приборы в соответствии с измерительной схемой контроля параметра биения;
- считывать результаты измерений с измерительных приборов часового типа;
- производить расчет нормы радиального и торцового биения по результатам натуральных измерений;
- назначать параметр степени точности детали по критерию полного радиального и торцового биения.

Оборудование и материалы: индикаторная головка часового типа ИЧ ГОСТ 9696-75; стойка измерительная ГОСТ 10197-70, штатив измерительный ГОСТ 10197-70, станок токарный ТВ4, штангенциркуль с цифровой индикацией ШЦЦ-I ГОСТ 166-89, набор натуральных образцов, микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с.: ил.
2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОМИНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Оцениваются данные отклонения по точкам реальной поверхности или реального профиля относительно базы. База – это элемент детали (поверхность, ось, точка), по отношению к которому заданы допуски расположения. За базу могут быть приняты соответствующие поверхности, линии и точки, относительно которых задается отклонение. Положение базы в детали изображается знаком с указанием наименования элемента (А, Б, В и т.д.) и приведенным к ее соответствующей части, например к оси симметрии (рис. 7.1).

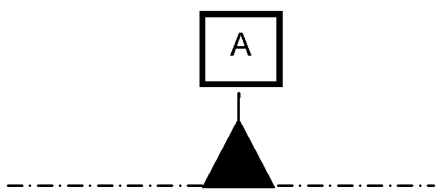


Рисунок 7.1 – Обозначение базового элемента детали (ось симметрии)

К суммарным отклонениям формы и расположения относятся все виды *биений*.

Кроме известных видов биения, рассматриваемых в отдельных сечениях поверхности (радиального, торцового и в заданном направлении), введены понятия о *полном радиальном и полном торцовом биениях*, определяемых по всем точкам поверхности.

Полное радиальное биение определяется как наибольшая разность показаний измерительной головки при относительном вращении детали и перемещении ее вдоль базовой оси (рис. 7.2, а) и может применяться для нормирования цилиндрических поверхностей.

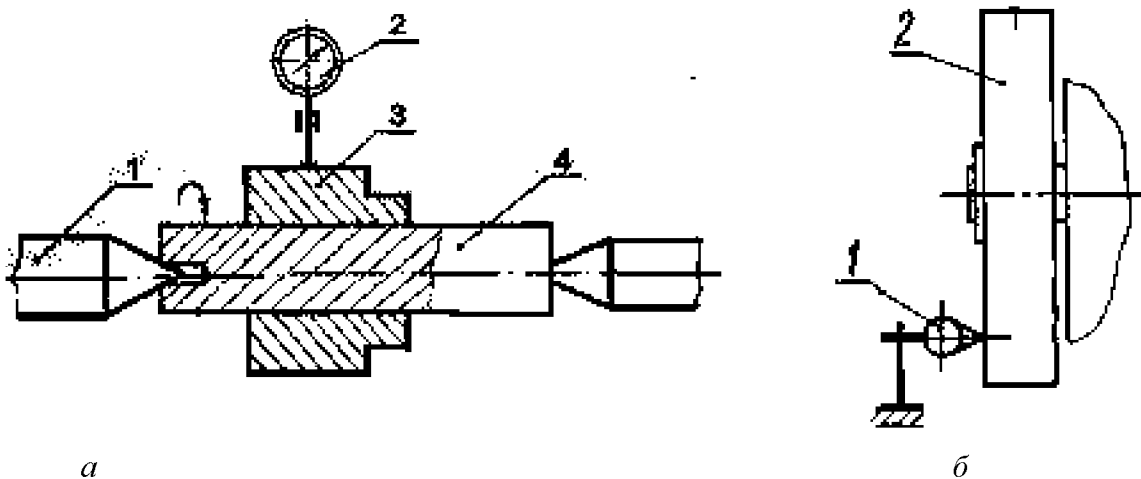






Рисунок 7.2 – Схема контроля биения:
а – радиального: 1 – центр, 2 – индикатор, 3 – деталь, 4 калиброванная оправка;
б – торцового: 1 – индикатор, 2 - деталь

Полное торцовое биение определяется как наибольшая разность показаний измерительной головки при относительном вращении детали вокруг базовой оси и радиальном перемещении (рис. 7.2, б). Полное торцовое биение равно разности наибольших и наименьших расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси, определяют в пределах всей торцевой поверхности.

Допуск расположения поверхностей – это допуск, при котором действительное расположение поверхностей годной детали должно находиться в допустимых пределах, т.е. соответствовать определенным видам поверхностей. ГОСТ 2.308-79 устанавливает правила указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах изделий для всех отраслей промышленности, ГОСТ 24643-81 – числовые значения допусков.

Как правило, предпочтение отдается условным обозначениям допусков (табл. 7.1), а не текстовым записям.

Таблица 7.1 – Символьное обозначение суммарных допусков формы и расположения

Вид допуска	Знак
Допуск радиального биения	
Допуск торцового биения	
Допуск биения в заданном направлении	
Допуск полного радиального биения	
Допуск полного торцового биения	
Допуск формы заданного профиля	
Допуск формы заданной поверхности	

При условном обозначении данные о допусках формы и расположении поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две части и более (рис. 7.3), в которых помещают (слева направо):

- в первой – знак допуска по таблице 7.1;
- во второй – числовое значение допуска в миллиметрах;
- в третьей и последующих – буквенное обозначение элемента детали, выбранного в качестве измерительной базы.

Пример обозначения радиального биения конуса относительно цилиндрической ступицы вала показан на рисунке 7.4.



Рисунок 7.3 – Указание допусков формы и расположения в прямоугольной рамке

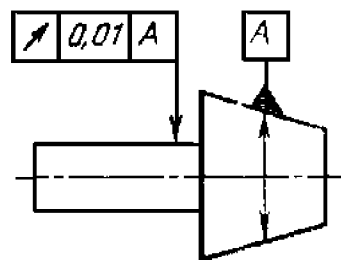


Рисунок 7.4 – Обозначения биения на чертеже

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА

Для измерения параметра отклонения от номинального расположения используется специальное установочное приспособление, реализующее установку детали в центах или в патроне с поджатием центром (рис. 7.5).

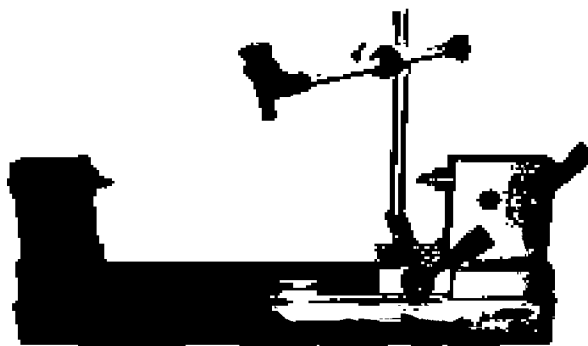


Рисунок 7.5 – Приспособление для контроля параметров биения

Контроль отклонений от номинального расположения поверхностей производится с использованием механических измерительных приборов часового типа. К ним относятся измерительные головки с рычажными, зубчатыми, рычажно-зубчатыми, рычажно-винтовыми и рычажно-пружинными передачами.

В практике контроля отклонений средней степени точности наиболее применимы индикаторы часового типа ИЧ, конструкция которого представлена на рисунке 7.6.

Основными узлами индикатора являются циферблат 7 со шкалой, ободок 2, стрелка 3, указатель 4 числа оборотов стрелки, гильза 5, измерительный стержень 6 с наконечником 7, корпус 8, ушко 9 и головка 10 стержня. Гильза и ушко служат для крепления индикатора на стойках, штативах и приспособлениях. Поворотом ободка 2, на котором закреплен

циферблат, стрелку совмещают с любым делением шкалы. За головку 10 стержень отводят при установке изделия под измерительный наконечник.

