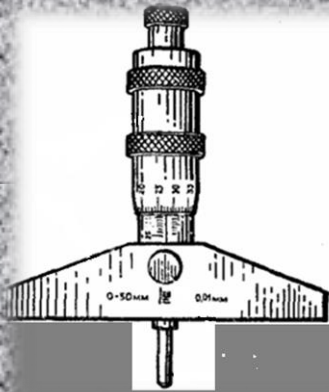


# Микрометрические инструменты





# СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Историческая справка**
- 2. Назначение микрометрических инструментов**
- 3. Принцип действия микрометрических инструментов**
- 4. Виды микрометрических инструментов**
- 5. Общее устройство микрометрических инструментов**
- 6. Микрометрическая головка**
- 7. Порядок отсчёта показаний микрометрических инструментов**
- 8. Назначение, устройство и измерение микрометрическими инструментами**
  - 8.1 Микрометры**
  - 8.2 Микрометрические глубиномеры**
  - 8.3 Микрометрические нутромеры**
- 9. Вопросы для самоподготовки**

# 1. Историческая справка

- ❑ **Винтовая пара для точной установки размеров** применялась еще в **шестнадцатом веке**.
- ❑ В те далекие времена она входила в устройство прицелов для пушек, а также геодезических инструментов.
- ❑ **Патент на микрометр** получил **француз Пальмер** в **1848 году**.  
Фамилия французского ученого легла в основу названия этого устройства – микрометр еще называют **«пальмером»**.  
Но широкого применения он не получил.
- ❑ Только **через 19 лет в 1877 году** американские инженеры **Луснан Шарпе** и **Джозеф Браун** обратили внимание на устройство микрометра Пальмера, усовершенствовали его и организовали серийное производство **микрометров** в США (фирма «Браун и Шарп»).
- ❑ **Точность измерений до 0,01 мм** – это большой прорыв для промышленности **XIX века**, который был возможен благодаря появлению микрометра. В том виде, в котором выпускались эти измерительные приборы, они сохранились и до наших дней.

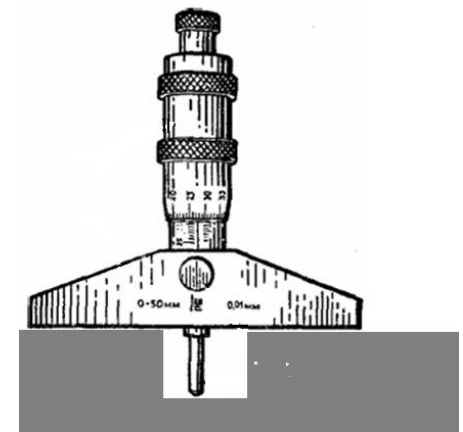
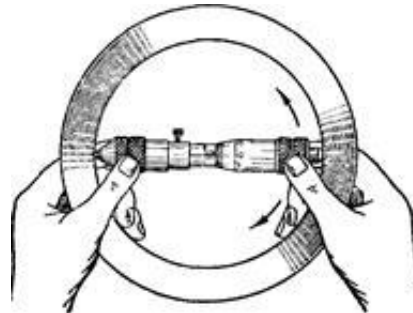
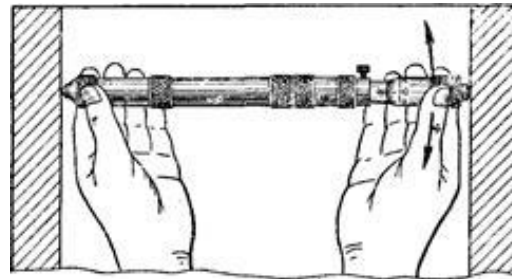
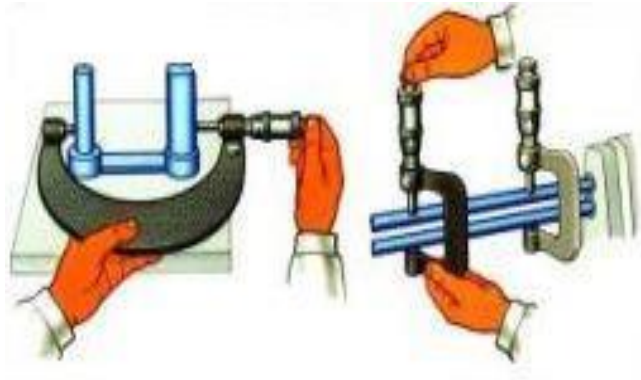
# Историческая справка

- ▣ **Название микрометра** пошло от единицы измерения, которая была взята за основу при проведении замеров этим прибором.
- ▣ В метрической системе мер значение **микрона** равно **одной миллионной доли метра** (толщина человеческого волоса равна примерно **40 микронам**).
- ▣ **В конце XX века** эта единица измерения была отменена, и сегодня ею практически не пользуются, а название прибора осталось и оно говорит само за себя – микрометр измеряет с высокой точностью очень мелкие детали.



