

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области «Самарский колледж сервиса производственного оборудования
имени Героя Российской Федерации Е.В. Золотухина»



*МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО*

МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ



Составитель: Илингина Е.Е.

**ОДОБРЕНА
Предметно-
цикловой
комиссией**

_____ /Елшанская С.В. /
« _____ » _____ 2020 г.

**Составлена в соответствии с
Государственными требованиями
к минимуму содержания
и уровню подготовки
по специальности**

Рекомендовано к использованию
решением методического
совета № _____
от « _____ » _____ 2020г.

Председатель совета
зам. директора по УМР
_____ Квиткова С.И. /
(подпись)

« _____ » _____ 2020г.

Разработала: Илингина Е.Е.

Рецензент:

Лабораторный практикум по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», «Метрология и стандартизация» представляет собой методическое руководство по выполнению лабораторных, практических работ для специальностей: 150415 Сварочное производство 15.02.08. Технология машиностроения, 26.02.03. Судовождение 22.02.03. ТО и ремонт автомобильного транспорта. 190701 Организация перевозки управление на транспорте (по видам). 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям). Руководство составлено в соответствии с требованиями ФГОС СПО. И рабочих программ по вышеперечисленным специальностям.

Введение

В данном пособии рассмотрены содержание и порядок выполнения лабораторных работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», «Метрология и стандартизация» для специальностей *150415 Сварочное производство 15.02.08. Технология машиностроения, 26.02.03. Судовождение 22.02.03. ТО и ремонт автомобильного транспорта. 190701 Организация перевозки управление на транспорте (по видам). 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).*

Настоящее пособие содержит восемь методических руководств к выполнению лабораторных и практических работ, тематика которых соответствует рекомендациям действующим программам по вышеуказанным дисциплинам и может быть расширена при условии увеличения количества часов, отводимых на эту дисциплину учебным планом.

Каждую лабораторную и практическую работу предваряют краткие сведения из теории, также содержатся инструкции к выполнению и контрольные вопросы. Содержание работ адаптировано к имеющемуся в СТСПО оборудованию.

Пособие разработано в соответствии с требованиями стандарта ФГОС СПО по специальностям и рабочей программой.

Лабораторная работа № 1

Измерение размеров деталей штангенциркулем

Цели работы:

- овладение навыками измерения линейных размеров тел с помощью штангенциркуля
- определение погрешности прямых измерений
- определение объема и площади образца.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- формулы для определения размеров

Студент должен уметь:

- пользоваться измерительным инструментом – штангенциркулем

Оснащение работы:

- штангенциркуль
- образцы фигур

Теоретическая часть:

Для абсолютных измерений наружных и внутренних линейных размеров, а также для воспроизведения размеров при разметке деталей используются штангенинструменты. Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1.1) предназначен для наружных и внутренних измерений и для измерений глубин.

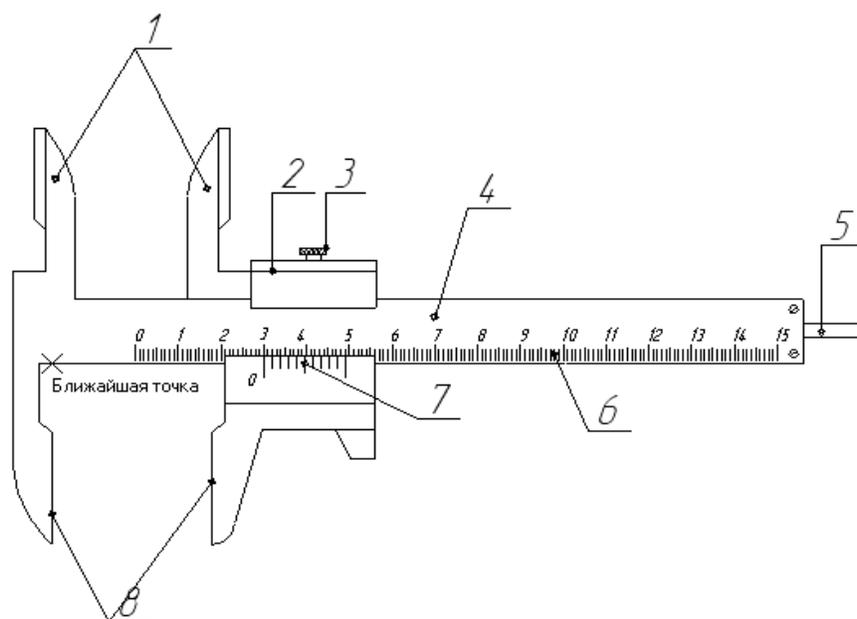


Рис. 1.1. Штангенциркуль ШЦ-1 с пределами измерений 0-125 и величиной отсчёта по нониусу 0.1 мм

1. губки для внутренних измерений;
2. рамка;
3. зажим рамки;
4. штанга;
5. линейка глубиномера;
6. шкала штанги;
7. нониус;
8. губки для наружных измерений.

Характерной особенностью штангенинструментов является наличие линейного нониуса (дополнительной шкалы) для отсчёта целых и дробных величин цены деления штанги.

Целое число миллиметров у штангенинструментов отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса.

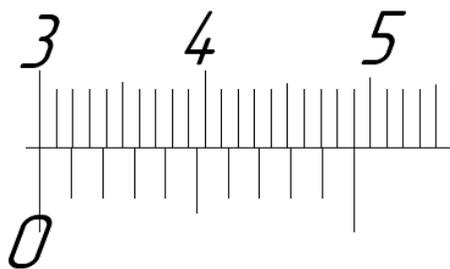


Рис. 1.2. Основная и нониусная шкала при настройке на 0 мм

Нониус длиной 19 мм разделён на 10 частей, одно деление которого составляет $19:10=1,9$ мм, что на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров. Количество целых миллиметров на основной шкале штангенциркуля 20 мм.

Если бы 0 нониуса совпадал с одним из штрихов линейки, то размер контролируемой детали выразился бы в целых числах, выраженных в миллиметрах, тогда первый после 0 штрих нониуса отставал бы от ближайшего штриха на 0,1 мм, второй на 0,2 мм, третий на 0,3 мм и т.д. В случае несовпадения нулевого штриха нониуса, десятые доли миллиметра смотрим по

совпадающему штриху нониуса (3-й штрих указывает на то, что контролируемый размер равен 50,3 мм).

Дробная величина определяется умножением величины отсчёта (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего соштрихом штанги.

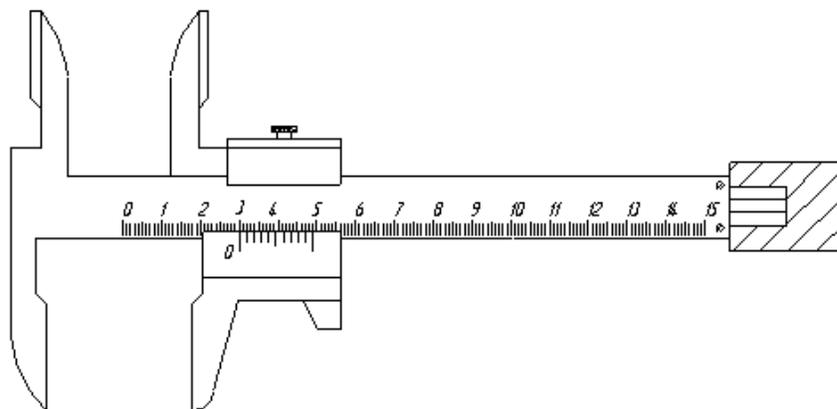


Рис. 1.3. Положение линейки глубиномера относительно проверяемой детали.