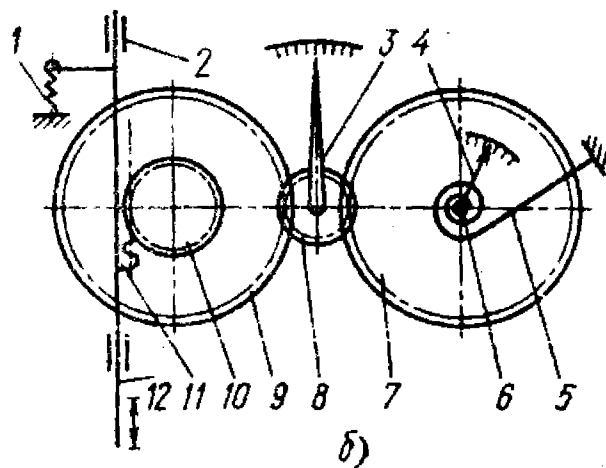
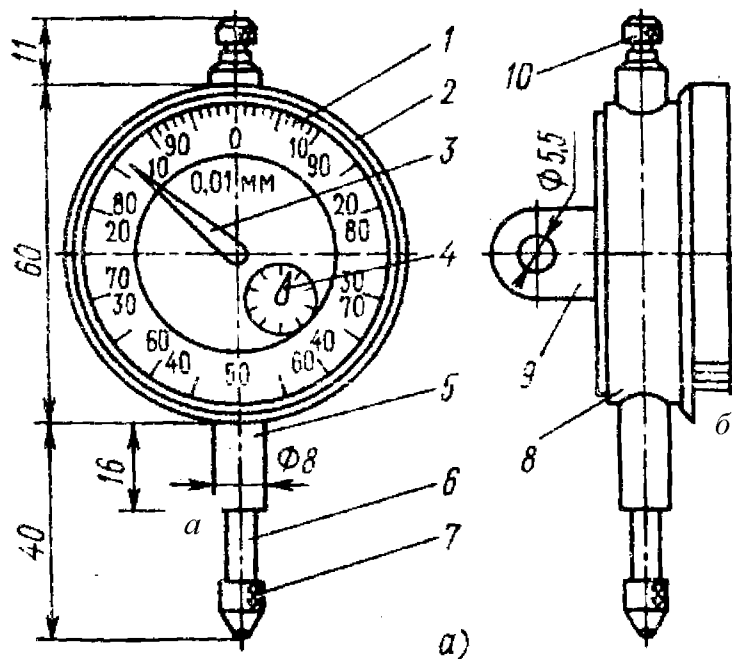


Рисунок 7.6 – Индикатор часового типа ИЧ:
а – общий вид; *б* – кинематическая схема

Измерительные головки устанавливают на стойках или штативах, которые выполняются нескольких типов. Наиболее применимы стойки с магнитной установочной поверхностью типа МС (рис. 7.7, *а*) или магнитные штативы типа ШМ (рис. 7.7, *б*).

Стойки имеют основание и колонку с кронштейном или стержнем. Измерительную головку зажимают на стойках винтом. Кронштейн может перемещаться по колонке гайкой и закрепляться винтом. Стержень зажимают в хомуте винтом.

Штативы не имеют измерительного стола и применяются при измерениях на поверочных плитах и на станках.

Измерительные головки закрепляют в державке, которую зажимают винтом на стержне, имеющем пружинные пальцы и винт для тонкой установки на размер. Назначение остальных деталей штативов такое же, как у стоек.

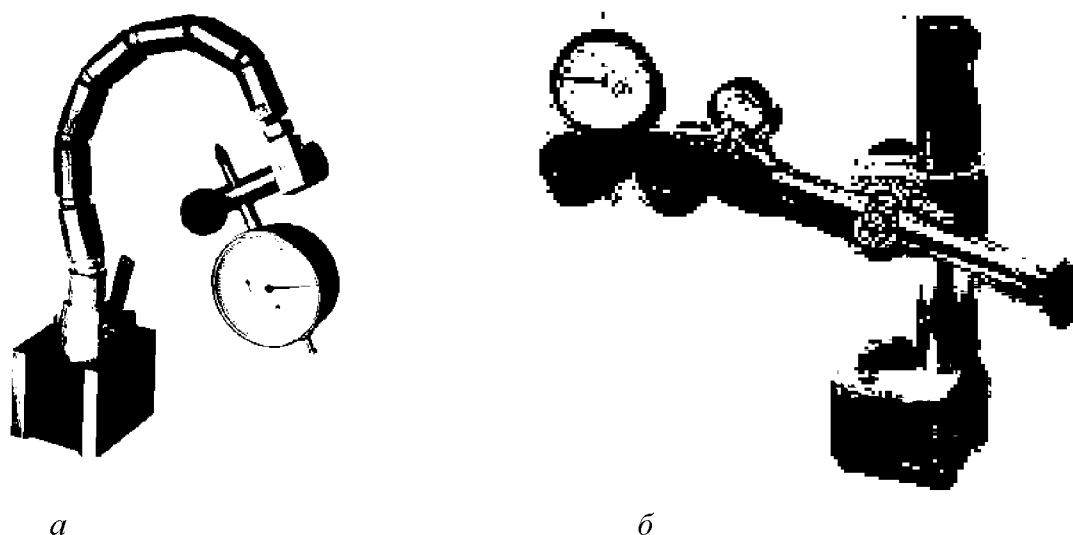


Рисунок 7.7 – Конструкция измерительных стоек и штативов:
а – магнитная стойка МС-29; *б* – штатив магнитный ШМ-II

ТЕХНИКА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРА БИЕНИЯ

Контролируемые детали, в зависимости от конфигурации, могут быть установлены:

- по плоскости – на инструментальной плите;
- по оси вращения – в центрах специального приспособления.

Техника контроля заключается в том, что контролирующий прибор должен быть установлен на поверхности, назначенной в качестве измерительной базы, а исполнительный орган измерительного прибора при его относительном перемещении по контролируемой поверхности полностью копирует ее.

Последовательность действий при контроле отклонений от взаимного расположения поверхностей следующая:

- 1) установить измерительную головку присоединительной гильзой на стойке и закрепить;
- 2) установить контролируемую деталь в измерительной приспособлении (в центрах при контроле радиального биения);
- 3) установить стойку на металлоконструкцию измерительного приспособления и закрепить магнитным захватом;
- 4) установить наконечник измерительной головки над измеряемой поверхностью;
- 5) поворотом циферблата установить «ноль» прибора;
- 6) сделать полный оборот детали, заметив одно из экстремальных положений стрелки индикатора, которой следует принять за «ноль», для чего произвести соответствующую регулировку циферблата;
- 7) сделать еще один оборот детали, считывая абсолютную величину фактического отклонения относительно установленного «нуля».

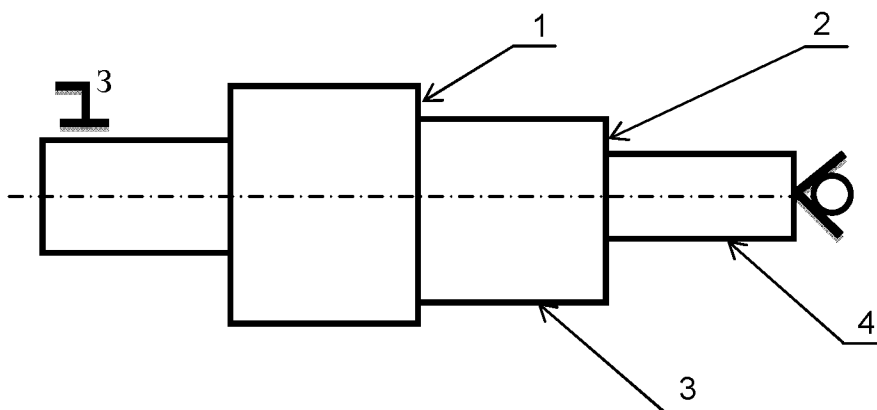
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Индивидуальное задание – измерить величину радиального и торцового биения поверхности вала, установленного в токарном патроне с поджатием центром.

Средства измерения – прибор для контроля биения изделия и измерительная головка.

Измеряемая деталь – цилиндрический ступенчатый вал.

Измерительная схема – трехкулачковый патрон, вращающийся центр, поверхности для контроля торцового биения – 1, 2; для контроля радиального биения – 3, 4.



1. Протираем чистой тканью измеряемую поверхность детали и ее центровые отверстия.

2. Тщательно осматриваем конические участки центровых отверстий и убеждаемся в отсутствии забоин и заусенец, так как их наличие резко увеличивает измерительную величину биения поверхности.

3. Подготавливаем базирующие центры. Устанавливаем деталь в центре. Подготавливаем индикатор часового типа, устанавливаем его в исходное положение.

4. Создаем линейный контакт измерительного наконечника с поверхностью вала на 1...2 мм и далее до поворота главной стрелки индикатора на полный оборот.

5. Поворачиваем вал в центрах до установки стрелки индикатора в наибольшее положение при вращении в направлении часовой стрелки.

6. Устанавливаем на «0» шкалу индикатора по положению стрелки, для чего плавно поворачиваем ободок с циферблатом до совмещения оси главной стрелки и середины нулевого штриха шкалы.

7. Поворачиваем вал медленно от себя до приведения стрелки в наименьшее положение и записываем показания стрелки в этом положении.

8. Продолжаем вращение вала в том же направлении до тех пор, пока стрелка не займет наибольшее положение.

9. Повторяем полный оборот вала в центрах, записывая показания индикатора в крайних положениях стрелки Δ , и сравниваем эти показания с показаниями при первом обороте вала. Если эти показания будут расходиться больше чем на одно деления круговой шкалы, то выполним третий оборот вала с записью показаний.

10. Подсчитываем разности показаний в верхних и нижних точках для каждого оборота вала.

$$\delta = \frac{\Delta}{2}.$$

11. Подсчитываем их среднюю величину и записываем ее как измеренное значение величины радиального биения вала.

12. Определяем показатель степени точности детали (приложения 3, 4) по параметру радиального и торцового биения, принимая за него максимальное из полученных значение степени точности отдельных элементов.

