



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И.Раззакова

кафедра «Метрология и стандартизация»

ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

методическое руководство к выполнению лабораторной работы
для студентов всех специальностей.

Составители: ст. преп. ШАЛАБАЙ Т.Л., преп. ХАЛОВ Р.Ш.

БИШКЕК 2012



«Рассмотрено»
на заседании кафедры
«Метрология и стандартизация»
Протокол № __ от «__» _____

«Одобрено»
методической комиссией ФТМ
Протокол №_ от «__» _____

Составители: ст. преп. ШАЛАБАЙ Т.Л., преп. ХАЛОВ Р.Ш..

Выбор средств измерений: методическое руководство к лабораторным работам для студентов всех специальностей / КГТУ им. И.Раззаков; сост.: Т.Л. Шалабай, преп. Р.Ш. Халов, - Б.: ИЦ «Текник», 2012 -16с табл.6. рис.5.

Излагаются основные теоритические положения, методика проведения работы, формы отчета.

Методические указания предназначено для студентов специальности «Метрология, стандартизация и сертификация», а также студентов других специальностей, изучающих вопросы метрологии.

Рецензент ст. преп. Абдираимов А.А.



ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: изучение методики выбора универсальных СИ линейных размеров. Знакомство с требованиями к условиям проведения измерений

Задание: выбрать универсальные СИ для измерения заданных размеров детали, произвести измерение и дать заключение о годности измеренных размеров. Проанализировать соответствие условий проведения измерений требуемым нормальным условиям.

Перечень приборов, инструментов и принадлежностей, необходимых для выполнения работы.

1. Различные средства измерений для ознакомления
2. Объект измерения и его чертеж (выдает преподаватель).
3. Выдержки из справочников по техническим измерениям, паспорта средств измерений

Общие положения

Измерение - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств, имеющих нормированные метрологические характеристики.

Технический контроль - проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям. Как правило, контроль включает в себя измерение контролируемого параметра и последующее сравнение значения измеренного параметра с допускаемыми значениями, указанными в технических требованиях. (В технические требования могут входить требования к точности размера, требования к погрешности формы, требования к шероховатости поверхности, твердости поверхности и т.д.)

Для организации процесса технического контроля (ТК) и обоснованного выбора средств измерения (СИ) необходимо проанализировать характеристики объекта контроля (ОК) и условия контроля. При этом необходимо учесть:

1. Вид объекта ТК (деталь, сборочная единица, технологический процесс)
2. Виды контролируемых признаков (размер, форма и т.п.)
3. Номинальные значения и допуски на контролируемые параметры
4. Допустимую погрешность измерений
5. Конструктивные особенности изделия



6. Особенности измерительной базы
7. Массу объекта ТК (при необходимости)
8. Повреждаемость (деформируемость) объекта ТК при контроле
9. Условия рабочего места (температурный режим, влажность и т.д.)
10. Транспортабельность объекта контроля и средств контроля
11. Производительность технического контроля
12. Наличие средств контроля (СИ) на предприятии
13. Стоимость СИ
14. Квалификацию контролера
15. Целесообразность проектирования специальных средств контроля
16. Дополнительные условия и характеристики

Выбор средства измерения

Средства измерения для проведения технического контроля выбирают с учетом *метрологических* и *экономических* факторов.

При выполнении производственных измерений в первую очередь учитывают следующие **метрологические показатели** СИ: диапазон измерений; диапазон показаний; погрешность измерительных приборов и инструментов.

К **экономическим показателям** относят: стоимость СИ, продолжительность их работы до повторной установки, продолжительность их работы до ремонта, время, затрачиваемое на установку и сам процесс измерения, необходимая квалификация оператора.

Предпочтение отдается более дешевым средствам, более простым в использовании, требующим для работы контролеров невысокой квалификации и условий работы со свободным температурным режимом, возможность переналадки и многократного использования при изменении объекта контроля (в случае индивидуального и серийного производства).

На выбор СИ влияет и характер производства. При большом количестве контролируемых изделий (массовое, крупносерийное, серийное производство) целесообразно применять специальные СИ и калибры; при малом количестве измеряемых изделий (мелкосерийное, единичное производство) преимущество остается за универсальными СИ.

Правильный выбор СИ не только обеспечивает требуемую точность, но и сокращает себестоимость выпускаемой продукции.