ГОСТ 166-80 предусматривает изготовление трёх типов штангенциркулей:

ШЦ-1 - с ценой деления 0,1 мм;

ШЦ-2 - с ценой деления 0,05 мм;

ШЦ-3 - с ценой деления 0,05 и 0,1 мм.

В промышленности используются ещё ранее выполненные штангенциркули ШЦ-2 и ШЦ-3 с ценой деления 0,02 мм.

Основной характеристикой при расчёте нониуса является величина отсчёта или точность нониуса. Нониус рассчитывают следующим образом. Сначала определяют число делений нониуса

$$n = a/i,$$

где a - длина деления основной шкалы;

i - точность отсчёта по нониусу.

Тогда длина деления шкалы нониуса

$$b = Y \cdot a - i,$$

где Y -модуль, т.е. натуральное число (1,2,3...), служащее для увеличения интервала деления нониусной шкалы. Подставляя значение i из первого выражения во второе, получим

$$b = \frac{Y \cdot n - 1}{n} \cdot a \quad \text{или} \quad b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a,$$

Где $b \cdot n$ - есть длина нониуса (l)

$$l = b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a.$$

Например, если $i=0,001$ мм, $a=1$ мм; $Y=2$, $n=10$.

$$b = \frac{2 \cdot 10 - 1}{10} \cdot 1 = 1,9 \text{ мм}$$

$$l = b \cdot n = 1,9 \cdot 10 = 19 \text{ мм}$$

Последовательность выполнения работы:

1. Получить индивидуальное задание для выполнения работы.
2. Выполнить эскиз детали, проставив номинальные размеры на поверхности, указанные по заданию.
3. Ознакомиться с инструментами, изучить принципы работы с ними.
4. Измерить деталь согласно заданию.
5. Оформить отчёт, предъявив на контроль два размера детали на инструменте.

Контрольные вопросы:

1. Из каких основных частей состоит штангенциркуль?
2. Сколько измерительных шкал имеет штангенциркуль?
3. Какие измерения можно выполнять с помощью штангенциркуля?
4. Во сколько раз точность измерения штангенциркулем выше точности измерения линейкой?
5. Перечислите правила обращения со штангенциркулем.
6. Как по штангенциркулю производят отсчет целых и десятых долей миллиметра?
7. Какая особенность нониуса позволяет проводить измерения с точностью до 0,1 мм?

Лабораторная работа № 2 Расчет посадок и допусков

Цели работы:

- приобретение практических навыков
- определения посадок сопряжённых деталей по действительным размерам.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- формулы для определения допусков и посадок

Студент должен уметь:

- различать соединения
- различать посадки

Оснащение работы:

- кольцо с несколькими валами, выполненными по различным посадкам в системе отверстия с номинальным диаметром 50 мм или 40 мм;
- микрометр для измерения диаметров валов с ценой деления 0,01 мм и пределами измерения 25...50 мм;
- нутромер для измерения внутреннего диаметра кольца с ценой деления 0,001 мм;

Теоретическая часть:

Две или несколько подвижно или неподвижно соединяемых деталей называются сопрягаемыми.

Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называются сопрягаемыми поверхностями. Остальные поверхности называются несопрягаемыми (свободными). В соответствии с этим различают размеры сопрягаемых и несопрягаемых (свободных) поверхностей.

В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности. Для гладких цилиндрических и конических деталей охватывающая поверхность называется отверстием, охватываемая – валом, а соответствующие размеры – диаметром отверстия и диаметром вала. Наибольшие и наименьшие диаметры отверстия и вала обозначаются соответственно

D_{\max} , D_{\min} и d_{\max} , d_{\min} .

Допуски размеров охватывающей и охватываемой поверхностей принято сокращенно называть соответственно допуском отверстия (TD) и допуском вала (Td).

По форме сопрягаемых поверхностей деталей различают:

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

По степени свободы взаимного перемещения деталей различают:

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

В зависимости от эксплуатационных требований сборку соединений осуществляют с различными посадками.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения или степень сопротивления взаимному смещению соединяемых деталей. Тип посадки определяется величиной и взаимным расположением полей допусков отверстия и вала.

Если размер отверстия больше размера вала, то разность их называется зазором; если размер вала больше размера отверстия, то их разность называется натягом. В расчетах натяг может быть выражен как отрицательный зазор.

Различают предельный наибольший S_{max} и наименьший S_{min} зазоры, определяемые по формулам:

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

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

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

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

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

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

Посадками с зазором (подвижными посадками) называются такие, в которых между сопрягаемыми поверхностями имеется зазор, обеспечивающий возможность относительного перемещения собранных деталей (рисунок 2.1, а).

Они разделяются на посадки с гарантированным зазором и посадки с наименьшим зазором, равным нулю.

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

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

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

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

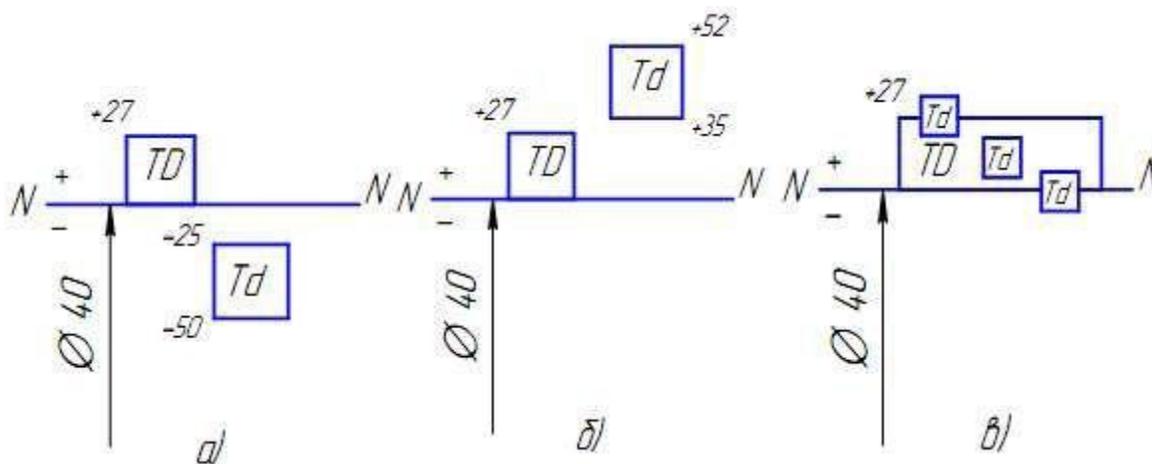


Рис. 2.1. Расположение полей допусков:

а) при посадке с зазором; б) при посадке с натягом; в) при переходных посадках

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

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

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

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

Последовательность выполнения работы:

1. Зарисовать чертежи
2. Рассчитать по формулам допуски и посадки
3. Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. Что такое допуск?
2. Что такое посадка?
3. Что такое отклонение?
4. На какие группы делятся посадки?
5. Виды соединений

Лабораторная работа № 3 Измерения линейных размеров

Цели работы:

- научиться производить измерения с помощью штангенциркуля, микрометра.