## 2. Назначение микрометрических инструментов

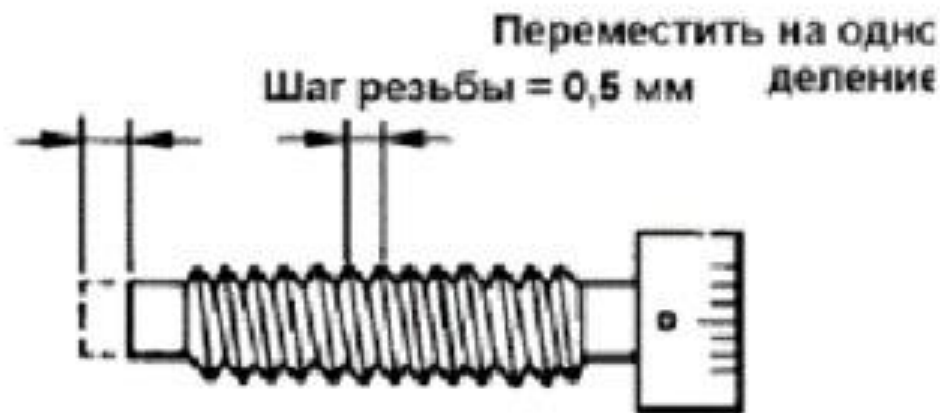
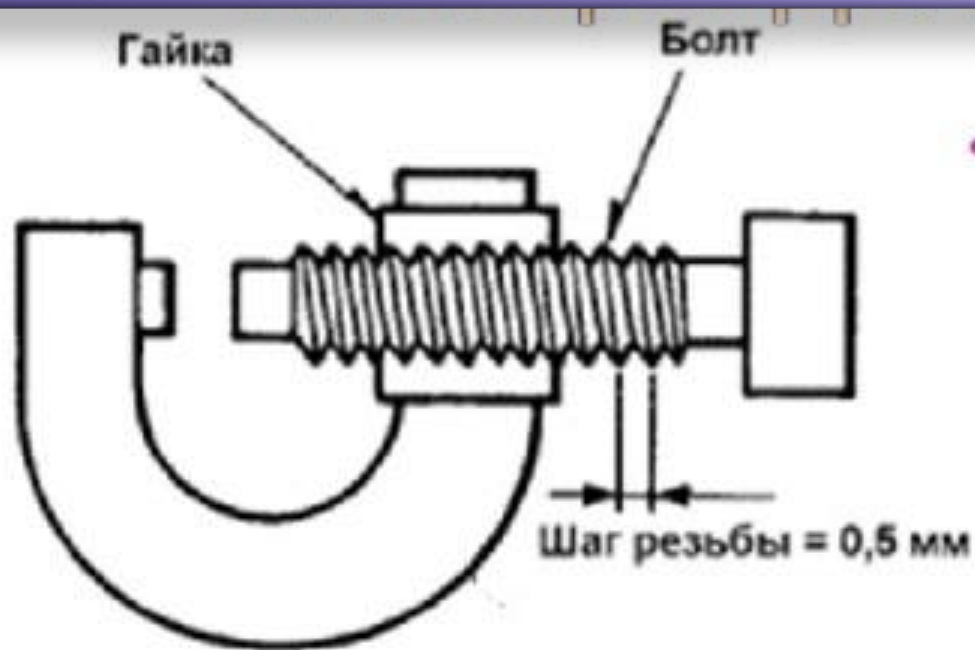
Микрометрические инструменты – это средства измерения линейных размеров, предназначенные для абсолютных (прямых) измерений контактным способом наружных и внутренних размеров, высот уступов, глубин отверстий и пазов и т.д.



### 3. Принцип действия микрометрических инструментов

- ▣ **Микрометрические инструменты** – это средства измерения линейных размеров, **принцип действия** которых основан на использовании **винтовой пары** (**микропары**: «микрометрический винт – гайка»), для преобразования вращательного движения микрометрического винта (**микровинта**) в поступательное.
- ▣ **Микропара** служит **размерным** и **преобразовательным устройством** в микрометрических измерительных инструментах.

# Принцип действия



Шкала (разделена на 50 равных частей)

- основан на использовании пары винт-гайка, преобразующей вращательное движение винта в поступательное движение его торца.

# 4. Виды микрометрических инструментов

## ▣ Виды микрометрических инструментов:

### 1. Микрометры:

- ▣ гладкие, листовые, трубные, зубомерные и др. (ГОСТ 6507-90);
- ▣ микрометры со вставками (резьбомерные) (ГОСТ 4380-93);
- ▣ микрометры настольные;
- ▣ микрометры рычажные (ГОСТ 4381-87)

### 2. Микрометрические глубиномеры (ГОСТ 7470-92)

### 3. Микрометрические нутромеры (ГОСТ 10-88)



# 5. Общее устройство микрометрических инструментов

Микрометрические инструменты имеют основные части:

1. **Корпус (основание):** **скоба** – микрометр,  
**траверса (основание)** – глубиномер;
2. **Микрометрическая головка (микроголовка):**
  - **стебель;**
  - **барабан;**
  - **микровинт;**
  - **трещотка** (у всех инструментов кроме нутромера);
  - **стопор;**
  - **установочный колпачок** (в отдельных моделях)

На **стебле** нанесена **основная продольная шкала**.

На **барабане** нанесена **дополнительная (нониусная) круговая шкала**.

**Микровинт** связан с подвижной пятой.

**Трещотка (фрикцион)** обеспечивает **постоянное измерительное усилие**, предназначена для того, чтобы исключить повреждение измеряемой детали.

**Стопор** – для закрепления микровинта в нужном положении.

**Установочный колпачок** используется при настройке инструмента **на ноль**.

# 6. Микрометрическая головка

Измерительным устройством любого микрометрического прибора является точно изготовленная **микрометрическая пара (микропара)** с определенной величиной **шага резьбы винта**, равного  **$P = 0,5$  мм**.

**Винтовая пара** («микрометрический винт – гайка») используется как увеличивающее устройство, преобразующее **небольшое продольное перемещение винта** в **большое окружное перемещение** шкалы барабана.

Цена деления шкалы барабана, имеющей " **$n = 50$** " делений, определяется из выражения:

$$i = P/n = 0,5/50 = 0,01 \text{ мм}$$

где:  **$P$**  – шаг резьбы винта в мм;