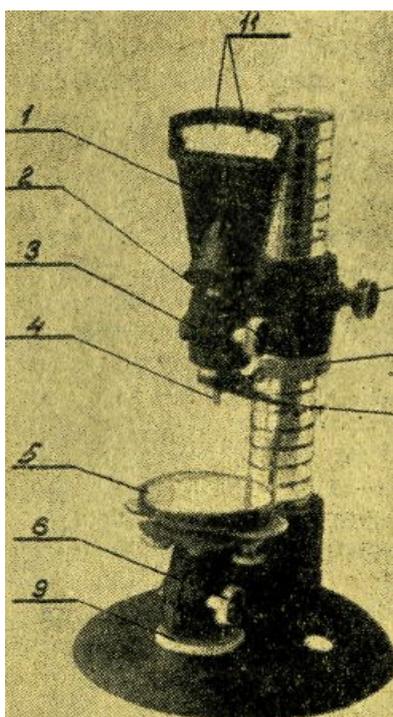
Одним из необходимых условий правильного выбора универсального СИ является соответствие его метрологических характеристик следующим условиям:

1. **Диапазон измерения СИ должен быть больше измеряемого размера.** Например, гладким микрометром МК25 с диапазоном измерений от 0 до 25мм невозможно измерить вал диаметром 30мм. В этом случае необходимо взять микрометр МК50 с пределами измерения от 25 до 50мм.

2. **Диапазон показаний СИ (диапазон показаний по шкале прибора) должен быть больше допуска измеряемого размера (Т).** Это замечание касается средств измерений, который настраивается на нуль по концевым мерам, а по шкале считывается не сам измеряемый размер, а его отклонение от настроечного размера. Поясним это на примере.

Пусть для измерения вала размером $\varnothing 50 \pm 0,040$ мы решили выбрать средство измерений головку измерительную пружинную типа 1ИГП (микрокатор) с ценой деления 0,001мм, диапазоном показаний по шкале ± 30 мкм (перемещение измерительного стержня) и допускаемой погрешностью $\Delta_{СИ} = \pm 1$ мкм

Пример измерения можно пояснить на миниметре (рис.1)



- 1- Измерительная головка
- 4 Измерительный наконечник
- 5 Столик
- 6 Винт
- 11-Шкала

Рис.1 Миниметр

Допуск на изготовление вала $T = es - ei = 0,040 - (-0,040) = 0,080$., то есть разброс годных размеров обработанного вала будет 0,080мм или 80мкм. Миникатор (миниметр) настраиваем на нуль по блоку концевых мер, равному 50мм (середине поля допуска измеряемого размера или около того). Измерим вал размером 50,012мкм. При измерении диаметра вала стрелка на



шкале миниметра будет показывать насколько диаметр измеряемого вала больше (или меньше), чем настроечный размер (50мм). Стрелка на шкале миниметра покажет 12мкм, и это значит, что размер измеряемой детали больше настроечного размера (50мм) на величину 12мкм.

Размер детали найдем как сумму настроечного размера и показания по шкале, то есть $50 + 0,012 = 50,012$ мм. Однако не все измеряемые годные размеры будут укладываться в шкалу миниметра и при измерении, например размера 50,035мм, стрелка должна была бы показать значение отклонения в 35мкм, которого на шкале просто нет (напомним, что диапазон показаний по шкале миниметра ± 30 мкм) и прибор будет зашкаливать. Это видно сразу, так как диапазон разброса измеряемого размера 80мкм, а диапазон показаний по шкале 60мкм ($30 - (-30) = 60$ мкм). Значит, на миниметре можно измерять размеры, допуск (диапазон разброса размеров годной детали) которых не превышает 60мкм.

Для размеров с большим допуском необходимо выбрать другой мерительный инструмент, например вертикальный оптиметр с диапазоном показаний по шкале ± 100 мкм и ценой деления 0,001мм (то есть этот оптиметр может уловить разброс размеров в 200мкм), кстати на нем можно измерить рассматриваемый вал размером $\varnothing 50 \pm 0,040$.

Мы видим, что допуск $T = 80$ мкм < 200 мкм (диапазона показаний по шкале). Как правило, диапазон показаний по шкале соответствует максимальному перемещению измерительного наконечника средства измерений.