Форма организации занятия – фронтальная

Студент должен знать:

- основные определения измерительных инструментов

Студент должен уметь:

- пользоваться измерительными инструментами

Оснащение работы:

- линейный нониус
- штангенциркуль
- микрометр
- измеряемые предметы

Теоретическая часть:

1. Масштабная линейка.

Измерения длины производят масштабной линейкой. Величина наименьшего деления называется ценой одного деления. Обычно цена одного деления линейки равна 1 мм. В таком случае точность измерения равна 0,5 мм. Если цена деления 0,5 мм, точность равна 0,25 мм.

2. Линейный нониус, штангенциркуль.

Если измерение длины производят с точностью до долей миллиметра, то, пользуясь вспомогательной шкалой измерительного инструмента — нониусом, можно точно определить длину. Нониус бывает *линейный* — для измерения линейных величин и *угловой* — для измерения угловых величин.

Линейный нониус представляет собой небольшую линейку, разделенную на 10, 20, 25 или 50 делений. Указанные деления наносятся так, что $m - 1$ делений шкалы масштабной линейки А равняются по длине m делениям нониуса. Нониус С может перемещаться по линейке А (рис. 1).

Если a — цена деления нониуса, b — цена деления масштабной линейки и m — число делений на нониусе, то связь между указанными делениями и линейки и нониуса можно записать в следующем виде:

$$am = (m-1)b \quad (1)$$

Из формулы (1) получаем разность $b - a = b/m$, которая называется точностью нониуса, т.е. точность нониуса b/m равна отношению цены наименьшего деления масштаба к числу делений на нониусе.

Точность нониуса часто бывает равна 1/10 мм. В этом случае $b = 1$ мм, $m = 10$ делениям.

Измерения при помощи нониуса производятся следующим образом: к нулевому делению шкалы линейки прикладывают один конец измеряемого тела В, к другому концу тела — нониус С (рис. 2). Из рисунка видно, что искомая длина тела В равна L, но

$$L=kb+\Delta L,$$

где k — целое число делений масштабной линейки (мм), укладываемое в измеряемой длине, ΔL — отрезок длины тела B , представляющий доли миллиметра.

Обозначим через n деление нониуса, которое совпадает с любым каким-то делением масштабной линейки. Тогда

$$\Delta L=nb-na=n(b-a)=nb/m$$

Из полученных формул находим искомую длину:

Если положить $b=1$ мм и $m=10$ делениям (что обычно и бывает), то искомая длина:

$$L=k+n/10 \text{ мм.} \quad (2)$$

Таким образом, длина измеряемого тела равна целому числу k (мм) масштабной линейки плюс десятые доли числа n . Число n показывает тот номер деления нониуса, который совпадает с некоторым делением масштабной линейки

На рис. 2 приведен пример отсчета длины

$$L=k+n/10=29+3/10=29,3 \text{ мм}$$

Линейный нониус используется в инструменте, который называется штангенциркуль (рис.3).

Он состоит из стальной миллиметровой линейки A , с одной стороны которой имеется неподвижная ножка B . Вторая ножка имеет нониус C и может перемещаться вдоль линейки.

Когда ножки B и C соприкасаются, нуль линейки и нуль нониуса должны совпасть. Чтобы измерить длину предмета M , его помещают между ножками, которые сдвигают до соприкосновения с предметом (без сильного нажима) и закрепляют винтом E . Затем делают отсчет по линейке и нониусу и вычисляют длину предмета L по формуле (2). Есть и другие образцы штангенциркулей, например штангенциркуль, у которого 39 делений миллиметровой шкалы равны 20 делениям нониуса.

3. *Микрометрический винт, микрометр.*

Микрометрический винт применяется в точных приборах (микрометр, микроскоп) и дает измерения до сотых долей миллиметра. Он представляет собой стержень, снабженный точной винтовой нарезкой. Высота подъема винтовой нарезки за один поворот называется шагом микрометрического винта.

Микрометр (рис.4) состоит из двух основных частей: скобы и микрометрического винта, который проходит через отверстие скобы с внутренней резьбой. Напротив микрометрического винта на скобе находится упор. На микрометрическом винте закреплен полый цилиндр (барaban) с делениями по окружности. При вращении микрометрического винта барабан скользит по линейной шкале, нанесенной на стебле.

Наиболее распространен микрометр, у которого цена деления линейной шкалы стебля $b = 0,5$ мм. Верхние и нижние деления шкалы сдвинуты относительно друг друга на полмиллиметра, цифры проставлены только для делений нижней шкалы, т. е. она представляет собой обычную миллиметровую шкалу.

Чтобы микрометрический винт передвинулся на 1 мм, необходимо сделать два оборота барабана. Таким образом, шаг микрометрического винта равен 0,5 мм. У такого микрометра на барабане имеется шкала, содержащая 50 делений, а так как шаг винта равен 0,5 мм, число делений барабана $m = 50$, то точность микрометра

Для измерения микрометром предмет помещают между ножками a и c прибора. Последний вращают за головку d до тех пор, пока измеряемый предмет не будет зажат (не сильно, до первого щелчка) между упором и концом A винта (вращение винта производится только за головку d).

Числовое значение длины L измеряемого предмета вычисляется по формуле:

$$L = k \cdot b + n \cdot \frac{b}{m} \quad (2)$$

где k — число наименьших делений шкалы; b — цена деления линейной шкалы стебля; m — число всех делений на шкале барабана; n — номер того деления барабана, который в момент отсчета совпадает с осью шкалы стебля.

Поскольку в данной работе применяется микрометр, у которого $b = 0,5$ мм и $m = 50$, то

$$L = \left(0,5k + \frac{n}{100} \right) \text{мм}$$

формула (2) принимает вид

На рис. 5 отсчет по микрометру показывает, что $k = 9$ (на шкале считаем все деления), $n = 11$:

$$L = \left(0,5 \cdot 9 + \frac{11}{100} \right) = (4,5 + 0,11) = 4,61 \text{мм}$$

Последовательность выполнения работы:

Измерения при помощи штангенциркуля:

Штангенциркулем измеряют высоту x_1 и диаметр x_2 цилиндра:

Цилиндр помещают между ножками B и O штангенциркуля, слегка зажав, ножки, закрепляют винт E .

1. Производят отсчет по линейке A числа целых миллиметров, расположенных слева от нулевого деления нониуса, и числа делений шкалы нониуса, совпадающего с любым делением шкалы A . По формуле (1) делают подсчет. Измерения повторяют три раза, слегка поворачивая цилиндр между ножками. Результат заносят в табл. 1

2. Вычисляют абсолютную и относительную ошибки каждой измеряемой величины искомого объема.