**$n$**  – число делений на барабане.

**Микрометрические приборы имеют два отсчетных устройства:**

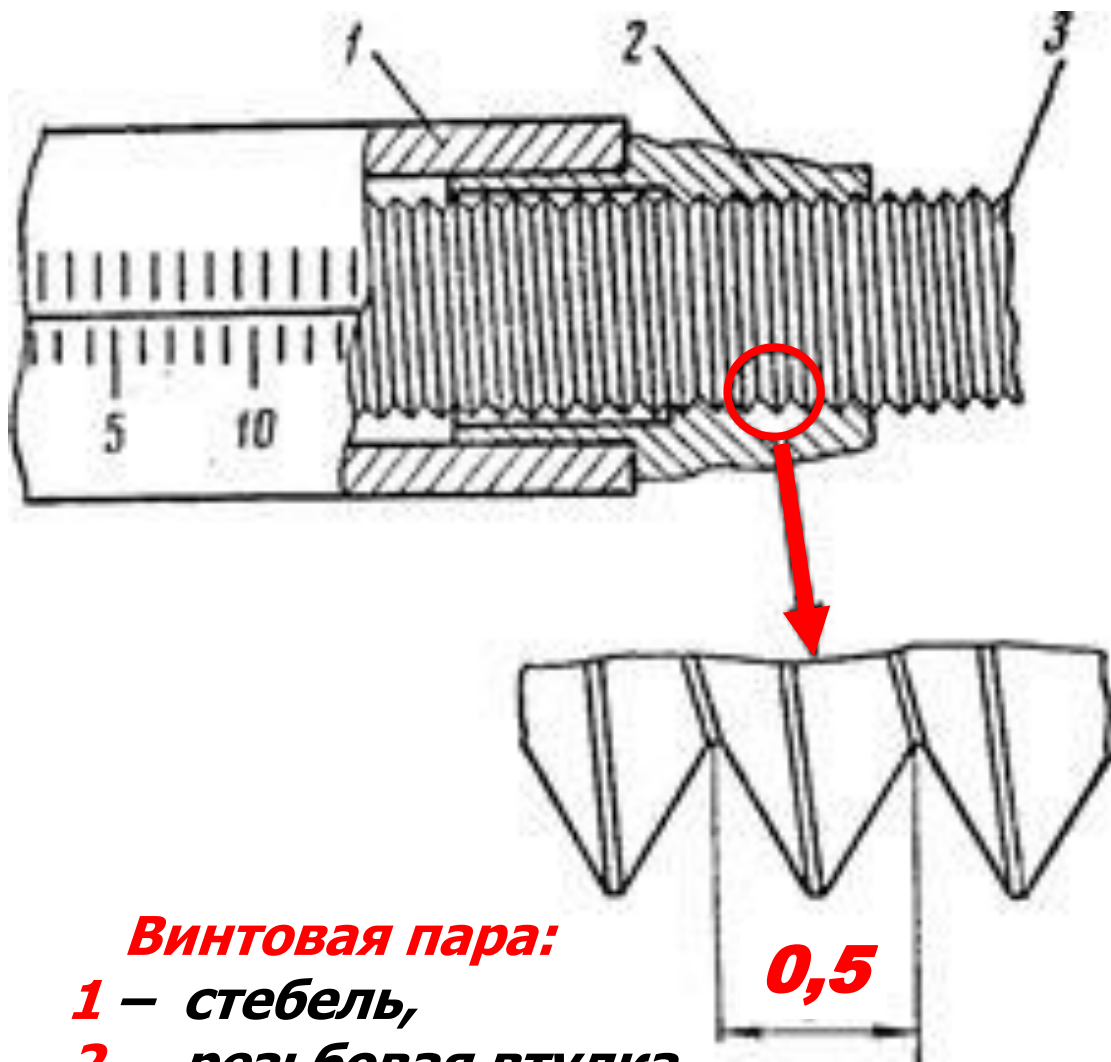
- Первое отсчетное устройство состоит из:
  - **продольной шкалы**, имеющей два ряда штрихов, сдвинутых друг относительно друга на **0,5 мм** (цена деления **0,50 мм**) и нанесенной на стебле;
  - **указателя**, которым является торец барабана.
- Второе отсчетное устройство состоит из:
  - **круговой шкалы** с ценой деления **0,01 мм**, нанесенной на конусной поверхности барабана;
  - **указателя** в виде продольного штриха, нанесенного на стебле.

# Микрометрическая головка

- ❖ Так как шаг микровинта  $P = 0,50 \text{ мм}$ , следовательно, **одному обороту микровинта** и жестко скрепленного с ним барабана, соответствует **линейное перемещение** торца барабана (микровинта), **одно деление, равное  $0,50 \text{ мм}$** .
- ❖ Круговая шкала барабана имеет число делений  $n = 50$ , следовательно, поворот барабана с микровинтом на **одно деление** относительно продольного штриха на стебле будет соответствовать величине  **$0,01 \text{ мм}$**



# Микрометрическая головка



**Винтовая пара:**  
**1** – стемель,  
**2** – резьбовая втулка,  
**3** – микровинт

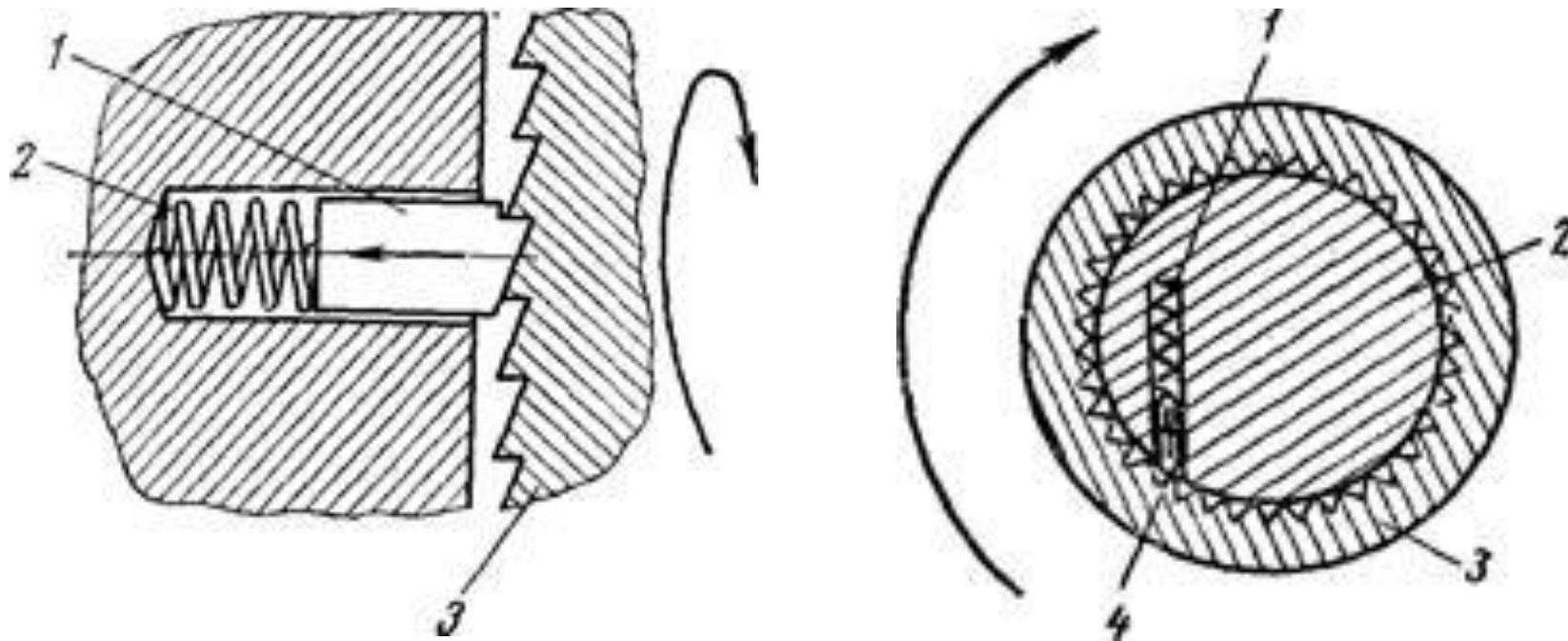
**1) За один оборот** микровинт перемещается вдоль оси **на шаг резьбы** ( $P = 0,5 \text{ мм}$ ).