3. Предельная погрешность измерения выбранного СИ $\Delta_{СИ}$ должна быть меньше допустимой погрешности измерения δ . Необходимо, чтобы $\Delta_{СИ}$ было меньше, чем δ примерно на 20-50%.

$$\Delta_{СИ} < \delta$$

Значения допустимых погрешностей измерения δ установлены в зависимости от допусков и номинальных размеров измеряемых изделий. ГОСТ 8.051 Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. (табл.П1 приложения). В соответствии с этим ГОСТ,

значения δ определены для квалитетов 2–17 и приняты равными

0,2 T – для квалитетов **IT10 – IT17**,

0,3 T – для квалитетов **IT6 – IT9**,

0,35 T – для квалитетов **IT2 – IT5**. (Здесь T – допуск размера)

Расчетные значения δ округлены с учетом реальных значений погрешностей измерения измерительными средствами. Допускаемые



погрешности измерения, установленные ГОСТ 8.051, являются наибольшими и включают не только погрешности СИ, но и погрешности от других источников: погрешности установочных мер, погрешности базирования, погрешности, связанные с температурными деформациями и тому подобные погрешности.

При допусках, не соответствующих значениям, указанным в ГОСТе 8.051 – 81 и ГОСТе 8.050 - 73, допустимую погрешность выбирают по ближайшему меньшему значению допуска для соответствующего размера.

При измерении других физических величин в таблице приведены, где допустимые погрешности измерений в % от допуска на контролируемый размер.

Допустимые погрешности измерений физических величин.

Таблица 1

Контролируемая физическая величина	Допустимая погрешность измерений, в % от допуска на контролируемый размер
Давление, разрежение, расход	30 – 40%
Температура, влажность	40 – 50%
Напряжение, сила тока, электрическое сопротивление	25 – 35%
Масса, скорость, время, объем	25 – 35%
Сила	25 – 30%

Таблицы методического руководства содержат сведения, необходимые при выборе универсальных СИ. В таблицах для размеров наружных и внутренних элементов деталей приведены некоторые средства измерений с указанием необходимых для выбора инструмента метрологическими характеристиками, такими как предельно допустимая погрешность СИ $\Delta_{СИ}$ и диапазон измерений.

Более полная информация о метрологических характеристиках средств измерений приведена в соответствующих нормативных документах, их также можно найти в справочниках по техническим измерениям. В приложениях к методическому руководству данной лабораторной работы даны выдержки из справочника с приведением метрологических характеристик некоторых средств измерений.

Пример. Необходимо выбрать универсальное СИ для измерения размера отверстия $\varnothing 40H9$.



По табл.3 допуск размера 40 мм 9-го качества $T = 62$ мкм,
допускаемая погрешность измерения $\delta = 16$ мкм

рекомендуемые СИ: по таблицам 4,5,6 находим, что этим требованиям соответствуют:

а) индикаторный нутромер с ценой деления 0,01 мм (по приложению индикаторный нутромер НИ 50) и используемом перемещении измерительного стержня 0,1мм и

б) микроскоп универсальный.

Выбираем для применения нутромер НИ 50, как более простое, а значит и дешевое СИ. Диапазон измерения этим нутромером больше измеряемого размера ($50 > 40$ (мм)), используемое перемещение измерительного стержня больше допуска размера T ($0,1 > 0,062$ (мм)), предельная погрешность средства измерения $\Delta_{СИ} = \pm 0,01$ мм, что \square меньше допускаемой погрешности измерения ($0,01 < 0,016$ (мм)), то есть условие $\Delta_{СИ} < \delta$ выполнено, причем $\Delta_{СИ}$ на 37% меньше, чем δ .

Порядок выполнения работы

1. Изучить методическое руководство

2. Вычертить эскиз детали с указанием на нем заданных о размеров.

3.. Заполнить таблицу 2.

По табл. 2 определить допуски и допускаемую погрешность измерения δ . Если вместо условного обозначения полей допусков размеров ($H7, f8$ и т.п.) указаны числовые значения отклонений, то необходимо вычислить величину допуска по известным формулам $T = es - ei$, $T = ES - EI$, а затем, ориентируясь на ближайшее меньшее по таблице 2 найти требуемую допускаемую погрешность измерения δ .

4. По метрологическим характеристикам СИ (табл.4,5,6) выбрать средства измерений, которыми можно измерить данные размеры (средств измерений может быть выбрано одно или несколько).