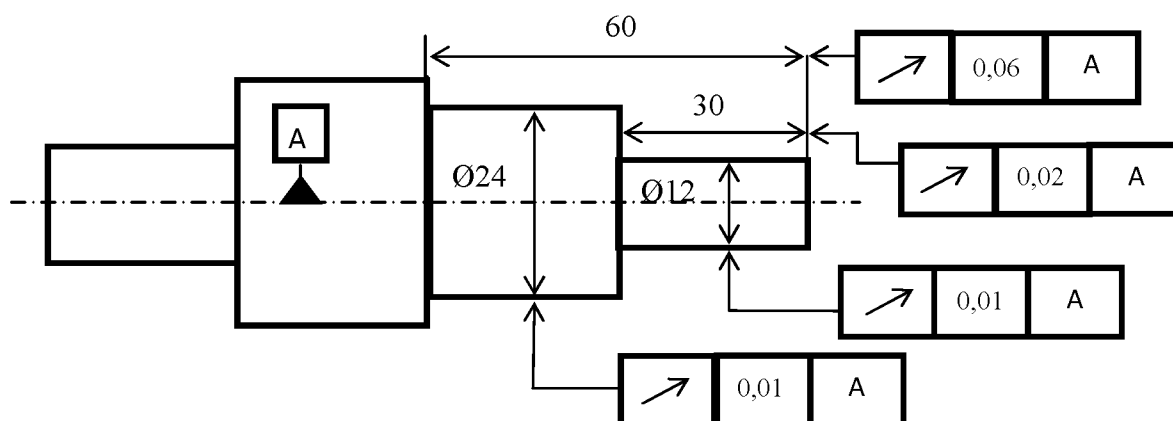
13. Данные контроля заносим в таблицу (табл. 7.2).

Таблица 7.2 – Протокол измерения размерных характеристика детали

Номер измеряемой поверхности	Номинальный размер, мм	Отклонение Δ , мм			Принятое значение отклонения Δ , мм	Величина биения δ , мм	Степень точности
		1	2	3			
1	60	0,07	0,09	0,12	0,12	0,06	10
2	30	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	8
3	24	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	7
4	12	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	8

14. Наносим на чертеж детали параметры радиального и торцового биения.

15. Указываем в текстовой форме степень точности детали по параметру полного радиального и торцового биения.



*Степень точности детали по параметру **полного торцового биения** – 10.*

*Степень точности детали по параметру **полного радиального биения** – 8.*

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткие теоретические данные о методиках измерений и используемых измерительных средствах.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Формулировка индивидуального задания.
4. Схемы измерения поверхностей и протокол измерений.
5. Анализ полученных экспериментальных данных.
6. Чертеж измеряемой детали с указанием степени точности по назначенным параметрам.

Лабораторная работа № 8
**НОРМИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ
И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Цель работы – обучить методике измерения радиального и торцового биения ступенчатого вала.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство контрольно-измерительных приборов, оснащенных измерительными головками часового типа;
- устройство измерительных штативов;
- методику измерения параметров отклонения от номинальной формы и расположения поверхностей.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- производить расчет нормы отклонения от номинальной формы и расположения поверхностей;
- изображать допуски отклонений от формы и расположения на чертеже.

Оборудование и материалы: микрокалькулятор, чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с.: ил.

2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

**ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей на чертежах приведены в таблице 8.1.

Отклонение формы

- для ***плоских поверхностей*** ГОСТ 28187-89 регламентирует следующие отклонения формы поверхности:

1) отклонение от плоскостности: наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка;

2) отклонение от прямолинейности: наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка;

- для **цилиндрических поверхностей** ГОСТ 28187-89 регламентирует следующие отклонения формы цилиндрических поверхностей:

- 1) отклонение от цилиндричности: наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка;

- 2) отклонение от круглости: наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности;

- для **профиля продольного сечения** ГОСТ 28187-89 регламентирует следующие отклонения профиля продольного сечения:

- 1) конусообразность: отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны;

- 2) бочкообразность: отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения;

- 3) седлообразность: отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения.

Таблица 8.1 – Символьное обозначение допусков на чертеже

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуск расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцевого биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцевого биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

Отклонение расположения поверхностей

ГОСТ 28187-89 регламентирует следующие отклонения расположения поверхностей:

1. *Отклонение от параллельности плоскостей* определяется как разность наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями (прямыми) в пределах нормируемого участка.

2. *Отклонение от параллельности оси (или прямой) и плоскости* определяется как разность наибольшего и наименьшего расстояний между осью (прямой) и плоскостью на длине нормируемого участка.

3. *Отклонение от перпендикулярности плоскостей, осей или оси и плоскости* определяется как отклонение угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах на длине нормируемого участка.

4. *Отклонение от соосности относительно базовой поверхности* определяется как наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и базовой (осью базовой поверхности или общей осью двух или нескольких поверхностей) на длине нормируемого участка.

5. *Отклонение от соосности относительно общей оси* определяется как наибольшее расстояние от оси рассматриваемой поверхности до общей оси двух или нескольких номинальных соосных поверхностей вращения в пределах длины рассматриваемой поверхности.

6. *Отклонение от симметричности* определяется как наибольшее расстояние между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента (или элементов) и базой (плоскостью симметрии базового элемента или общей плоскостью симметрии двух или нескольких элементов) в пределах нормируемого участка, поверхностей.

7. *Отклонение от пересечения осей* определяется как наименьшее расстояние между осями, номинально пересекающимися;

8. *Позиционное отклонение* определяется как наибольшее расстояние между реальным расположением элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) и его номинальным расположением в пределах нормируемого участка.

Суммарные допуски формы и расположения

1. Торцовое биение – определяется как разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси.

2. Радиальное биение – определяется как разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка до базовой оси.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЙ

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными знаками.

Для измерения величины отклонений от круглости деталей типа тел вращения (например, цилиндров) применяются приборы – кругломеры.

Для определения некруглости на профилограмму накладывают прилегающую окружность. Отклонения от круглости $\delta_{огр}$ определяются по формуле

$$\delta_{огр} = \Delta / Y,$$

где Δ – наибольшее расстояние прилегающей окружности до профилограммы, мм, измеренное в радиальном направлении (рис. 8.1, а); Y – коэффициент увеличения прибора, при котором произведена запись профилограммы (1000, 2000, 4000 и т.д.).

Для измерения этих отклонений можно применять двухконтактные средства измерения (микрометры, рычажные скобы и т. д.).

Овальность (рис. 8.1, б) $\delta_{ов}$ определяется по формуле

$$\delta_{ов} = (d_{max} - d_{min}) / 2,$$

где d_{max} – наибольший измеренный диаметр, мм; d_{min} – наименьший измеренный диаметр, мм.

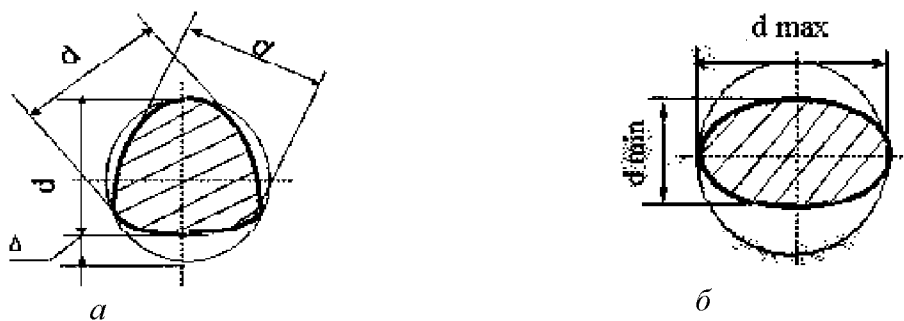


Рисунок 8.1 – Отклонение от круглости:
а – огранка; б – овальность

Частными видами отклонения профиля продольного сечения цилиндрической поверхности являются:

- *конусообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны (рис. 8.2, а).

- *бочкообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения (рис. 8.2, б).

- *седлообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения (рис. 8.2, в).