**2) При повороте на одно деление** микровинт, соединенный с барабаном, перемещается вдоль оси на  $\frac{1}{50}$  шага, т.е. ( $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ ), являющейся **ценой деления микрометра**.



# Микрометрическая головка

**Трещотка** обеспечивает постоянное измерительное усилие  
У микрометров типа МК допускается измерительное усилие  $(7 \pm 2) \text{ Н}$



**Типы применяемых трещоток:**

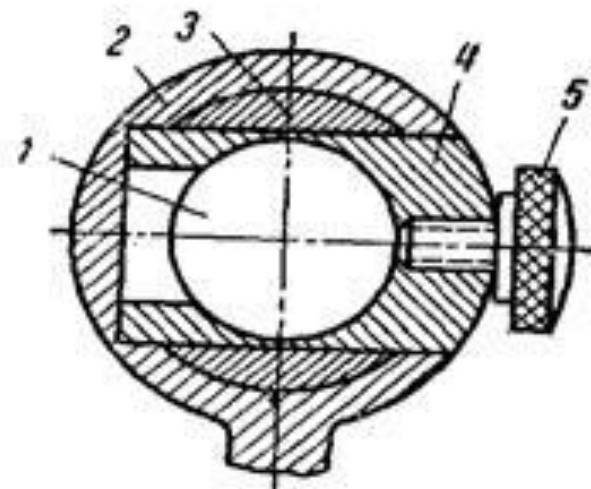
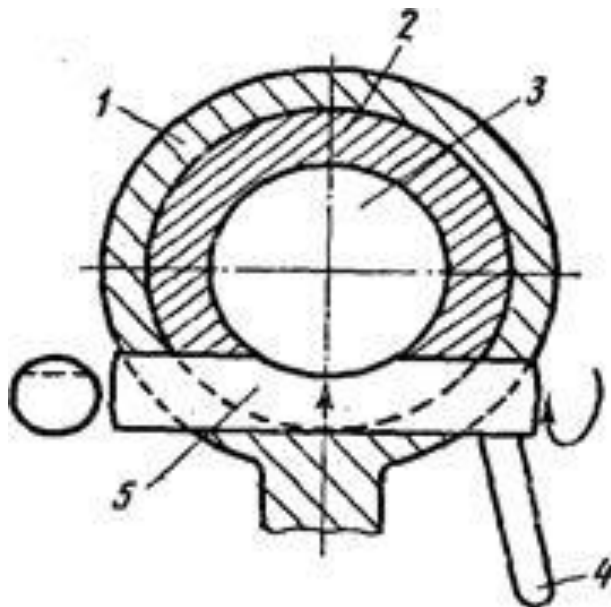
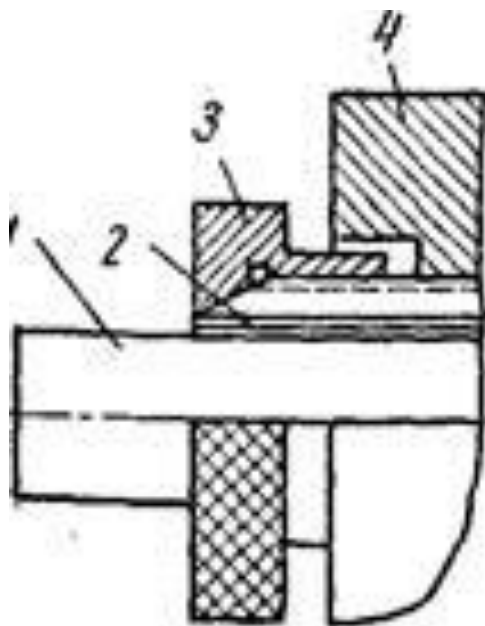
**а) Трещотка с торцовыми зубьями:**    **б) Трещотка с зубьями на конце:**