Необходимо учитывать тип поверхности (наружная, внутренняя, глубина, высота и т. д), ориентируясь на эскиз детали.

При выборе средства измерений проверять выполнение условия $\Delta_{СИ} < \delta$ ($\Delta_{СИ}$ должно быть меньше примерно на 20-50% допускаемой погрешности измерений δ) и другие требования (диапазон измерений, диапазон показаний)

Выбранные средства измерений занести в табл.2 и отметить более целесообразное с экономической точки зрения для каждого размера .



5. Указать метрологические показатели СИ для выбранных инструментов.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы учитывают при выборе универсальных СИ?
2. От чего зависит величина допускаемой погрешности измерения и какие погрешности она включает?
3. Что такое измерение и технический контроль?
4. Перечислите метрологические характеристики средств измерений и их роль в выборе средств измерений.
5. Приведите примеры метрологических характеристик средств измерений
6. Уметь прокомментировать и обосновать любую запись в таблице 2
7. Что характеризует допуск размера?

Рекомендуемая литература

1. Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051-81). РД 50-98-86. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 84 с .
2. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. 2-е из д., перераб. и доп. / А.Г. Сергеев, Н.В. Латышев, В.В. Тегеря. М.: Логос, 2005. – 560 с .
3. Средства контроля, управления и измерения линейных и угловых размеров в машиностроении: Отраслевой каталог. – М.: ИКФ «Каталог», 2004. – 128 с .

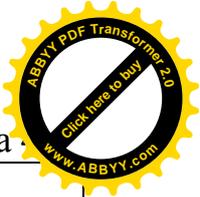
Таблица

Глубины, высоты, расстояния до выступов	Наружные, Ø валов			Внутренние, Ø отверстий		Тип поверхности						
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	D ₁		D ₂					
							d ₃					Размер по чертежу
							d ₄					Допуск раз-мера (табл. 3) или IT=es-ei
							d ₅					Допускаемая погрешность. δ , мкм (табл.2)
							L ₁					Рекомендуемые средства измерений. Название, тип, класс точности. (по табл.4,5,6)
							L ₂					Цена деления шкалы, мм
							L ₃					Диапазон измере-ний СИ, мм
							L ₄					Предел допускаемой погрешности. Δси , мкм
												Диапазон показаний по шкале, мм



Допускаемые погрешности измерения линейных размеров (ГОСТ 8.051) Таблица

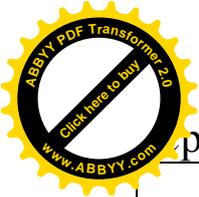
Номинальные Размеры, мм	Допуски размеров IT и допускаемые погрешности измерения δ , мкм для качествентов													
	6		7		8		9		10		11		12	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Св.6 до 10	9	2,0	15	4,0	22	5,0	36	9	58	12	90	18	150	30
Св.10 до 18	11	3,0	18	5,0	27	7,0	43	10	70	14	110	30	180	40
Св.18 до 30	13	4,0	21	6,0	33	8,0	52	12	84	18	130	30	210	50
Св.30 до50	16	5,0	25	7,0	39	10,0	62	16	100	20	160	40	250	50
Св.50 до 80	19	5,0	30	9,0	46	12,0	74	18	120	30	190	40	300	60
Св.80 до 120	22	6,0	35	10,0	54	12,0	87	20	140	30	220	50	350	70
Номинальные Размеры, мм	13кв		14кв		15кв		16кв		17кв					
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ				
Св.6 до 10	220	50	360	80	580	120	900	200	1500	300				
Св.10 до 18	270	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380				
Св.18 до 30	330	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440				
Св.30 до50	390	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500				
Св.50 до 80	460	100	740	160	1200	240	1900	400	3000	600				
Св.80 до 120	540	120	870	180	1400	280	2200	440	3500	700				