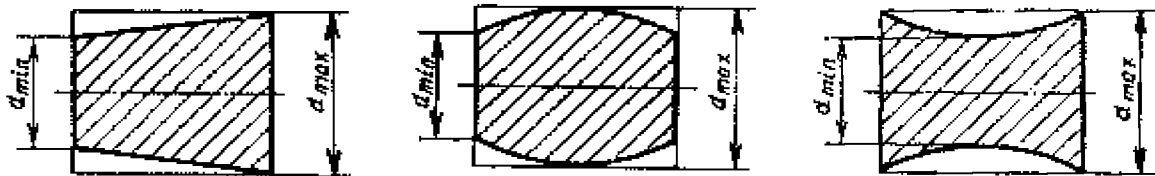


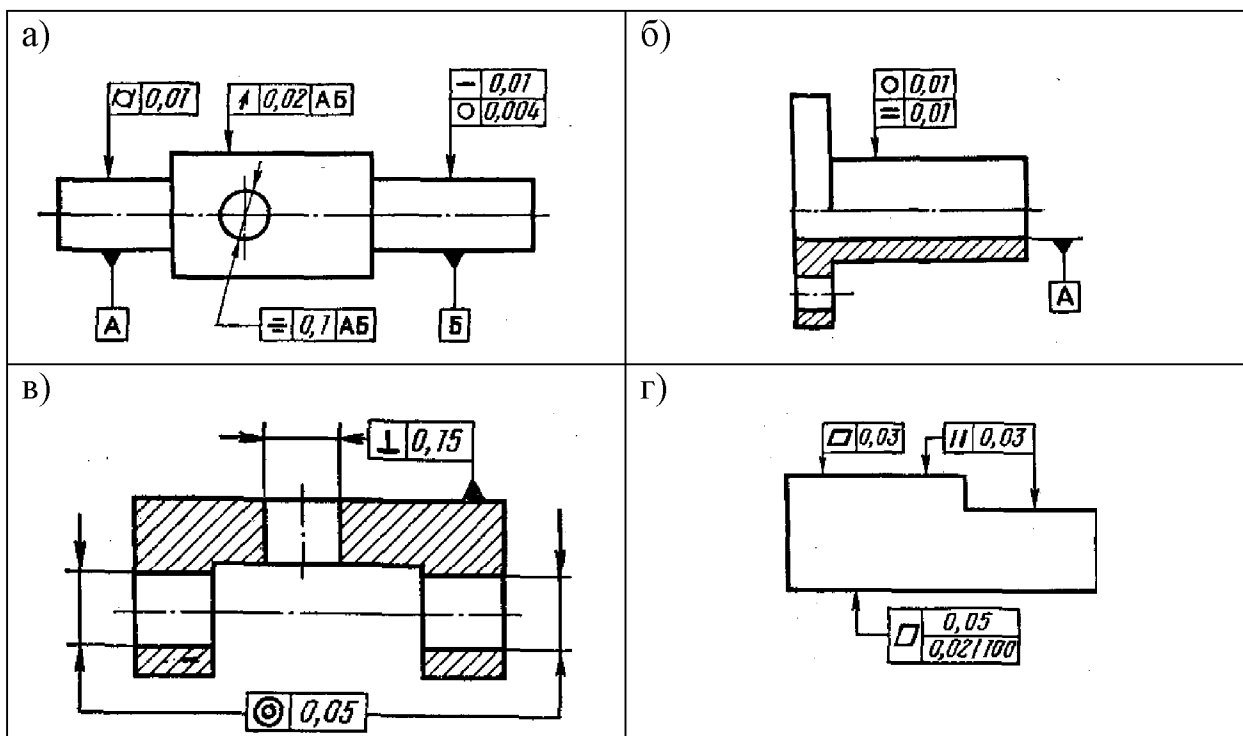
Рисунок 8.2 – Отклонения профиля продольного сечения:
 а – конусообразность; б – бочкообразность; в – седлообразность

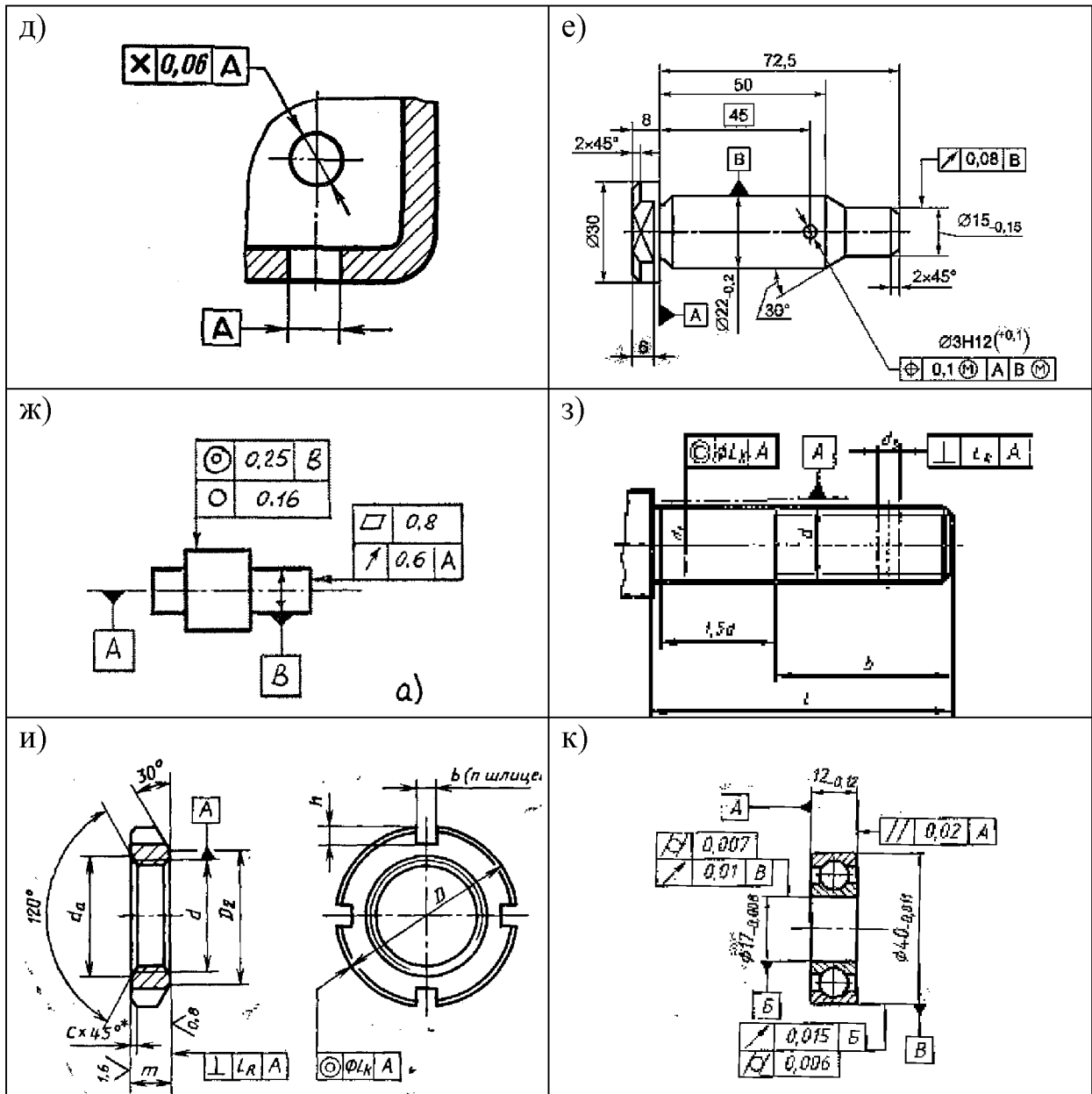
Количественно конусообразность, бочкообразность и седлообразность оцениваются по формуле, аналогичной расчету параметров овальности.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

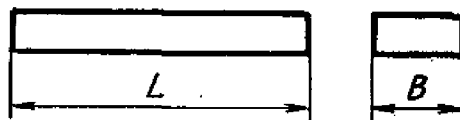
При выполнении работы следует пользоваться приложениями 3, 4.

1. Расшифровать условные обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей.



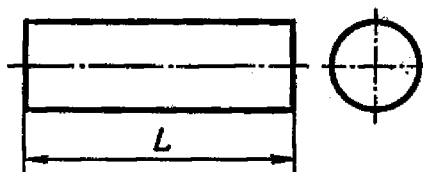


2. Нанести на чертеже требования к отклонению от плоскостности бруска в зависимости от заданных размеров и степени точности на погрешность формы.



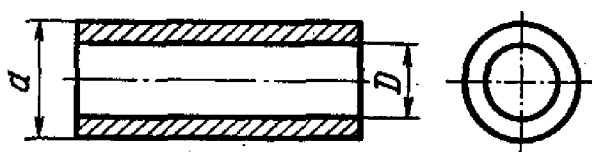
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер L , мм	100	22	125	110	80	50	360	450	630	500
Номинальный размер B , мм	40	10	25	16	10	6,3	50	75	60	63
Степень точности	2	4	3	5	4	10	7	5	6	9

3. Нанести на чертеже требования к непрямолинейности образующей цилиндра в зависимости от заданной длины и степени точности на погрешность формы.



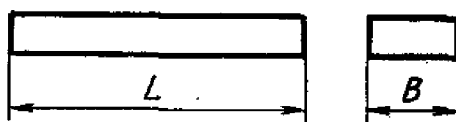
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальная длина, мм	80	80	160	160	200	200	500	500	710	710
Степень точности	9	2	3	7	5	1	4	8	9	6

4. Нанести на чертеже требования к некруглости наружного цилиндра d и внутреннего D в зависимости от заданных диаметров и степеней точности на погрешность формы.



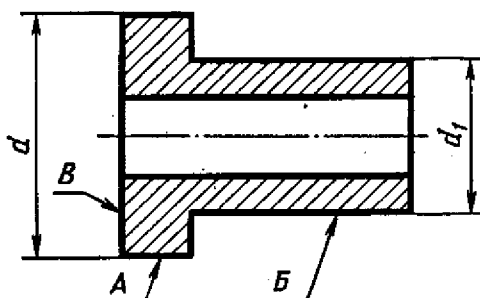
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный диаметр D , мм	100	120	60	140	180	500	25	12	22	25
Номинальный диаметр d , мм	50	80	32	60	120	250	10	4	12	14
Степень точности	3	8	10	4	5	9	7	6	1	2

5. Нанести на чертеже требования к отклонению от параллельности плоскостей бруска в зависимости от заданных размеров и степеней точности на отклонения расположения поверхностей.