**1** – штифт,  
**2** – пружина,  
**3** – храповик

**1** – пружина,  
**2** – корпус,  
**3** – шлицевая втулка,  
**4** – штифт

# Микрометрическая головка

**Стопор** – для закрепления микровинта в нужном положении



## **Виды стопоров:**

### **а) Цанговый:**

- 1** – микровинт;
- 2** – стембель;
- 3** – гайка,
- 4** – скоба

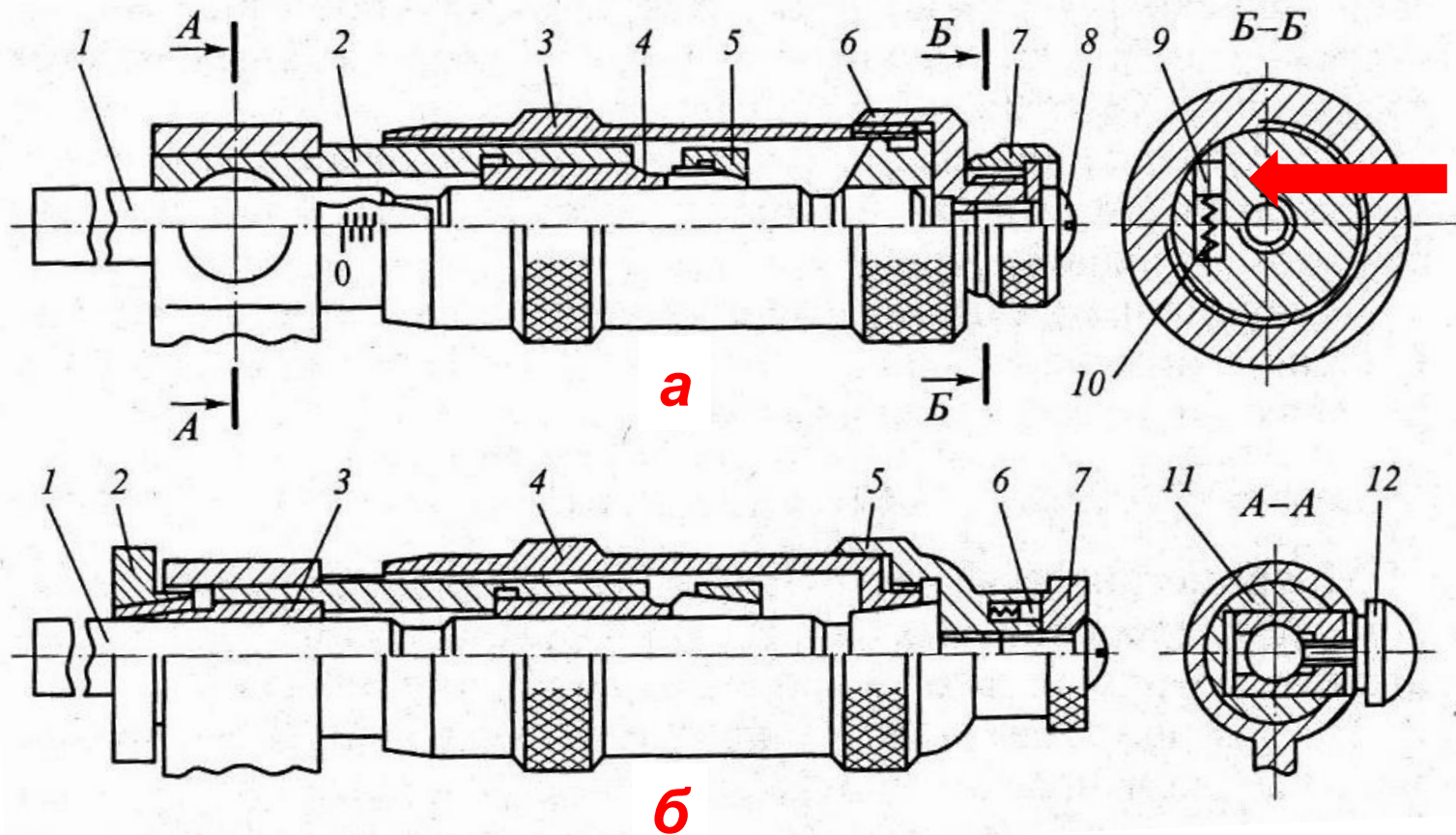
### **б) Эксцентриковый:**

- 1** – скоба;
- 2** – скоба;
- 3** – микровинт,
- 4** – ручка,
- 5** – эксцентрик

### **в) С зажимным винтом:**

- 1** – микровинт,
- 2** – разрезная гильза,
- 3** – стембель,
- 4** – втулка,
- 5** – зажимной винт

# Микрометрическая головка



## **а) с верхним пределом измерений до 100 мм:**

**1** – микрометрический винт; **2** – стемель; **3** – барабан; **4** – микрогайка;  
**5** – гайка стяжная; **6** – накладной колпачок; **7** – трещотка;  
**8** – винт крепления трещотки; **9** – палец; **10** – пружина; **11** – втулка; **12** – винт

## **б) с верхним пределом измерений свыше 100 мм:**

**1** – микрометрический винт; **2** – стопорная гайка; **3** – разрезная втулка;  
**4** – барабан; **5** – установочный колпачок; **6** – палец; **7** – трещотка

# 7. Порядок отсчёта показаний микрометрических инструментов

**При измерении гладким микрометром:**

- инструмент держат в руках или
- устанавливают в стойке.

От того, находится микрометр в руках или он установлен в стойке, зависит **предельная погрешность результатов измерений**.

**Например**, при измерении в диапазоне размеров **свыше 75 до 100 мм:**

- если микрометр находится в руках, то **предельная погрешность измерения** составляет **15 мкм**;
- если микрометр находится в стойке или обеспечивается надёжная изоляция от тепла рук оператора, то **предельная погрешность измерения** составляет **всего 5 мкм**.

При измерении **среднего диаметра резьбы** методом трёх проволочек установка микрометра в стойке **обязательна**.

**При измерениях** контролируемую деталь располагают между подвижной и неподвижной пятками микрометра и, **плавно вращая барабан за трещоточное устройство**, измерительные поверхности пяток вводят в соприкосновение с поверхностью детали, барабан вращают до тех пор, пока не произойдет несколько щелчков механизма трещоточного устройства. Щелчки показывают, что измерительное усилие стабилизировалось в пределах **5 – 8 Ньютонов** и измерительные поверхности вошли в полный контакт (без зазоров) с поверхностью детали.



# ОТСЧЁТ (ЧТЕНИЕ) ПОКАЗАНИЙ

- *Цена деления продольной шкалы на стебле 0,5 мм,*
- *Цена деления круговой шкалы барабана 0,01 мм.*

**Основная шкала микрометра** нанесена на стебле, состоящая из продольной риски, вдоль которой выше и ниже нанесены миллиметровые штрихи, причём верхние штрихи делят нижние деления пополам – на **полумиллиметры (0,5 мм)**.