Средства измерений **внутренних размеров**

Таблица

№ СИ	Наименование СИ	Цена деления (мм)	Предел допускаемой основной погрешности мкм, ($\Delta_{СИ}$)	Диапазон измерений (мм)	Диапазон показаний по шкале (перемещение измерительного стержня),
1.	Штангенциркуль	0,1	± 100 мкм	0-125; 0-160	
2.	Штангенциркуль ШЦ-II ШЦ- III	0,05	± 50 мкм	0-160 0-250	
10	Линейка измерительная металлическая ГОСТ 427-75	1мм	$\pm 0,1$ мм $\pm 0,15$ мм	0-150 ; 0-300 0-300; 0-500 -до 1000	
11	Нутромер типа НМ микрометрический	0,01	± 6 мкм ± 8 мкм	50-75 75-175 75-600	
12	Нутромер индикаторный типа НИ с ценой деления 0,01 мм	0,01	0класс ± 8 мкм 1класс ± 10 мкм	6-10 10-18 18-35 35-50 50-100.....	$\pm 0,6$ мм $\pm 0,8$ мм $\pm 1,5$ мм
13	Нутромер индикаторный типа НИ (ГОСТ 9244-75), куда установлена головка типа ИГ	0,001 (1ИГ) 0,002 (2ИГ)	$\pm 0,8$ мкм $\pm 1,5$ мкм	6-10 10-18 18-35 35-50 50-100	$\pm 0,6$ мм $\pm 0,8$ мм $\pm 1,5$ мм
7.	Оптиметр вертикальный типа ОВО-1	0,001	$\pm 0,3$ мкм	0-180	± 100 мкм
8.	Микроскоп (БМИ)	0,002	Зависит от размеров измеряемой детали	В продольном направл 150мм В поперечном 75мм	
<p>Другие СИ: Нутромер индикаторный типа НИ (ГОСТ 9244-75), с головкой типа ИГ с ценой деления 0,001мм или 0,002мм с настройкой по установочным кольцам (ГОСТ14865-78) ; Микроскоп универсальный типа УИМ-21, УИМ-23; Оптиметр горизонтальный типа ОГ-3 при настройке по концевым мерам длины 2-го класса</p>					



Средства измерений **наружных** размеров

Таблица 5

№ СИ	Наименование СИ	Цена деления (мм)	Предел допускаемой основной погрешности мкм, ($\Delta_{СИ}$)	Диапазон измерений (мм)	Диапазон показаний по шкале (перемещение измерительного стержня),
1.	Штангенциркуль	0,1	± 100 мкм	0-125 0-160	
2.	Штангенциркуль ШЦ-II ШЦ- III	0,05	± 50 мкм	0-160 0-250	
3.	Микрометр гладкий (МК)	0,01	1класс ± 4 мкм 2класс ± 8 мкм	МК25 (0-25); МК50 (25-50); МК75 (50-75)	
4	Скоба индикаторная типа СИ при настройке на нуль по концевым мерам	0,01	± 10 мкм ± 12 мкм	0-50 50-100	3 мм
5..	Скоба рычажная типа СР при настройке по концевым мерам 3 кл	0,002	± 2 мкм	0-25; 25-50; 50-75;	Не менее $\pm 0,08$ мм
6.	Головки рычажно-зубчатые 1ИГ 2ИГ	0,001 0,002	$\pm 0,8$ мкм $\pm 1,5$ мкм		± 50 мкм ± 100 мкм
6а	Головки пружинные типа 1ИГП 2ИГП	0,001 0,002	$\pm 0,6$ мкм $\pm 1,2$ мкм		± 30 мкм ± 60 мкм
7.	Оптиметр вертикальный типа ОВО-1	0,001	$\pm 0,3$ мкм	0-180	± 100 мкм
8.	Микроскоп (БМИ)	0,002	Зависит от размеров детали	В продольном направл 150 мм В поперечном 75 мм	
10	Линейка измерительная металлическая ГОСТ 427-75	1 мм	$\pm 0,1$ мм $\pm 0,15$ мм $\pm 0,20$ мм	0-150 ; 0-300 0-300; 0-500 Св.500 до 1000	
Другие СИ : скоба рычажная типа СР при настройке по установочной мере длины 2-го класса и использовании отсчета на 10 делениях шкалы; Микроскоп универсальный типа УИМ-21, УИМ-23; Другие СИ, которые можно найти в справочниках на измерительную технику					