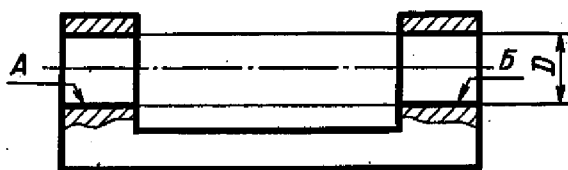
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер L , мм	40	40	160	160	100	100	220	220	400	400
Номинальный размер B , мм	10	10	40	40	25	25	50	50	90	90
Степень точности	10	9	1	2	4	3	5	6	8	7

6. Нанести на чертеже требования к радиальному биению поверхностей *A* и *B* и торцовому биению поверхности *B* относительно оси отверстия в зависимости от заданных диаметров и степеней точности на отклонения расположения поверхностей.



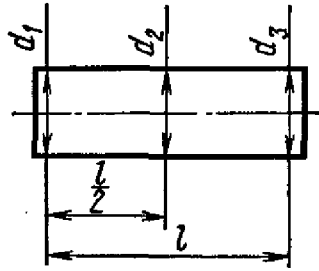
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер d , мм	25	50	8	180	300	400	90	400	125	560
Номинальный диаметр d_1 , мм	20	36	4	110	180	160	50	320	75	340
Степень точности	2	4	3	5	1	6	10	8	7	9

7. Нанести на чертеже требования к отклонению от соосности отверстия *A* относительно отверстия *B* в зависимости от заданных диаметров и степеней точности на отклонения расположения поверхностей.



Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный диаметр D , мм	40	25	16	160	160	100	100	320	320	400
Степень точности	2	1	3	5	4	7	10	9	8	6

8. Микрометром измерены диаметры валов по краям и в середине, по результатам измерения определить величину и вид отклонения профиля продольного сечения (конусообразность, седлообразность, бочкообразность).



Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_1 , мм	4,05	15,98	24	9,97	8,01	11,99	19,99	25	16	32,01
d_2 , мм	4,1	16,02	23,93	9,99	8,04	11,92	20,03	24,95	15,98	31,95
d_3 , мм	4,15	15,97	23,98	9,95	8,07	11,98	19,97	24,99	15,96	32

9. При измерении рычажной скобой валов установлено, что детали имеют четко выраженную овальность. Определить значения овальности по результатам измерений.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_{нб}$, мм	10,95	4,2	7,86	47,3	35,01	17,5	43,6	15,85	39,99	25
$d_{нм}$, мм	10,90	4,19	7,82	47,22	34,97	17,42	43,51	15,80	39,93	24,94

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Порядок выполнения работы определяется индивидуальным заданием.

В процессе выполнения работы студент должен:

- 1) решить задачи индивидуального задания;
- 2) все необходимые геометрические построения оформить аккуратно в предварительно выбранном масштабе с указанием расшифровок сокращений;
- 3) оформить отчет о выполнении индивидуального задания в виде отдельной папки формата А4.

Лабораторная работа № 9
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ УГЛОМЕРОВ

Цель работы – изучить конструкции измерительных инструментов, предназначенных для контроля угловых размеров физических тел; получить навыки работы с угломерами.

В результате выполнения работы студент *должен знать*:

- устройство и принцип работы маятникового угломера;
- устройство и принцип работы нониусного угломера;
- особенности работы со считывающими устройствами угломеров различных типов.

В результате выполнения работы студент *должен уметь*:

- пользоваться маятниковым угломером ЗУРИ-М для контроля углов заточки резца и фрез;
- пользоваться нониусным угломером 2УРИ для контроля углов заточки фрез.

Оборудование и материалы: маятниковым угломером ЗУРИ-МТУ2-034-666-82, нониусным угломером 2УРИ ТУ2-034-617-84; натурные образцы резцов (проходной, отрезной, подрезной); натурные образцы фрез (дисковая, дисковая отрезная, цилиндрическая), чертежные принадлежности.

Литература:

1. Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. – Минск : РИПО, 2012. – 277 с. : ил.
2. Нормирование точности и технические измерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология» / сост. и общ. ред. С.Э. Завистовского. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 228 с.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить конструкцию маятникового угломера ЗУРИ-М:
 - 1.1. конструкция и настройка штангенциркуля на контроль углов заточки проходного резца;
 - 1.2. конструкция и настройка штангенциркуля на контроль углов заточки отрезного резца;
 - 1.3. конструкция и настройка штангенциркуля на контроль углов заточки подрезного.
2. Изучить конструкцию нониусного угломера 2УРИ:
 - 2.1. конструкция и настройка нониусного угломера на контроль углов заточки дисковой трехсторонней фрезы;

Главным задним углом α называется угол между касательной к главной задней поверхности резца в рассматриваемой точке режущей кромки и плоскостью резания или угол в главной секущей плоскости между задней поверхностью лезвия и плоскостью резания.

Главным передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку или угол в секущей плоскости между поверхностью лезвия и основной плоскостью.

Для определения главного ϕ и вспомогательного ϕ_1 углов в плане и угла при вершине ϵ рассматривают положение инструмента на виде сверху.

Углом наклона главной режущей кромки λ называется угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости, или угол в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью. Этот угол измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости (рис. 9.2).

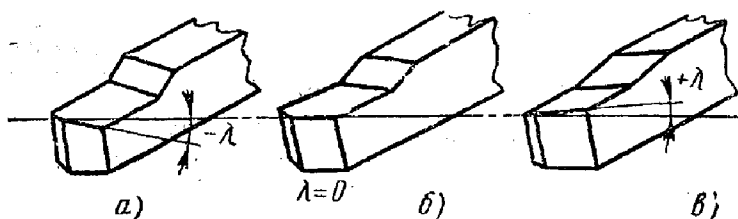


Рисунок 9.2 – Угол наклона главной режущей кромки резца:
а – отрицательный угол; б – «нулевой» угол; в – положительный угол

Главным углом в плане ϕ называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательным углом в плане ϕ_1 называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи; он делается для исключения трения на большей части вспомогательной, режущей кромки.

Углы заточки фрезы

Режущие зубья фрез могут быть расположены как на цилиндрической поверхности, так и на торце. Зуб цилиндрической фрезы можно сравнить с простым резцом.

На рисунке 9.3 показаны геометрические элементы режущей части фрезы. Главный передний угол γ может быть положительным и отрицательным (рис. 9.3, а и б).

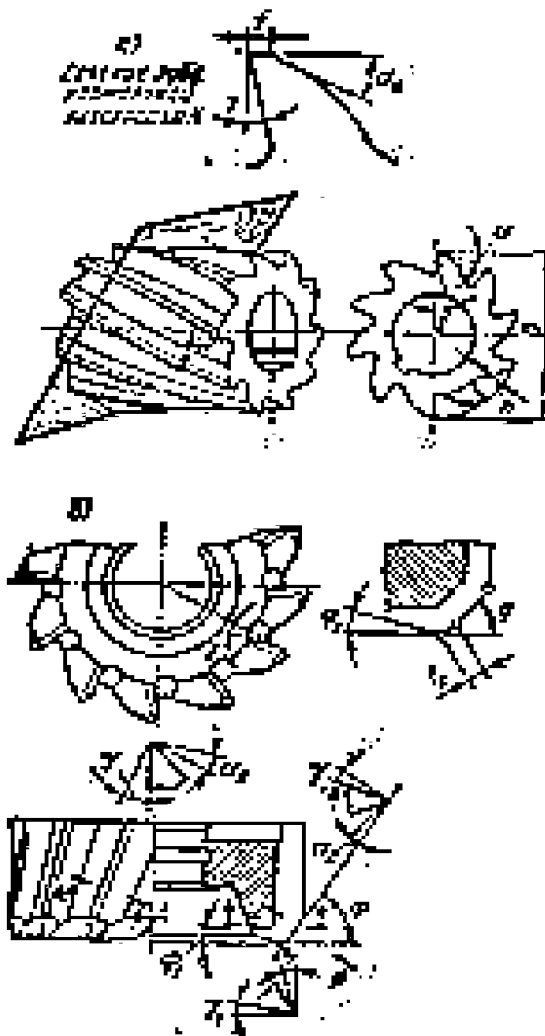


Рисунок 9.3 – Геометрические параметры режущей части фрезы:
a – цилиндрической с винтовым зубом; *б* – торцевой.