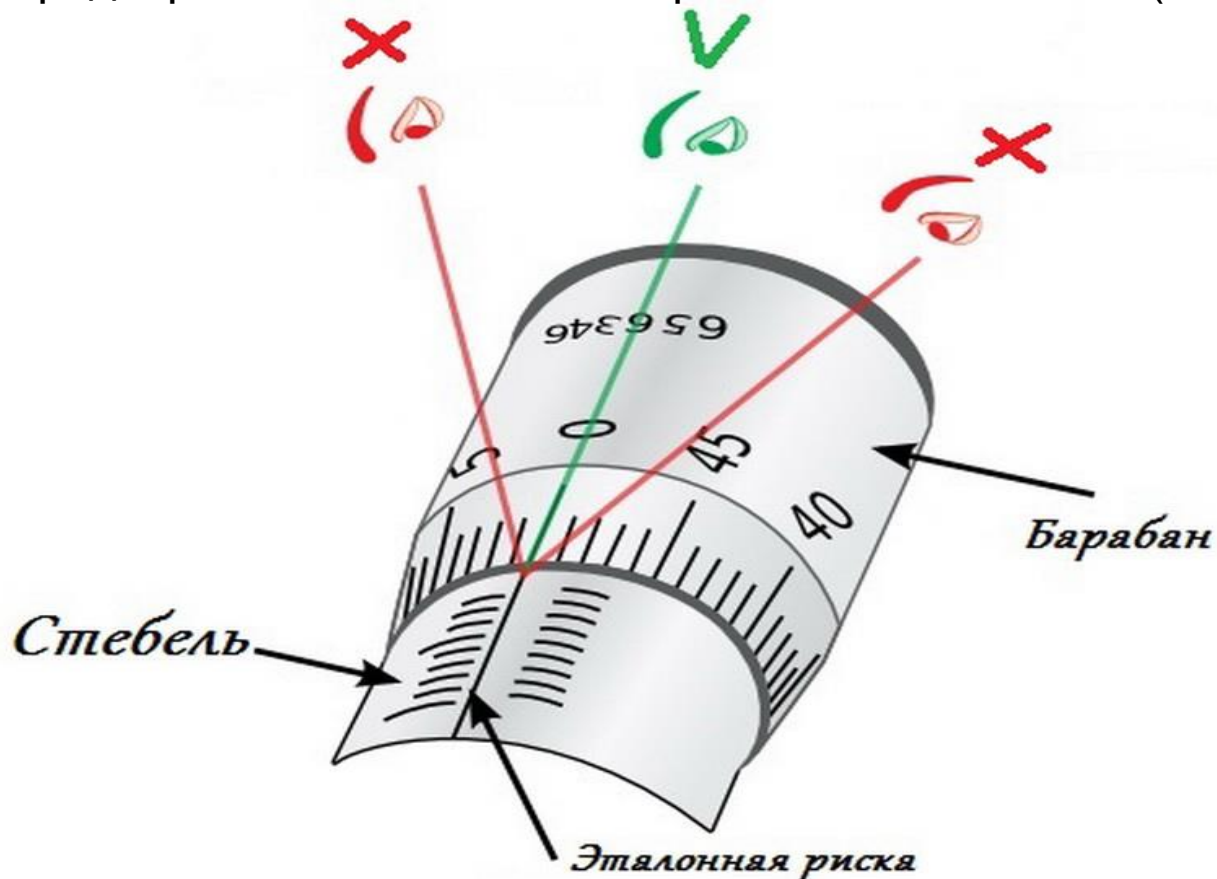
**Шкала барабана (нониус)** – отсчёт сотых делений основной шкалы, цена деления **0,01 мм**.

- ▣ **Целое число миллиметров** отсчитывают по нижней шкале стебля.
- ▣ **Половины миллиметров** – по верхней шкале стебля.
- ▣ **Число сотых долей миллиметра** отсчитывают по шкале барабана.
- ▣ Затем складывают полученные числа.

# Порядок отсчёта показаний микрометрических инструментов

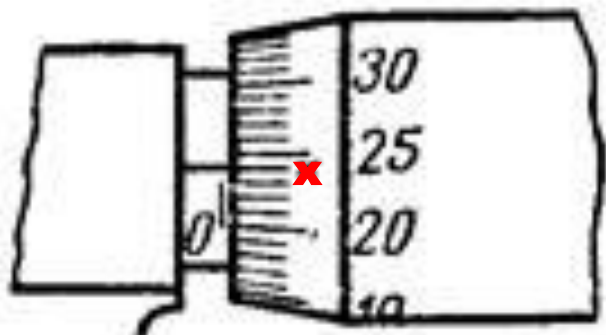
1. **Целое число миллиметров** и **половину миллиметра** отсчитывают **краем** **скоса барабана по шкале стебля**.
2. **Сотые доли миллиметра** определяют **по порядковому номеру штриха барабана**, совпадающего с **продольным штрихом стебля (эталонной риской)**.

**Скос на барабане** для шкалы сотых долей миллиметра приближает ее к шкале стебля и тем предохраняет от искажений при чтении показаний (параллакса).