3. Вычисляют объем цилиндра по формуле:

$$L = \left(0,5 \cdot 9 + \frac{11}{100} \right) = (4,5 + 0,11) = 4,61 \text{мм} \quad V = \pi \cdot x_1 \cdot \frac{x_2^2}{4} \text{ мм}^3$$

Измерения при помощи микрометра:

1. Измеряемый предмет (толстую проволоку или металлическую пластинку) помещают между упором и концом микрометрического винта.

2. Находят значения по шкале и барабану. По формуле (2) производят отсчет искомым величин.

3. Измерения диаметра проволоки или толщины пластинки повторяют не менее трех раз в различных местах.

4. Вычисляют абсолютную и относительную ошибки каждой измеряемой величины и вычисленного объема. Результаты записываются в табл. 2.

Таблица 1

Измерение штангенциркулем

№ измерения	$x_1, \text{мм}$	$\Delta x_1, \text{мм}$	$\varepsilon_1, \%$	$x_2, \text{мм}$	$\Delta x_2, \text{мм}$	$\varepsilon_2, \%$	$V, \text{мм}^3$	$\Delta V, \text{мм}^3$	$\varepsilon_3, \%$
1.									
2.									
3.									
Среднее значение									

Таблица 2

Измерения микрометром

№ измерения	$x_1, \text{мм}$	$\Delta x_1, \text{мм}$	$\varepsilon_1, \%$	$x_2, \text{мм}$	$\Delta x_2, \text{мм}$	$\varepsilon_2, \%$	$V, \text{мм}^3$	$\Delta V, \text{мм}^3$	$\varepsilon_3, \%$
1.										
2.									
3.										
Среднее значение									

Контрольные вопросы:

1. Как определить цену деления нониуса?
2. Какие величины называются линейными?
3. Чему равна погрешность нониуса?
4. В каких случаях надо пользоваться штангенциркулем, в каких — микрометром?
5. Зависит ли точность измерений от температуры?

Лабораторная работа № 4 Размеры гладких предельны калибров

Цели работы:

- научиться проверять размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей
- научиться проверять глубину и высот уступов длин
- научиться проверять расположения поверхностей и другие параметры.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- виды калибров

Студент должен уметь:

- пользоваться калибрами

Оснащение работы:

- виды калибров
- приборы для работы

Теоретическая часть:

При массовом и крупносерийном производствах годность деталей с допусками от IT6 до IT17 проверяют калибрами. Этими калибрами проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, глубин и высот уступов длин, а также расположения поверхностей и другие параметры.

Калибры- это бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей. Калибры бывают предельные и нормальные. Предельные калибры ограничивают наибольший и наименьший предельные размеры деталей и позволяют установить находится ли проверяемый размер в пределах допуска. Предельные калибры имеют две стороны: проходную и непроходную.

Принцип контроля следующий:

- а) калибр — кольцо и калибр- скоба проходной ПР должен проходить по валу под действием собственного веса или усилия не менее 1Н.
- б)калибр - кольцо и калибр- скоба непроходной НЕ не должен проходить.
- в)калибр - пробка проходной должен свободно проходить через отверстие под действием собственного веса ил усилием не менее 1Н.
- г) калибр - пробка непроходной НЕ не должен входить в отверстие.
- д)изделие считается годным, если проходной калибр ПР проходит, а непроходной НЕ непроходит через изделия.

Проходным калибром ПР называют калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого изделия.

Непроходным калибром НЕ называют калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий минимуму материала

Контрольный калибр - это калибр, применяемый для контроля рабочих калибр - скоб.

1.2 Нормальные калибры.

Нормальными калибрами называют точные шаблоны, которые служат для контроля сложных профилей и изготавливаются по номинальному размеру детали.

К шаблонам относятся угловые, радиусные, галтельные и другие калибры.

Для контроля радиусов вогнутых и выпуклых поверхностей применяют наборы радиусных шаблонов; для определения номинального шага резьбы и ее профиля применяют наборы резьбовых калибров; для определения величины зазора между плоскостями применяют набор щупов.

1.3 Предельные калибры для глубин высот и уступов.

Глубины и высоты уступов с размерами 1 - 500 мм и допусками 11-17 квалитетов контролируют предельными калибрами, предельные отклонения которых предусмотрены по ГОСТ 25344 - 77.

Калибры предельные для глубин и высот уступов конструктивно представляют собой ступенчатые пластины различной формой.

Сторону рабочего калибра для наибольшего предельного размера обозначают буквой Б, сторону наименьшего предельного размера - буквой М.

1.4 Калибр - скобы для контроля длин.

Длины изделий от 10 до 50 мкм с 6 и более грубых квалитетов контролируют предельными калибр - скобами.

Для контроля длин от 10 до 360 мм изготавливают односторонние двупредельные калибр - скобы.

Для контроля длин свыше 300 и до 500 мм: калибр - скобы двусторонние.

1.5 Конструкция гладких калибров.

Конструктивно гладкие калибры выполняются регулируемыми и нерегулируемыми: калибр - пробки и калибр - скобы.

1.6. Технические требования на изготовление гладких калибров.

Измерительные детали калибр - пробок изготавливают из стали марки ХГОСТ 5950 - 73 или из стали ШХ 15 ГОСТ 801 78, допускается изготовление из стали марки У10А или У12А по ГОСТ 1435-75.

Шероховатость измерительных поверхностей калибров:

6 квалитета $R_a=0,04$ до $0,08$ мкм.

7-9 квалитетов $R_a=0,08$ - $0,16$ мкм.

10-12 квалитет $K_{..}=0,16$ мкм.

13 и грубее квалитетов $R_a=0,32$ мкм.

Твердость рабочих поверхностей гладких калибров находится в пределах 56 - 64 HRC.

1.7 Маркировка калибров.

На каждом калибре наносится на ручке:

- контролируемый номинальный размер отверстия (вала);
- обозначения поля допуска отверстия (вала);
- числовые величины предельных отклонений отверстия (вала) в мм;
- обозначение калибра;
- товарный знак завода - изготовителя;

1.8 Допуски калибров.

По ГОСТ 24853 - 81 на гладкие калибры установлены следующие допуски на изготовление: Н - рабочих калибр - пробок, НI- рабочих калибр -скоб, Нs- калибров со сферическими измерительными поверхностями; Нр -контрольных калибров для скоб.

Проходные рабочие калибры ПР изнашиваются, вследствие этого введен допуск на износ, по достижению которого калибр изымается из применения. Граница износа располагается от проходного предела на расстоянии Y или Y_1 .

Для всех проходных калибров ПР поля допусков Н и НІ сдвинуты внутрь поля допуска изделия на величину z - для калибр - пробок изл- для калибр - скоб.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучение различных конструкций гладких калибров.

1.1. Ознакомьтесь последовательно со всеми видами предложенных калибров; пробками различных типов и конструкций, скобами жесткими и регулируемыми, для контроля глубин и высот уступов, расположения поверхностей.

1.2. Дайте краткое описание конструкции калибров, его наименование и назначение, сделать эскиз.

1.3. Расшифруйте маркировку и установите, для контроля каких размеров предназначены калибры, определите номинальный размер, поле допуска и предельные отклонения размеров детали.

2. Контроль изделия гладкими калибрами.