КОНСТРУКЦИЯ И ПРАВИЛА РАБОТЫ С МАЯТНИКОВЫМ УГЛОМЕРОМ ЗУРИ-М

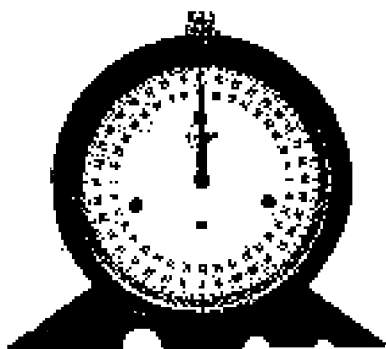


Рис. 9.4 – Общий вид
 угломера З УРИ-М

Угломер маятниковый типа ЗУРИ-М предназначен для измерения углов режущих инструментов различных видов (рис. 9.4).

Применяется в различных отраслях промышленности. Вид климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Подготовка угломера к работе

Установить угломер ребром контрольной линейки на плиту, выверенную в горизонтальной плоскости с помощью уровня. Ве-

личина отклонения от нулевой отметки шкалы не должна превышать размаха показаний. Если величина отклонения стрелки больше, то необходимо освободить два винта, крепящие механизм угломера к крышке, и, перемещая механизм относительно собственной оси в ту или другую сторону, совместить конец стрелки с нулевой отметкой шкалы, затянуть винты и проверить нулевую установку.

КОНСТРУКЦИЯ И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НОНИУСНЫМ УГЛОМЕРОМ 2УРИ

Угломеры с нониусами применяют для измерения профиля угла на деталях контактным методом с отсчетом по угловому нониусу с точностью 2' и 5'. На рисунке 9.5 показан нониусный угломер, предназначенный для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 0 до 180°, с нанесенными делениями (штрихами) на шкале диска.

Состоит угломер из круглого угломерного диска, скрепленного с корпусом зажимной гайкой. На основании смонтированы установочная планка и нониус с нанесенными 30 делениями с двух сторон от нулевого штриха; каждое деление соответствует 2 мин. Линейка с лицевой стороны имеет продольный ласточкообразный паз, по которому перемещается (в процессе установки линейки на угол) хвостовик прижима.



Рисунок 9.5 – Конструкция нониусного угломера 2УРИ

Угломер (рис. 9.6) имеет сектор 1 со шкалой передних и задних углов, который может перемещаться по дуге 2 со шкалой чисел зубьев и закрепляться в требуемом положении прижимом 3.

Под прижимом расположена пружинная шайба, при помощи которой регулируется сила прижима сектора к дуге. На шкале углов нанесены штрихи для отсчета передних углов в пределах 0 – 25° и задних – в пределах 0 – 35°.

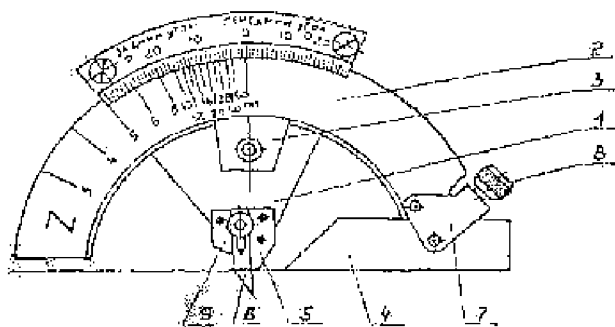


Рисунок 9.6 – Общий вид угломера 2 УРИ:

- 1 – сектор со шкалой передних и задних углов; 2 – дуга со шкалой чисел зубьев; 3 – прижим; 4 – линейка; 5 – планка; 6 – нож; 7 – хомутик; 8 – винт; 9 – винт

На шкале «чисел зубьев», кроме оцифрованных штрихов, имеются три неоцифрованных, соответствующих 14, 18 и 24 зубьям, и штрих со знаком ∞ , используемый при контроле цилиндрических фрез с числом зубьев более 60, протяжек, торцовых зубьев фрез и т.п. К правому торцу дуги с помощью хомутика 7 и винта 8 крепится сменная линейка 4.

Линейка с узкой измерительной поверхностью предназначена для измерения фрез и плоских протяжек, а линейка с широкой измерительной поверхностью – для измерения круглых протяжек. По пазу планки 5, закрепленной на секторе, перемещается нож 6, устанавливаемый на определенную высоту в зависимости от высоты зубьев измеряемого инструмента и закрепляемый винтом 9.

При измерении угломер накладывают на проверяемую плоскость детали так, чтобы линейка и рабочая плоскость корпуса были совмещены со сторонами измеряемого угла. Целое число градусов отсчитывают по шкале диска до нулевого деления (штриха) нониуса. Затем определяют деление нониуса, совпадающего с делениями основной шкалы (диска). После этого определяют по нониусу, сколько минут и градусов совпадают с делениями нониуса.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УГЛОВ ЗАТОЧКИ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ И ФРЕЗ

Угломер 3 УРИ-М

Установить режущий инструмент базовой поверхностью на плиту, выверенную в горизонтальной плоскости с помощью уровня, или зажать в центрах. Затем ребро контрольной линейки угломера приложить к поверхности, определяющей измеряемый угол, и нажать кнопку тормоза (рис. 9.7, 9.8).

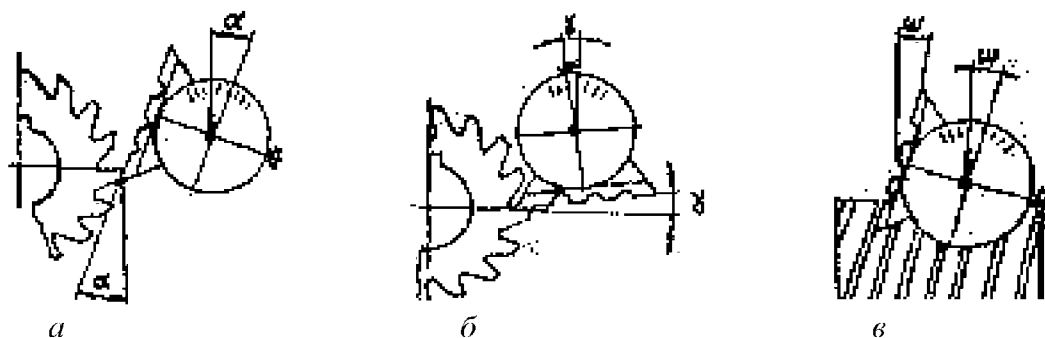


Рисунок 9.7 – Приемы измерения углов у фрез:
a – задний угол α ; *б* – передний угол γ ; *в* – угол подъема винтовой линии ω

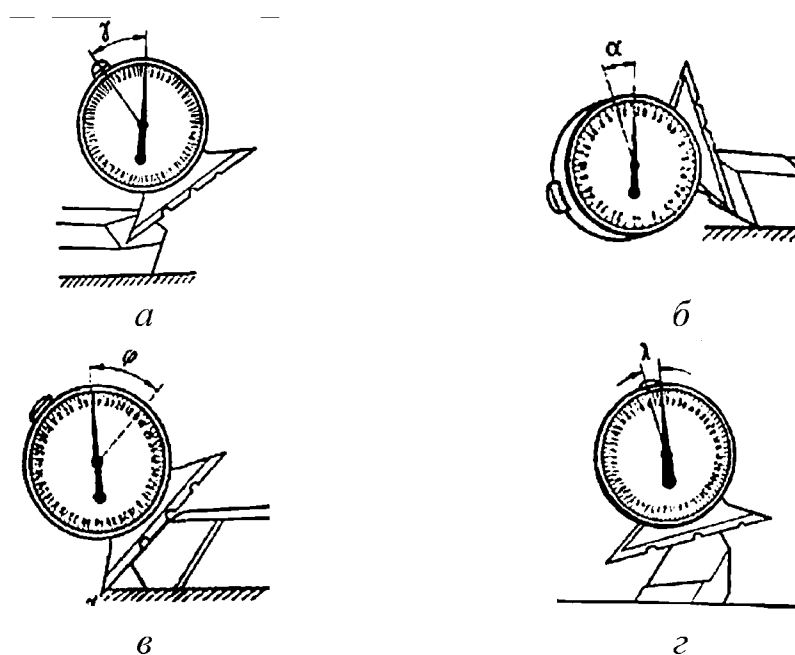


Рисунок 9.8 – Приемы измерения углов резцов:
a – передний угол γ ; *б* – задний угол α ;
в – главный угол в плане ϕ ; *г* – угол наклона режущей кромки λ

После прекращения колебаний стрелки необходимо отпустить кнопку и снять показания по шкале угломера.

Угломер 2УРИ

Установить линейку в соответствии с шагом зубьев измеряемого инструмента, а нож – в соответствии с высотой зубьев.

Наложить прибор на два смежных зуба инструмента так, чтобы измеряемый зуб упирался своим лезвием в вершину прямого угла, образованного измерительными поверхностями ножа и планки, а линейка опиралась на смежный зуб.

Расположить торцовую поверхность прибора:

- а) перпендикулярно оси инструмента – при измерении передних и задних углов у зубьев цилиндрических, торцовых, концевых, пазовых фрез;
- б) параллельно оси инструмента – при измерении передних и задних углов резцов.

Повернуть сектор до совмещения измерительной поверхности ножа с передней поверхностью зуба при измерении переднего угла или до совмещения измерительной поверхности планки с задней поверхностью зуба при измерении заднего угла.