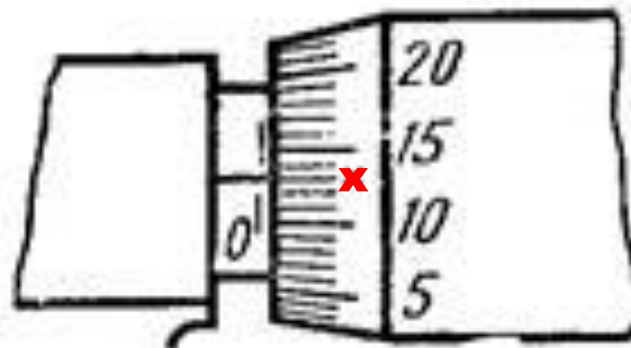
# ОТСЧЁТ (ЧТЕНИЕ) ПОКАЗАНИЙ

Пример 1



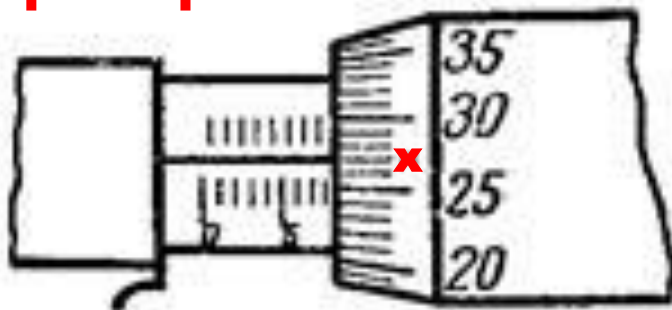
✗ 0,24 мм

Пример 2



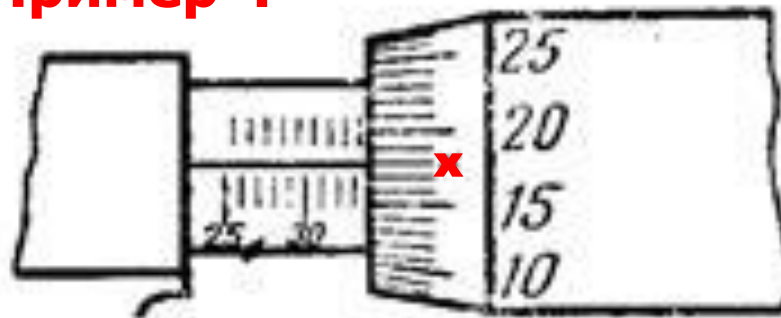
✗ 0,50 мм + 0,13 мм = 0,63 мм

Пример 3



✗ 8 мм + 0,27 мм = 8,27 мм

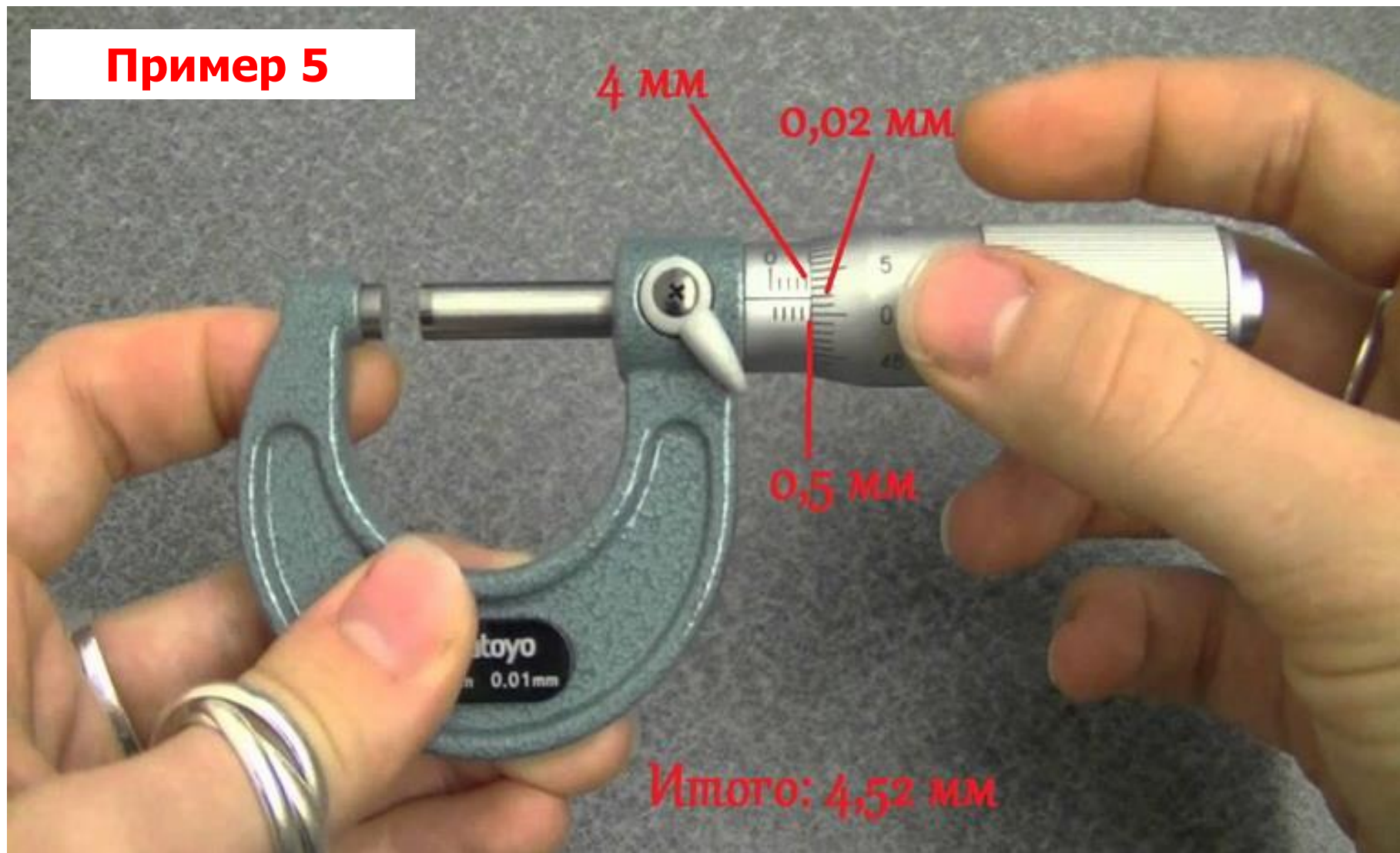
Пример 4



✗ 33 мм + 0,5 мм + 0,18 мм = 33,68 мм

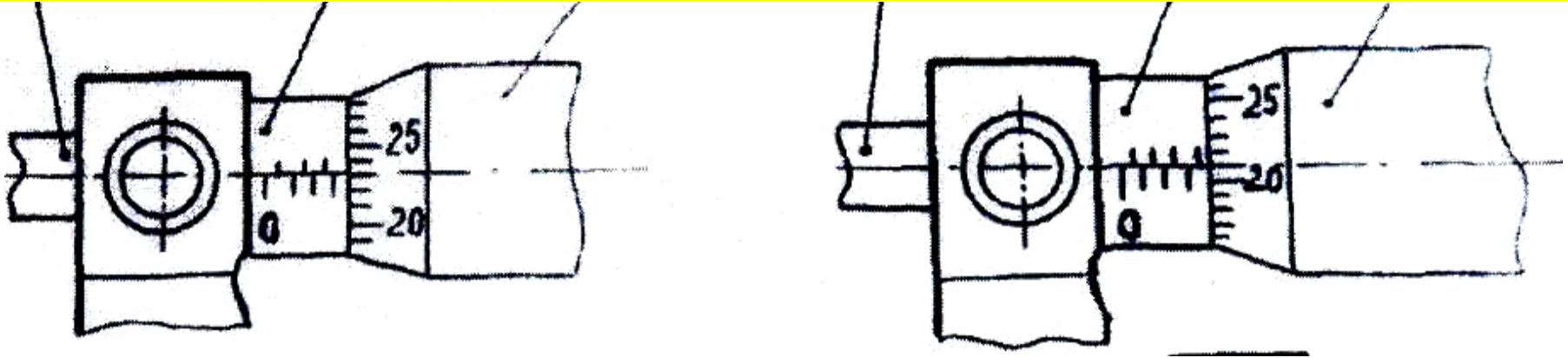
# ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ

## Пример 5





# Чтение показаний микрометрических инструментов



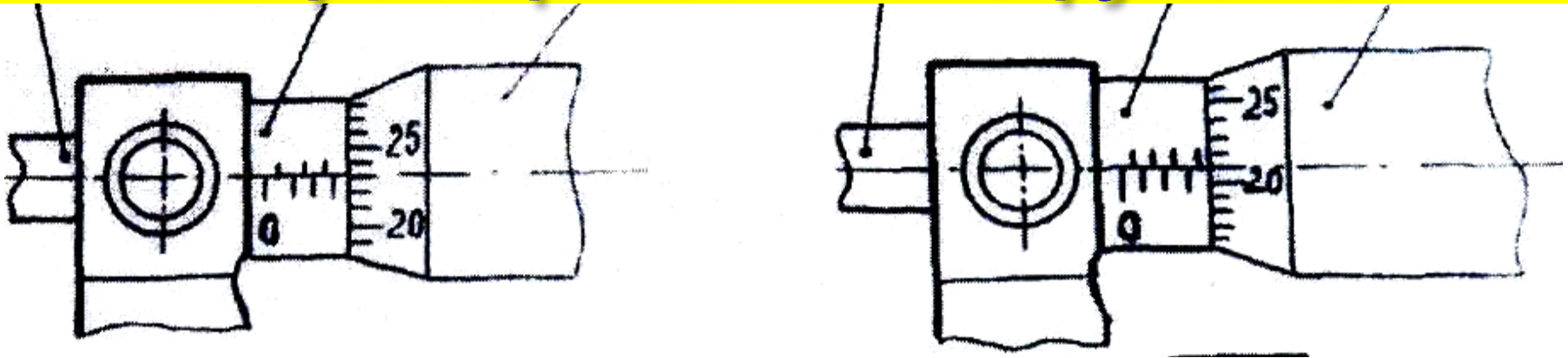
**Пример 6. Отсчет 3,23 мм получается следующим образом:**