2.1. Изучите чертеж контролируемого изделия, сделать его эскиз, укажите контролируемый размер и поле допуска.

2.2. По ГОСТ 25347 - 82 определите предельные отклонения контролируемого размера, проставьте их на эскизе изделия.

2.3. Постройте схему контроля изделия калибрами ПР и НЕ.

2.4. Выберите калибры для контроля указанных размеров изделия, запишите их наименование и маркировку.

2.5. Калибры и приборы протрите чистой тканью.

2.6. Тщательно осмотрите калибры.

2.7. Произведите контроль изделия калибрами. Контроль каждого размера следует производить последовательно у всех изделий.

2.8. Результаты контроля калибрами запишите в таблицу отчета. Для каждого контролируемого элемента изделия укажите его годность.

2.9. После контроля всех размеров дайте общее заключение о годности изделия. Годным считается то изделие, все размеры которого выполнены правильно.

При контроле гладкими калибрами размер изделия считается годным, если калибр ПР проходит, а калибр НЕ не проходит в изделие.

Брак окончателен, если калибр ПР проходит и калибр НЕ проходит.

2.10. После окончания работы смажьте антикоррозионной смазкой измерительные поверхности калибров и изделий, приведите в порядок рабочее место.

Контрольные вопросы:

1. Что называют калибрами?

2. Какие калибры называют предельными и нормальными?

3. Для чего служат контрольные калибры?

4. Перечислите виды гладких калибров для контроля отверстия и вала?

5. Как определяется годность изделия при контроле гладкими калибрами?

- 
6. Можно ли определить размер изделия с помощью гадкого калибра?
 7. Маркировка гладких калибров?
 8. Какие требования предъявляются к конструкции и материалам калибров?
 9. Меры повышения долговечности калибров?
 10. Как следует проверять отверстие и вал калибрами?
 11. Как следует проверять изделие нормальными калибрами?
 12. Как производится контроль глубин и высот уступов изделия?
 13. Какие допуски установлены на изготовление гладких калибров?
 14. Какие отклонения установлены на износ гладких калибров?
 15. Какие предельные размеры контролируют калибр - пробки ПР и НЕ?
 16. Какие предельные размеры контролируют калибр - скобы ПР и НЕ

Лабораторная работа №5

Нормирование требований к шероховатости поверхностей

Цели работы:

- определить влияние различных факторов на шероховатость обработанной поверхности при точении.
- приобретение практических навыков при определении шероховатости обработанной поверхности путем сравнения с эталоном чистоты.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- определение и применение шероховатости

Студент должен уметь:

- определять шероховатость поверхностей деталей

Оснащение работы:

- детали
- эталоны шероховатости обработанной поверхности;

Теоретическая часть:

Качество изготовленной детали, а следовательно, и всей машины, прибора, станка или другого изделия, собранного из несколько деталей, влияет на долговечность и надежность работы всего механизма. Качество детали зависит не только от марки металла или его термической обработки, но и от шероховатости поверхностей этой детали.

Поверхность детали, полученная после механической обработки (опиливания, шабрения, обтачивания, шлифования и т.д.), не может быть идеально гладкой. Любой режущий инструмент оставляет на ней следы впадин или выступающих гребешков – шероховатость.

Шероховатость поверхности это показатель высоты, шага и величины микронеровностей, полученных после обработки материала. Для определения шероховатости на поверхности детали выделяют определенную часть. Эта часть называется **базовой длиной**.

На шероховатость поверхности кроме режима резания (подачи и скорости резания) влияют геометрические параметры режущей части инструмента (главный и вспомогательный углы в плане, радиус закругления вершины), качество заточки и доводки режущей кромки.

Параметры и характеристики шероховатости регламентированы ГОСТ 2789-73, которым установлены следующие ее параметры:

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля;

R_z - высота неровностей профиля по десяти точкам;

Для обозначения шероховатости ГОСТ 2.309-73 предусматривает один из знаков:

✓ для поверхности, вид обработки которой не устанавливается;

▽ для поверхности, образуемой удалением слоя металла, например, точением, сверлением, фрезерованием и т.д.;

▽ для поверхности, образуемой без удаления слоя металла, например, литьем, ковкой, штамповкой и т.д.;



указывают вид обработки, которым необходимо получить данную шероховатость – доводить, полировать и т.д.

В табл 1. приведены параметры шероховатости поверхности по ГОСТ 2789- 73 (СТ СЭВ 638 – 77).

Таблица 1. **Параметры шероховатости поверхности**

Классы шероховатости поверхности	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73 (СТ СЭВ 638 – 77)	
	Ra , мкм	Rz , мкм
1	80...50	320...200
2	40...25	160...100
3	20...12,5	80...50
4	10...6,3	40...25
5	5...3,2	20...12,5
6	2,5...1,6	10...8
7	1,25..0,8	6,3...4,0
8	0,63...0,40	3,2...2,0
9	0,32...0,20	1,6...1,0
10	0,160..0,100	0,8...0,5

Параметр шероховатости Ra устанавливается для классов шероховатости 6.....12, а параметр шероховатости Rz – для классов 1...5 и для классов 13.....14.

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с содержанием работы и методическими указаниями для ее выполнения.
2. Выполнить эскиз детали
3. Выполнить задания:
 - проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности путем сравнения с эталоном чистоты в зависимости от величины подачи и глубины резания;
 - проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности от геометрии резца;
 - проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности от величины скорости резания.
4. По каждому заданию работы сделать вывод.

Задание 1

1. Проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности от величины подачи. Результаты занести в таблицу 2.
2. Определить режимы резания:

$t = \dots$ мм, $V = \dots$ м/мин, $n = \dots$ об/мин, $D = \dots$ мм.

Таблица 2. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от величины подачи

Величина подачи S , мм/об	Шероховатость обработанной поверхности	Вывод

Задание 2

1. Проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности от глубины резания. Результаты занести в таблицу 3.
2. Определить режимы резания:
 $S = \dots$ мм/об $V = \dots$ м/мин, $n = \dots$ об/мин

Таблица 3. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от глубины резания

Глубина резания t , мм	Шероховатость обработанной поверхности	Вывод

Задание 3

1. Проверить зависимость шероховатости поверхности от скорости резания. Результаты занести в таблицу 4.
2. Определить режимы резания:
 $t = \dots$ мм, $S = \dots$ мм/об, $n = \dots$ об/мин

Таблица 4. Зависимость шероховатости поверхности от скорости резания

Скорость резания, V , м/мин	Шероховатость обработанной поверхности	Вывод

Задание 4

1. Проверить зависимость шероховатости обработанной поверхности от геометрии резца. Результаты занести в таблицу 5.
2. Определить режимы резания:
 $t = \dots$ мм, $V = \dots$ м/мин, $n = \dots$ об/мин, $S = \dots$ мм/об.