СИ для измерения глубины, высоты

Таблица

№ СИ	Наименование Средства измерений (СИ)	Цена деления (мм)	Предел допускаемой основной погрешности ($\Delta_{СИ}$), мкм	Диапазон измерений (мм)	Диапазон показаний по шкале (перемещение измерительного наконечника),
14	Штанген-глубиномер	0,05	± 50 мкм ($\pm 0,05$ мм)	0-200 0-320	
		0,1	± 100 мкм ($\pm 0,1$ мм)	0-500	
15	Штанген-рейсмасс	0,05	± 50 мкм ($\pm 0,05$ мм)	0-250 40-400	
16	Микрометрический глубиномер	0,01	± 3 мкм (1 кл.) ± 5 мкм (2 кл.) ± 4 мкм (1 кл.) ± 6 мкм (2 кл.)	0-100	
				0-150	
17	Индикаторный глубиномер с индикатором часового типа ИЧ	0,01	± 15 мкм (0 кл.) (± 8 мкм в диапазоне 1 мм) ± 20 мкм (1 кл.) (± 10 мкм в диапазоне 1 мм)	0-100	0-10 мм
Другие СИ, представленные в справочной литературе или специально сконструированные					

Конструкция универсальных средств измерений

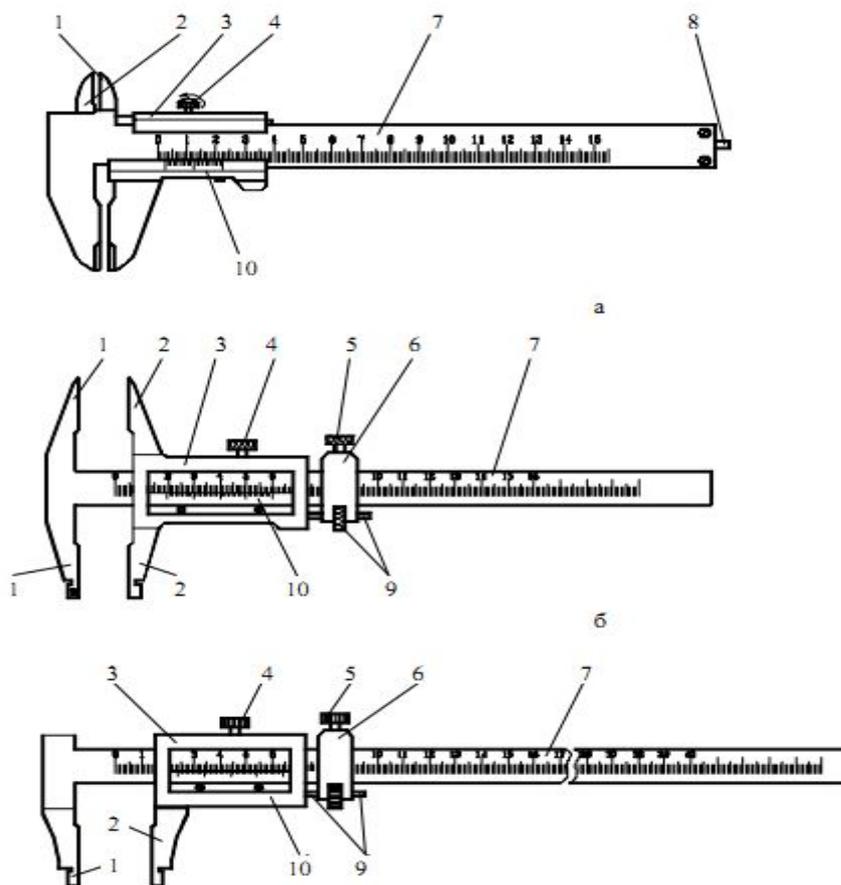


Рисунок 2. Штангенциркули:

а- ШЦ 1; б- ШЦ 2; в-ШЦ 3; 1 неподвижные губки; 2- подвижные губки; 6- рамка микрометрической подачи; 7- штанга; 8- линейка глубиномера; 9- винт и гайка микрометрической подачи; 10- нониус

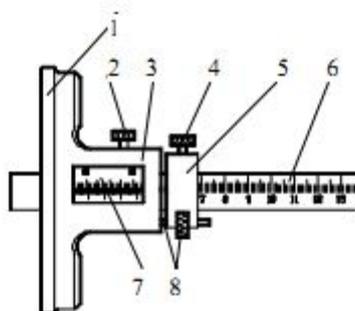


Рисунок 3. Штангенглубиномер:

1 - основание; 2 - зажим рамки; 3 - рамка; 4 - зажим рамки микрометрической подачи; 5 - рамка микрометрической подачи; 6 - штанга; 7 гайкаи винт микрометрической подачи; 8- нониус

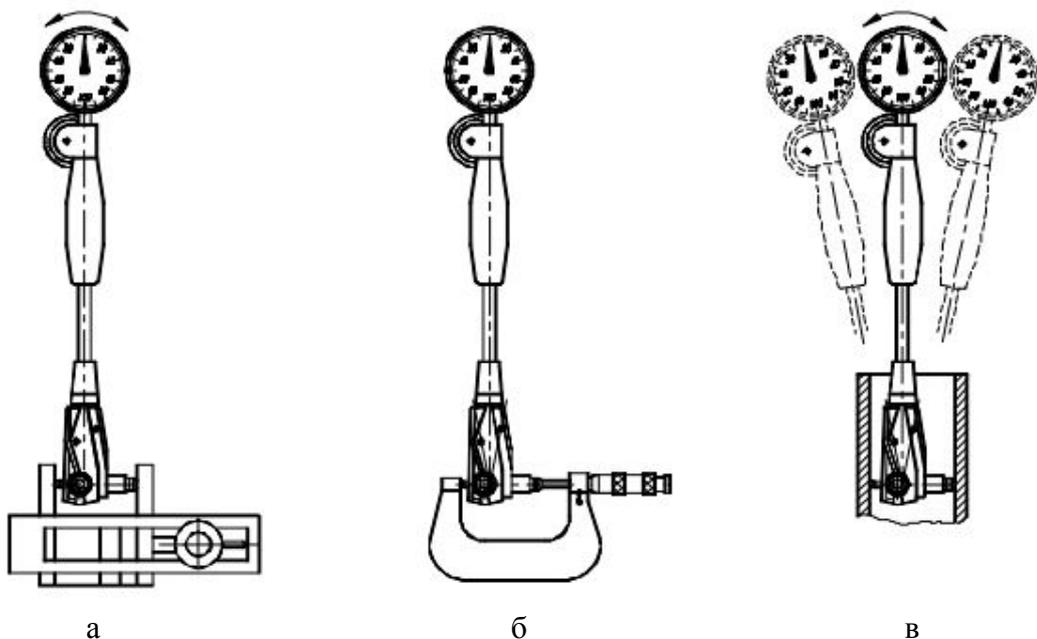


Рисунок 4. **Настройка нутромера на размер:**

а - по блоку концевых мер с боковиками; б - по микрометру; в - по образцовому аттестованному кольцу

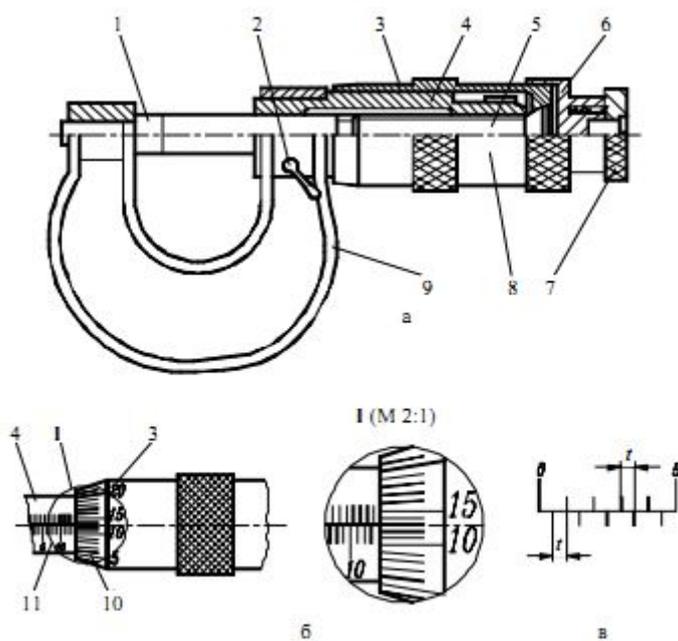


Рисунок 5. **Микрометр:**

1- пятка; 2- стопорное устройства; 3- барабан; 4- стелька; 5- микрометрический винт; 6 – установочный колпачок; 7- трешеточное устройства; 8- микрометрическая головка; 9- скоба; 10,11 – шкалы микрометра