Произвести отсчет величины заднего (рис. 9.9) или переднего (рис. 9.10) углов по шкале углов в соответствующей ее части против штриха на дуге, соответствующего данному числу зубьев инструмента или штриха со знаком ∞ .

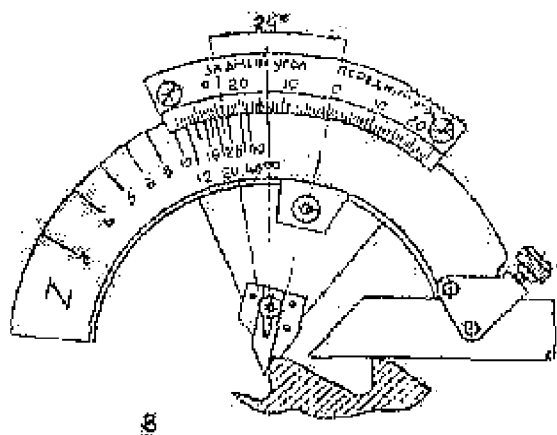


Рисунок 9.9 – Измерение заднего угла фрезы с $z = 28$

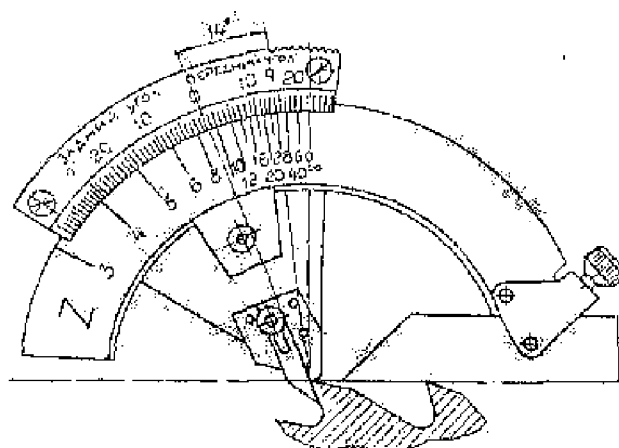


Рисунок 9.10 – Измерение переднего угла фрезы с $z = 28$

Отсчет величины углов при измерении фрез с числом зубьев, не указанным на шкале чисел зубьев, производится по штрихам шкалы углов, находящимся между ближайшими меньшим и большим числами зубьев шкалы чисел зубьев. Отсчет отрицательных передних углов производить по шкале задних углов, а отрицательных задних углов – по шкале передних.

При небольшом шаге и четном числе зубьев инструмента линейку устанавливать не на соседний, а на второй зуб от измеряемого. Отсчет величины углов производить по штриху, соответствующему уменьшенному в два раза числу зубьев инструмента.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Идентификация инструмента с использованием справочных данных.
2. Измерение основных геометрических параметров режущей и хвостовой частей инструмента.
3. Вычерчивание конструкции инструмента с указанием геометрических размеров и характеристических параметров ($L, B, H, \alpha, \gamma, \omega, \lambda$).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить комплект режущего инструмента.
2. Идентифицировать режущий инструмент с использованием справочной литературы по схеме:
 - тип инструмента;
 - вид инструмента (цельный, сборный, комбинированный и т.п.);
 - по виду соединения режущей и хвостовой частей (контактно-стыковая сварка, сварка трением и т.п.);
 - по характеру расположения режущей части (левый, правый);
 - по виду материала режущего лезвия (быстрорежущий, твердосплавный и т.п.);
 - по способу крепления режущего лезвия (механическое крепление, паяное и т.п.);
3. Измерить основные геометрические размеры инструмента (L, H, B).
4. Измерить угломером и указать на чертеже инструмента фактические значения углов $\alpha, \gamma, \lambda, \omega$.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Основные технические характеристики и принцип работы угломеров 2УРИ и 3УРИ-М.
2. Чертежи заданных резцов с указанием всех геометрических размеров.
3. Чертежи заданных фрез с указанием всех геометрических размеров.

Поля допусков валов

Интервал размеров, мм	<i>f6</i>	<i>g6</i>	<i>h6</i>	<i>is6</i>	<i>k6</i>	<i>m6</i>	<i>n6</i>	<i>p6</i>	<i>r6</i>	<i>s6</i>	<i>t6</i>	<i>e7</i>	<i>f7</i>	<i>h7</i>	<i>is7</i>	<i>k7</i>	<i>m7</i>	<i>n7</i>	<i>s7</i>	<i>u7</i>
1 – 3	-6	-2	0	+3	+6	+8	+10	+12	+16	+20	-	-14	-6	0	+5	+10	-	+14	+24	+28
	-12	-8	-6	-3	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	-24	-16	-10	-5	0	-	+4	+14	+18
3 – 6	-10	-4	0	+4	+9	+12	+16	+20	+23	+27	-	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-18	-12	-8	-4	+1	+4	+8	+12	+15	+19	-	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-13	-5	0	+4.5	+10	+15	+19	+24	+28	+32	-	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-22	-14	-9	-4.5	+1	+6	+10	+15	+19	+23	-	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28
10 – 14	-16	-6	0	+5.5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
14 – 18	-27	-17	-11	-5.5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-20	-7	0	+6.5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	+54	-40	-20	0	+10	+23	+29	+26	+56	+62
	-33	-20	-13	-6.5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+41	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-20	-7	0	+6.5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	+54	-40	-20	0	+10	+23	+29	+26	+56	+62
	-33	-20	-13	-6.5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+41	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-25	-9	0	+8	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+70	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-41	-25	-16	-8	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+54	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-25	-9	0	+8	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+70	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-41	-25	-16	-8	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+54	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-30	-10	0	+9.5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+94	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-49	-29	-19	-9.5	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+75	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-30	-10	0	+9.5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+94	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-49	-29	-19	-9.5	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+75	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-36	-12	0	+11	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+126	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-49	-34	-22	-11	+3	+13	+23	+37	+51	+71	+104	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-36	-12	0	+11	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+126	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-49	-34	-22	-11	+3	+13	+23	+37	+76	+101	+147	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114	+179
									+54	+79	+122							+79	+144	

Продолжение приложения 1

Интервал размеров, мм	<i>c8</i>	<i>d8</i>	<i>e8</i>	<i>f8</i>	<i>h8</i>
1 – 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14
3 – 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18
6 – 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0
14 – 18	-122	-77	-59	-43	-27
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0
24 – 30	-143	-98	-73	-53	-33
30 – 40	-120 -159	-80	-50	-25	0
40 – 50	-130 -169	-119	-89	-64	-39
50 – 65	-140 -186	-100	-60	-30	0
65 – 80	-150 -196	-146	-106	-76	-46
80 – 100	-170 -224	-120	-72	-36	0
100 - 120	-180 -234	-174	-126	-90	-54

Окончание приложения 1

Интервал размеров, мм	<i>a11</i>	<i>b11</i>	<i>c11</i>	<i>d11</i>	<i>h11</i>	<i>is11</i>
1 – 3	-270	-140	-60	-20	0	+30
	-330	-200	-120	-80	-60	-30
3 – 6	-270	-140	-70	-30	0	+37
	-345	-215	-145	-105	-75	-37
6 – 10	-280	-150	-80	-40	0	+45
	-370	-240	-170	-130	-90	-45
10 – 14	-290	-150	-95	-50	0	+55
14 – 18	-400	-260	-205	-160	-110	-55
18 – 24	-300	-160	-110	-65	0	+65
24 – 30	-430	-290	-240	-195	-130	-65
30 – 40	-310	-170	-120	-80	0	+80
40 – 50	-470	-330	-280		-240	-160
50 – 65	-320	-180	-130	-100	0	+95
	-480	-340	-290		-290	-190
65 – 80	-340	-190	-140	-120	0	+110
	-530	-380	-330		-340	-220
80 – 100	-360	-200	-150	-340	0	+110
100 - 120	-550	-390	-340		-220	-110
80 – 100	-380	-220	-170	-120	0	+110
	-600	-440	-390		-340	-220
100 - 120	-410	-240	-180	-340	0	+110
	-630	-460	-400		-220	-110

<i>b12</i>	<i>h12</i>	<i>is12</i>	<i>h13</i>	<i>h14</i>	<i>h15</i>	<i>h16</i>	<i>h17</i>
-140	0	+50	0	0	0	0	0
-240	-100	-50	-140	-250	-400	-600	-1000
-140	0	+60	0	0	0	0	0
-260	-120	-60	-180	-300	-480	-750	-1200
-150	0	+75	0	0	0	0	0
-300	-150	-75	-220	-360	-580	-900	-1500
-150	0	+90	0	0	0	0	0
-330	-180	-90	-270	-430	-700	-1100	-1800
-160	0	+105	0	0	0	0	0
-370	-210	-105	-330	-520	-840	-1300	-2100
-170							
-420	0	+125	0	0	0	0	0
-180	-250	-125	-390	-620	-1000	-1600	-2500
-430							
-190							
-490	0	+150	0	0	0	0	0
-200	-300	-150	-460	-740	-1200	-1900	-3000
-500							
-220							
-570	0	+175	0	0	0	0	0
-240	-350	-175	-540	-870	-1400	-2200	-3500
-590							