Таблица 5. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от геометрии резца

Главный угол в плане ϕ , град.	Шероховатость обработанной Поверхности, мкм	Вывод

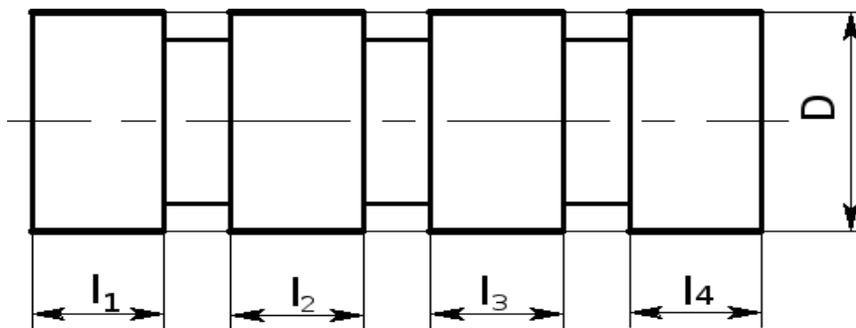


Рис.12. Эскиз детали

Контрольные вопросы:

1. Что называют шероховатостью поверхности?
2. От каких режимов обработки зависит шероховатость поверхности?
3. Какими способами можно изменить шероховатость поверхности?
4. Какими параметрами измеряется шероховатость поверхности?
5. Какие условия нужно учитывать при контроле шероховатости поверхности?

Лабораторная работа №6 Измерение угловых размеров

Цели работы:

-научиться определять угловые размеры деталей машин с помощью штангенинструмента, микрометрического инструмента и угломеров.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- основные определения измерительных инструментов

Студент должен уметь:

- пользоваться измерительными инструментами

Оснащение работы:

- угловые меры

- шаблоны

- угольники

Теоретическая часть:

Методы измерений углов могут быть разбиты на три основные группы:

1. Методы измерения сравнением с жесткими одномерными образцовыми угловыми мерами (угловые меры, шаблоны, угольники).

2. Гониометрические методы измерений. Определение величины угла непосредственно в угловой мере.

3. Тригонометрические методы. Измерение линейных величин необходимых для определения угла.

Рассмотрим первые два метода измерений.

1. **Угловые меры** применяются при лекальных работах и для проверки измерительного инструмента и приборов.

Угловые меры представляют собой стальные плитки, доведенные измерительные поверхности которых образуют один или несколько определенных рабочих углов (рис.1).

На рис.1а изображена плитка с одним рабочим углом, на рис.1б-плитка с четырьмя рабочими углами.

С помощью плиток можно измерить углы в пределах от 100 до 360° , набор из 93 штук

позволяет составить блоки через $30'$, набор из 36 штук-через $1'$.

Блоки крепятся при помощи специальных державок (рис. 1в и 1г). Набираются они по тем же правилам, что и при составлении блоков из концевых мер длины.

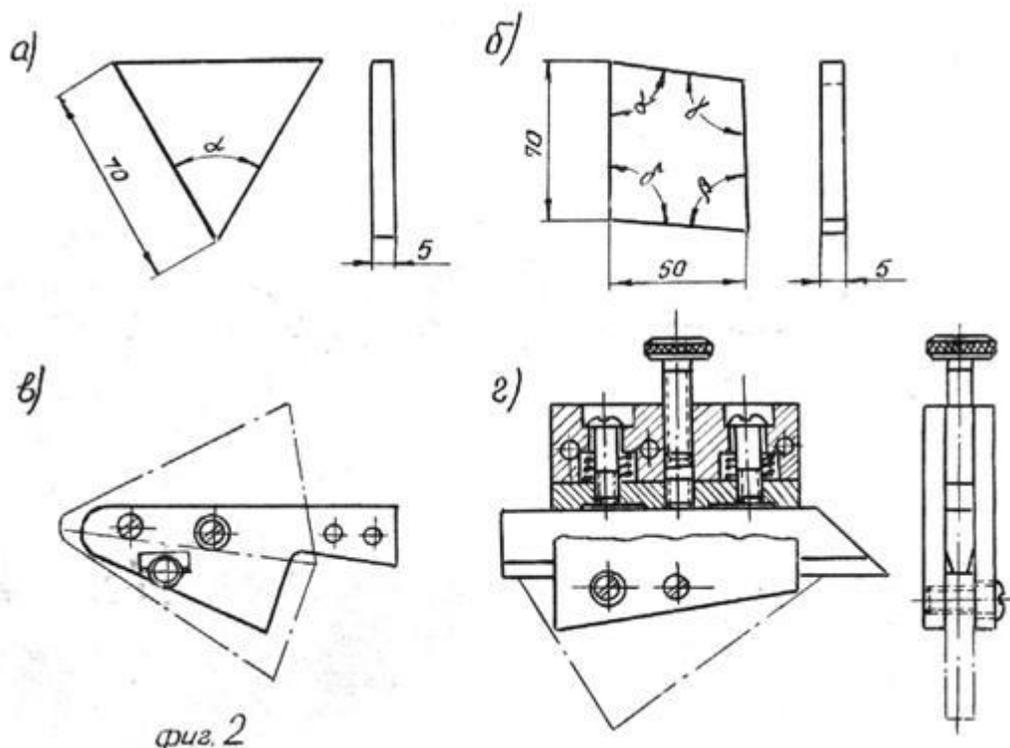


рис. 2

Рис.1. Угловые меры

При проверке контролируемый объект должен точно, без просветов, прилегать обеими образующими угла к измерительным плоскостям блока плиток.

На рис. 1в и 1г измеряемый объект показан штриховкой.

2. При измерении **гонометрическим методом** сравнивают измеряемый угол со шкалой прибора. В данной работе будет использоваться только угломер с нониусом (рис.2).

Угломер с нониусом состоит из транспортира с делениями от 0° до 120° через один градус, подвижной линейки 2, вращающейся вместе с нониусом на оси 3, съемного угольника 1 и микрометрического винта 4.

Цена на нониусе может быть $2'$, $5'$ или $15'$. При точной установке на определенный угол гайка 5 закрепляется и с помощью микрометрического винта 4 линейка 2 вместе с нониусом приводится в требуемое положение. Стопор 6 служит для закрепления линейки 2 в необходимом положении.

Для измерения углов от 0° до 90° на подвижную линейку 2 надевается съемный угольник I. Измерение углов от 90° до 180° проводится без съемного угольника.

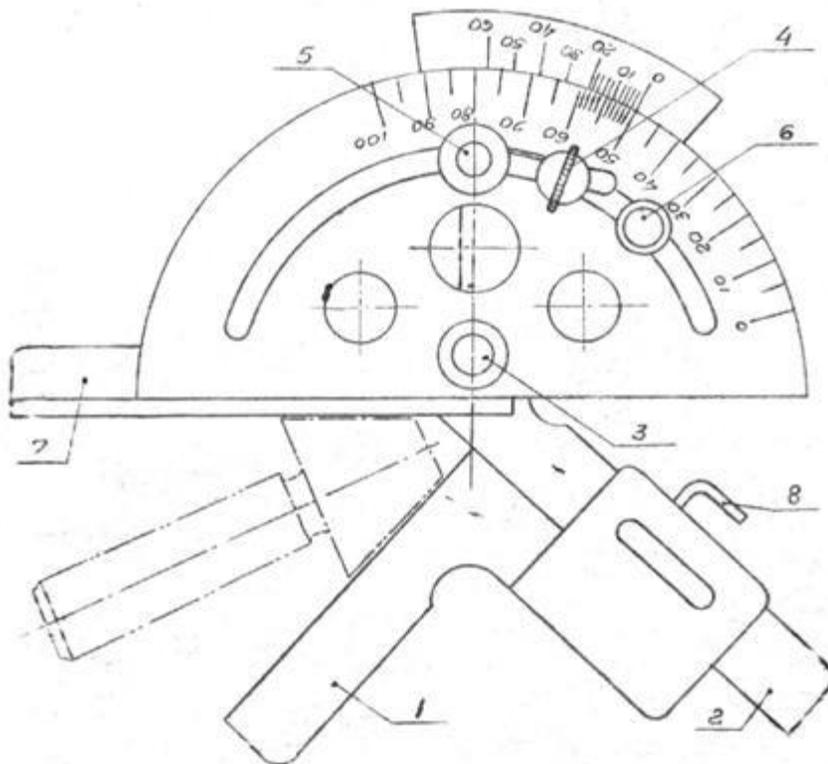


Рис.2. Угломер с нониусом

При измерении какого-либо угла угломер устанавливается на сторонах угла таким образом, чтобы между линейками прибора и измеряемой деталью не было просвета. Отсчет на угломере равен сумме отсчетов на основной шкале и нониусе. Первый отсчет равен целому числу градусов, соответствующему делению основной шкалы, расположенному перед нулевым делением нониуса. Отсчет на нониусе равен числу делений на нониусе от 0 до деления, совпадающего с каким-либо делением на основной шкале, умноженному на цену деления шкалы нониуса.

При отсчете следует помнить, что цифры на нониусе соответствуют не номерам рисок, а уже количеству минут.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить методические указания.
2. Изучить конструкцию и методику измерений с помощью штангенциркулей, микрометров и угломеров.
3. Зарисовать эскиз детали в соответствии с заданием (чертежом).
4. Измерить линейные и угловые размеры детали, проставить на чертеже с указанием номера средства измерения.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют виды измерений?
2. Конструкция микрометра и методика измерений.
3. Конструкция угломера и методика измерений.

Лабораторная работа №7 Измерение размеров с помощью нутромера

Цели работы:

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- принцип работы прибором

Студент должен уметь:

- пользоваться измерительным инструментом

- выполнять измерения деталей

Оснащение работы:

- микрометрический нутромер.

- детали для измерения.

- справочные материалы.

Теоретическая часть:

Измерение внутреннего диаметра кольца с помощью нутромера с ценой деления 0,001 мм.

Внешний вид нутромера показан на рис. 1.



Рис. 1. Индикаторный нутромер

Перед началом измерения нутромер необходимо настроить на нуль по блоку плиток, имеющему размер, равный номинальному размеру сопряжения. Для настройки блок плиток установить между двумя боковичками и закрепить в специальной струбине (рис. 2.3).

Нутромер своими измерительными наконечниками ввести между выступающими кольцами боковичков. Покачиванием нутромера в различных плоскостях добиться того, чтобы показания его стали минимальными (в этом случае линия измерения перпендикулярна рабочим плоскостям боковичков), и путем поворота шкалы прибор настроить на нуль.

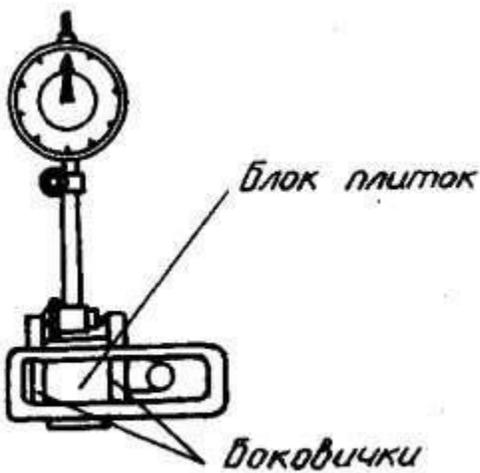


Рис. 2. Индикаторный нутромер со трубциной

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

Последовательность выполнения работы:

1. Выполнить два измерения контролируемого размера детали. За действительный размер принять их среднее арифметическое значение.
2. Используя данные чертежа детали рассчитать предельные размеры контролируемой поверхности.
3. Принять решение о годности размера контролируемой поверхности.
4. В случае если размер не годен, установить вид брака (исправимый или неисправимый). Если брак исправимый, назначить вид механической обработки для его ликвидации.
5. Результаты измерения занести в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты измерений

Наименование детали	Обозначение контролируемого размера	Наименование средства измерения	Результат измерения, мм	Результат контроля

Контрольные вопросы:

1. Что означает понятие «поверка» средств измерения?
2. Чем вызвана необходимость периодической поверки средств измерения?
3. На чем основан принцип работы нутромера?
4. Из каких основных частей состоит нутромер?

Лабораторная работа №8

Измерение размеров с помощью микрометра

Цели работы:

- изучить устройство и принцип действия микрометра
- осуществить поверку микрометра.

Форма организации занятия: фронтальная

Студент должен знать:

- назначение и принцип работы измерительного инструмента

Студент должен уметь:

- пользоваться измерительным инструментом
- вычислять значения измерений

Оснащение работы:

- микрометрический микрометр
- детали для измерения.
- справочные материалы.

Теоретическая часть:

1.1. Устройство и принцип действия микрометра

Микрометр относится к классу микрометрических измерительных инструментов, принцип действия которых основан на использовании винтовой пары (винт - гайка), позволяющей преобразовать вращательное движение микровинта в поступательное.

Приборостроительная промышленность изготавливает микрометры в соответствии с требованиями ГОСТ 6507-90 с пределами измерений от 0 до 300 мм с интервалом 25 мм. При необходимости микрометры могут быть укомплектованы специальной стойкой с зажимом, позволяющей исключить дополнительную погрешность из-за нарушения температурных условий измерений.

Устройство микрометра изображено на рис.1.