Поля допус

Интервал размеров, мм	<i>G5</i>	<i>H5</i>	<i>Is5</i>	<i>K5</i>	<i>M5</i>
1 – 3	+6	+4	+2	0	-2
	+2	0	-2	-4	-6
3 – 6	+9	+5	+2.5	+1	-3
	+4	0	-2.5	-5	-8
6 – 10	+11	+6	+3	+2	-4
	+5	0	-3	-6	-10
10 – 14	+14	+8	+4	+1	-4
14 – 18	+6	0	-4	-8	-12
18 – 24	+16	+9	+4.5	+2	-5
24 – 30	+7	0	-4.5	-9	-14
30 – 40	+20	+11	+5.5	+3	-5
40 – 50	+9	0	-5.5	-10	-16

Приложение 2

ков отверстий

<i>N5</i>	<i>G6</i>	<i>H6</i>	<i>Is6</i>	<i>K6</i>	<i>M6</i>	<i>N6</i>	<i>P6</i>
-4	+8	+6	+3	0	-2	-4	-6
-8	+2	0	-3	-6	-8	-10	-12
-7	+12	+8	+4	+2	-1	-5	-9
-12	+4	0	-4	-6	-9	-13	-17
-8	+14	+9	+4.5	+2	-3	-7	-12
-14	+5	0	-4.5	-7	-12	-16	-21
-9	+17	+11	+5.5	+2	-4	-9	-15
-17	+6	0	-5.5	-9	-15	-20	-26
-12	+20	+13	+6.5	+2	-4	-11	-18
-21	+7	0	-6.5	-11	-17	-24	-31
-13	+25	+16	+8	+3	-4	-12	-21
-24	+9	0	-8	-13	-20	-28	-37

Продолжение приложения 2

Интервал размеров, мм	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>Is7</i>
1 – 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5
3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7.5 -7.5
10 – 14	+34	+24	+18	+9
14 – 18	+16	+6	0	-9
18 – 24	+41	+28	+21	+10.5
24 – 30	+20	+7	0	-10.5
30 – 40	+50	+34	+25	+12.5
40 – 50	+25	+9	0	-12.5

<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>T7</i>
0	-2	-4	-6	-10	-14	-
-10	-12	-14	-16	-20	-24	-
+3	0	-4	-8	-11	-15	-
-9	-12	-16	-20	-23	-27	-
+5	0	-4	-9	-13	-17	-
-10	-15	-19	-24	-28	-32	-
+6	0	-5	-11	-16	-21	-
-12	-18	-23	-29	-34	-39	-
+6	0	-7	-14	-20	-27	-
-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33
						-54
+7	0	-8	-17	-25	-34	-39
-18	-25	-33	-42	-50	-59	-64
						-45
						-70

Продолжение приложения 2

Интервал размеров, мм	<i>D8</i>	<i>E8</i>	<i>F8</i>	<i>H8</i>	<i>Is8</i>	<i>K8</i>
1 – 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14
3 – 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16
10 – 14	+77	+59	+43	+27	+13	+8
14 – 18	+50	+32	+16	0	-13	-19
18 – 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10
24 – 30	+65	+40	+20	0	-16	-23
30 – 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12
40 – 50	+80	+50	+25	0	-19	-27

<i>M8</i>	<i>N8</i>	<i>U8</i>	<i>D9</i>	<i>E9</i>	<i>F9</i>	<i>H9</i>	<i>Is9</i>
-	-4 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50+ 20	+40 +10	+30 0	+15 -15
+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21
+4 -29	-3 -36	-41 -74 -48 -81	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26
+5 -34	-3 -42	-60 -99 -70 -109	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31

Продолжение приложения 2

Интервал размеров, мм	<i>D10</i>	<i>H10</i>	<i>Is10</i>	<i>A11</i>	<i>B11</i>
1 – 3	+60	+40	+20	+330	+200
	+20	0	-20	+270	+140
3 – 6	+78	+48	+24	+345	+215
	+30	0	-24	+270	+140
6 – 10	+98	+58	+29	+370	+240
	+40	0	-29	+280	+150
10 – 14	+120	+70	+35	+400	+250
14 – 18	+50	0	-35	+290	+150
18 – 24	+149	+84	+42	+430	+290
24 – 30	+65	0	-42	+300	+160
30 – 40	+180	+100	+50	+470	+330
	+80	0	-50	+310	+170
40 - 50				+480	+340
				+320	+180

<i>C11</i>	<i>D11</i>	<i>H11</i>	<i>Is11</i>	<i>B12</i>	<i>H12</i>	<i>Is12</i>
+120 +60	+80 +20	+60 0	+30 -30	+240 +140	+100 0	+50 -50
+145 +70	+105 +30	+75 0	+37 -37	+260 +140	+120 0	+60 -60
+170 +80	+130 +40	+90 0	+45 -45	+300 +150	+150 0	+75 -75
+205 +95	+160 +50	+110 0	+55 -55	+330 +150	+180 0	+90 -90
+240 +110	+195 +65	+130 0	+65 -65	+370 +160	+210 0	+105 -105
+280 +120	+240 +80	+160 0	+80 -80	+420 +170	+250 0	+125 -125
+290				+430		
+130				+180		

Окончание приложения 2

Интервал размеров, мм	<i>H13</i>	<i>Is13</i>	<i>H14</i>	<i>Is14</i>
1 – 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125
3 – 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150
6 – 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180
10 – 14	+270 0	+135 -135	+430 0	+215 -215
14 – 18				
18 – 24	+330 0	+165 -165	+520 0	+260 -260
24 – 30				
30 – 40	+390 0	+195 -195	+620 0	+310 -310
40 - 50				

<i>H15</i>	<i>Is15</i>	<i>H16</i>	<i>Is16</i>	<i>H17</i>	<i>Is17</i>
+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500
+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600
+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750
+700 0	+350 -350	+1100 0	+550 -550	+1800 0	+900 -900
+840 0	+420 -420	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050
+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250

Допуски плоскостности, прямолинейности

Интервалы номинальных размеров, мм					
	1	2	3	4	
До 10	0,25	0,4	0,6	1	
10 ... 16	0,3	0,5	0,8	1,2	
16 ... 25	0,4	0,6	1	1,6	
25 ... 40	0,5	0,8	1,2	2	
40 ... 63	0,6	1	1,6	2,5	
63 ... 100	0,8	1,2	2	3	
100 ... 160	1	1,6	2,5	4	
160 ... 250	1,2	2	3	5	
250 ... 400	1,6	2,5	4	6	
400 ... 630	2	3	5	8	
630 ... 1000	2,5	4	6	10	

Приложение 3

инейности и перпендикулярности, мкм

Степень точности					
5	6	7	8	9	10
1,6	2,5	4	6	10	16
2	3	5	8	12	20
2,5	4	6	10	16	25
3	5	8	12	20	30
4	6	10	16	25	40
5	8	12	20	30	50
6	10	16	25	40	60
8	12	20	30	50	80
10	16	25	40	60	100
12	20	30	50	80	120
16	25	40	60	100	160

**Допуски цилиндричности, круг
соосности, радиальн**

Интервалы номинальных размеров, мм					
	1	2	3	4	
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	
3 ... 10	0,4	0,6	1	1,6	
10 ... 18	0,5	0,8	1,2	2	
18 ... 30	0,6	1	1,6	2,5	
30 ... 50	0,8	1,2	2	3	
50 ... 120	1	1,6	2,5	4	
120 ... 250	1,2	2	3	5	
250 ... 400	1,6	2,5	4	6	
400 ... 630	2	3	5	8	

Приложение 4

**Точность, профиля продольного сечения,
поперечного и торцевого биения, мм**

Степень точности					
5	6	7	8	9	10
2	3	5	8	12	20
2,5	4	6	10	16	25
3	5	8	12	20	30
4	6	10	16	25	40
5	8	12	20	30	50
6	10	16	25	40	60
8	12	20	30	50	80
10	16	25	40	60	100
12	20	30	50	80	120

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	1
Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции измерительных штангенинструментов	2
Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции микрометра	13
Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции индикаторного нутомера	20
Лабораторная работа № 4. Изучение системы размерных характеристик деталей	27
Лабораторная работа № 5. Назначение поля допуска на размер для партии изделий	34
Лабораторная работа № 6. Изучение посадок гладких цилиндрических соединений	41
Лабораторная работа № 7. Изучение конструкции контрольно- измерительных приборов на основе измерительных головок часового типа	47
Лабораторная работа № 8. Нормирование погрешности формы и расположения поверхностей	56
Лабораторная работа № 9. Изучение конструкций угломеров	66
Приложения	75

Учебное издание

ЗАВИСТОВСКИЙ Сергей Эдуардович

**НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Методические указания к проведению лабораторных работ
для студентов специальности 1-02 06 01
«Технический труд и предпринимательство»

Редактор *О. П. Михайлова*

Подписано в печать 16.05.2014. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 4,87. Уч.-изд. л. 3,79. Тираж 30 экз. Заказ 710.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/494255 от 08.05.2014.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.