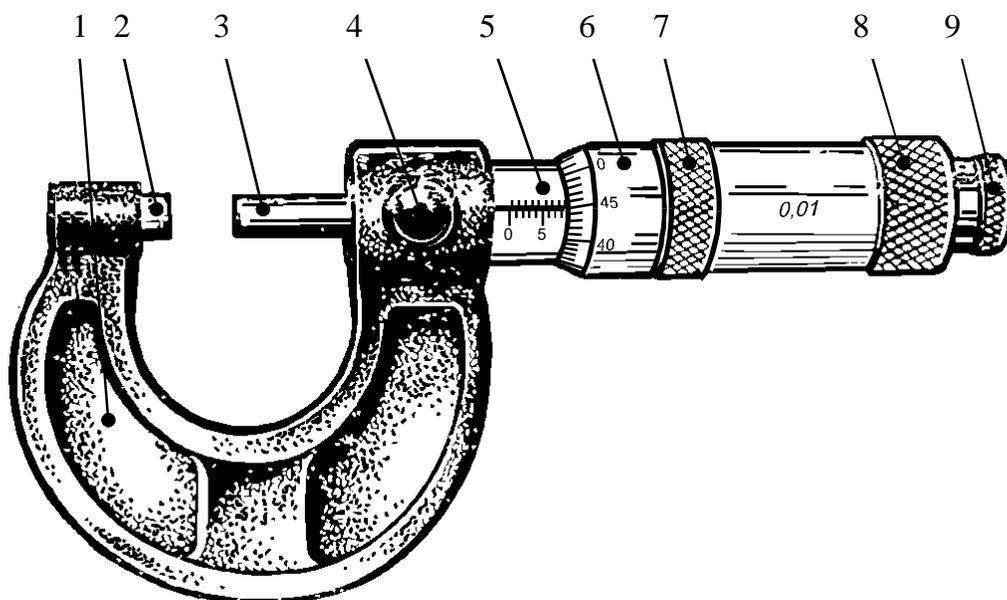


Рис.1. Устройство микрометра с диапазоном измерения от 0 до 25 мм

Основанием микрометра является скоба 1, а передаточным механизмом служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта 3 и микрометрической гайки, расположенной в стебле 5. В скобу 1 запрессована пятка 2 и стембель 5. Измеряемая деталь охватывается измерительными поверхностями микровинта и пятки. Барабан 6 присоединен к микровинту установочным колпачком 8. Вращение барабана осуществляется трещоткой 9 для создания постоянного калибровочного усилия, которое для микровинта равно $F = 7 \pm 2H$. Превышение измерительного усилия ограничивается трещоткой. Закрепляют микровинт в требуемом положении стопорным винтом 4. Накатной выступ 7 служит для удобства работы с микрометром.

Отсчетное устройство микрометра состоит из двух шкал: продольной и круговой. Продольная шкала имеет два ряда штрихов, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и сдвинутых один относительно другого на 0,5 мм. Оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм, равной шагу микровинта. Круговая шкала имеет 50 делений (при шаге винта $S = 0,5$), нанесенных на торце барабана. По продольной шкале отсчитывают число целых миллиметров и 0,5 мм, по круговой - десятые и сотые доли миллиметра. Третий десятичный шаг отсчитывают приближенно, интерполируя цену деления шкалы барабана. Цена деления шкалы барабана равна отношению шага S к числу делений n на торце барабана

$$C = \frac{S}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01$$

Результат получают суммированием отсчетов по шкале стебля и отсчета по шкале барабана. Например, на рис.1 полный отсчет показания микрометра $L_M = L_{ст} + L_б = 8,45$ мм.

1.2. Установка микрометра

Микрометр устанавливается на нуль или соответствующее начальное показание шкалы 25 мм, 50 мм...и т.д. с помощью установочных мер в зависимости от интервалов измерений микрометра.

В положении плотного соприкосновения измерительных поверхностей микрометра и пятки закрепить стопор микровинта вращением винта стопора по часовой стрелке до прочного

зажатия (рис.2). Разъединить барабан и микровинт, для чего охватить левой рукой барабан за накатной выступ, а правой установочный колпачок повернуть против часовой стрелки (на себя) до появления осевого люфта барабана на микровинте (рис.3). Совместить нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом шкалы стебля, для чего скобу микрометра охватить левой рукой, как показано на (рис.4), причем пальцами левой руки удерживать барабан в положении совпадения нулевых штрихов, а правой вращать установочный колпачок по часовой стрелке до полного закрепления барабана на микровинте. Освободить стопор микровинта, вращая его против часовой стрелки.

Проверить правильность выполненной установки микрометра, для этого отвести микровинт от пятки, вращая его за трещотку против часовой стрелки на 3 - 4 оборота и плавным движением подвести микровинт к пятке. В этом положении нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольным штрихом шкалы стебля, а срез барабана должен находиться над нулевым штрихом шкалы стебля.

Если установка с первого раза не удалась, то ее повторяют до тех пор, пока не будет достигнута необходимая точность совпадения нулевых штрихов.

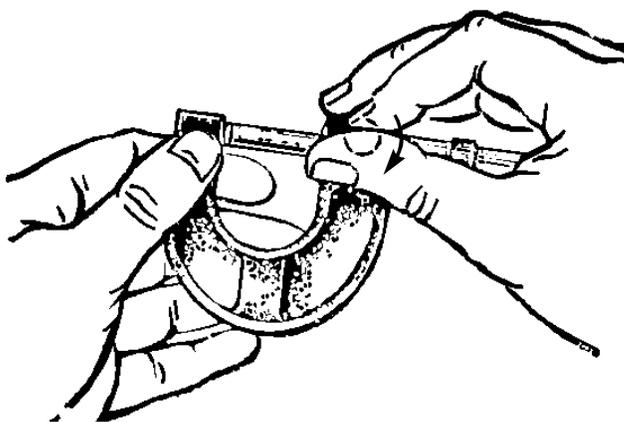


Рис.2. Закрепление винтового стопора гладкого микрометра

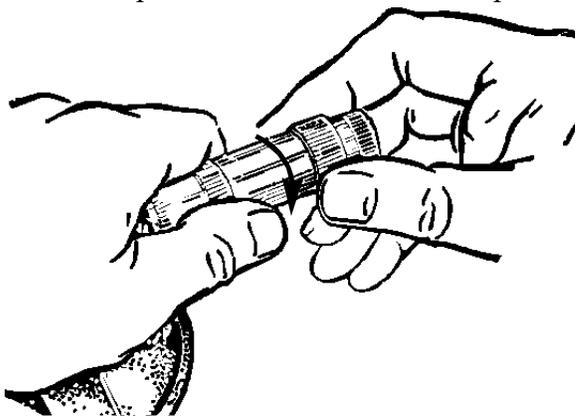


Рис.3. Освобождение барабана микрометра

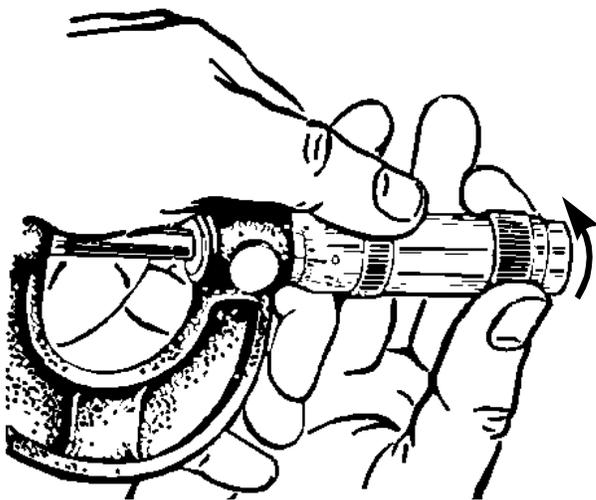


Рис.4. Закрепление барабана микрометра установочным колпачком

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с устройством микрометра и определите его технические параметры: предел измерения, шаг винта, цену деления основной шкалы микрометра, цену деления шкалы барабана микрометра.
2. Измерьте на различных участках диаметр.
3. Результаты измерений занесите в таблицу

Контрольные вопросы:

1. Что означает понятие «поверка» средств измерения?
2. Чем вызвана необходимость периодической поверки средств измерения?
3. На чем основан принцип работы микрометра?
4. Из каких основных частей состоит микрометр?
5. Какие шкалы используются в микрометре?
6. Как осуществляется поверка микрометра?