На стебле видны 3 полных миллиметра (но метки, показывающей сверху половину миллиметра) не видно. Таким образом, по нижним меткам шкалы на стебле отсчитываем **3 полных миллиметра**. Против продольной линии шкалы на стебле оказалась метка барабана, равная **23 делениям**. Так как цена одного деления шкалы барабана равна **0,01 мм**, то шкала барабана показывает **0,23 мм**.

Таким образом, показание микрометра (отсчет) будет:

$$\begin{array}{rcccl} \underline{\mathbf{3 \text{ мм}}} & + & \underline{\mathbf{0,23 \text{ мм}}} & = & \underline{\mathbf{3,23 \text{ мм}}} \\ \text{на стебле (по} & & \text{на барабане} & & \text{Результат (отсчёт)} \\ \text{нижней шкале)} & & & & \end{array}$$

# Чтение показаний микрометрических инструментов



**Пример 7. Отсчет 3,71 мм** получается следующим образом:

На стебле видны три полных миллиметра, а сверху видна метка, показывающая половину миллиметра. С учетом появления верхней метки шкалы на стебле отсчет по стеблю составляет:

$$\begin{array}{rcccl} \mathbf{3 \text{ мм}} & + & \mathbf{0,50 \text{ мм}} & = & \mathbf{3,50 \text{ мм}} \\ \text{(по нижней шкале)} & & \text{(по верхней шкале.)} & & \text{Результат} \end{array}$$

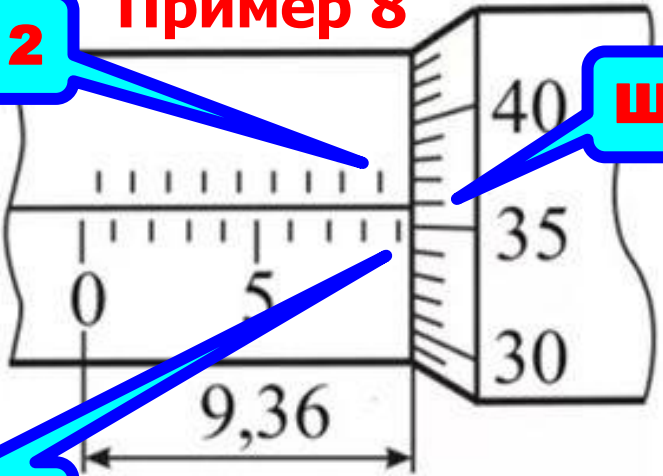
Против продольной линии шкалы на стебле сказала метка барабана, равная **21 делениям (0,21 мм)**. Таким образом, показание микрометра (отсчет) будет:

$$\begin{array}{rcccl} \mathbf{3 \text{ мм} + 0,50 \text{ мм}} & + & \mathbf{0,21 \text{ мм}} & = & \mathbf{3,71 \text{ мм}} \\ \text{(на стебле)} & & \text{(на барабане)} & & \text{Результат (отсчёт)} \end{array}$$

# ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ

**Пример 8**

**Шаг 2**

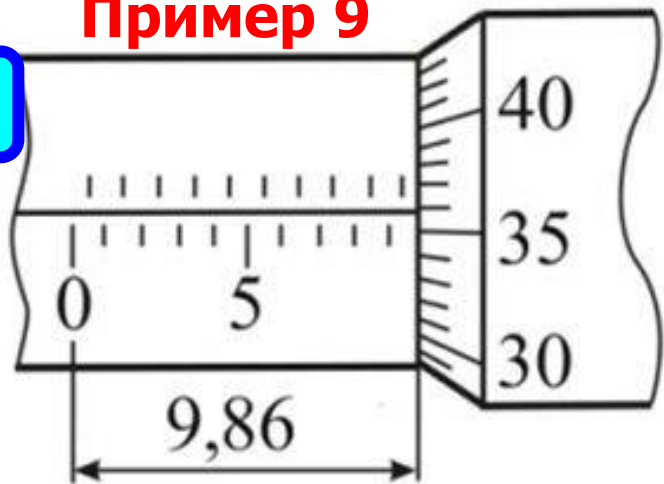


**Шаг 3**

**Шаг 1**

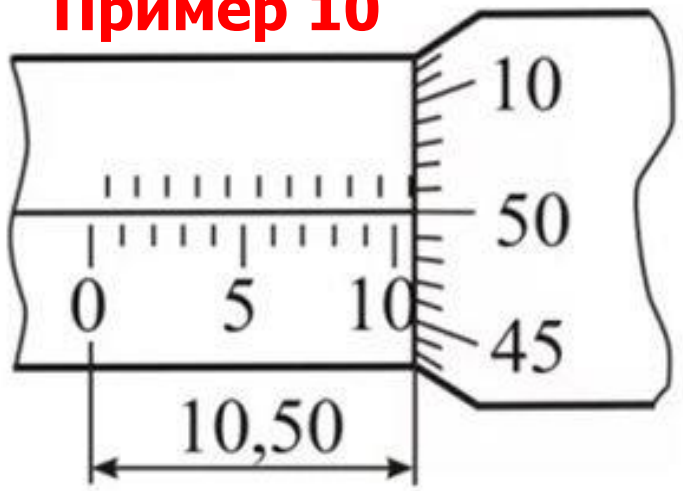
$9 + 0,36 = 9,36 \text{ мм}$

**Пример 9**



$9 + 0,5 + 0,36 = 9,86 \text{ мм}$

**Пример 10**



$10 + 0,50 = 10,50 \text{ мм}$

**Пример 11**



$0,5 + 0,13 = 0,63 \text{ мм}$

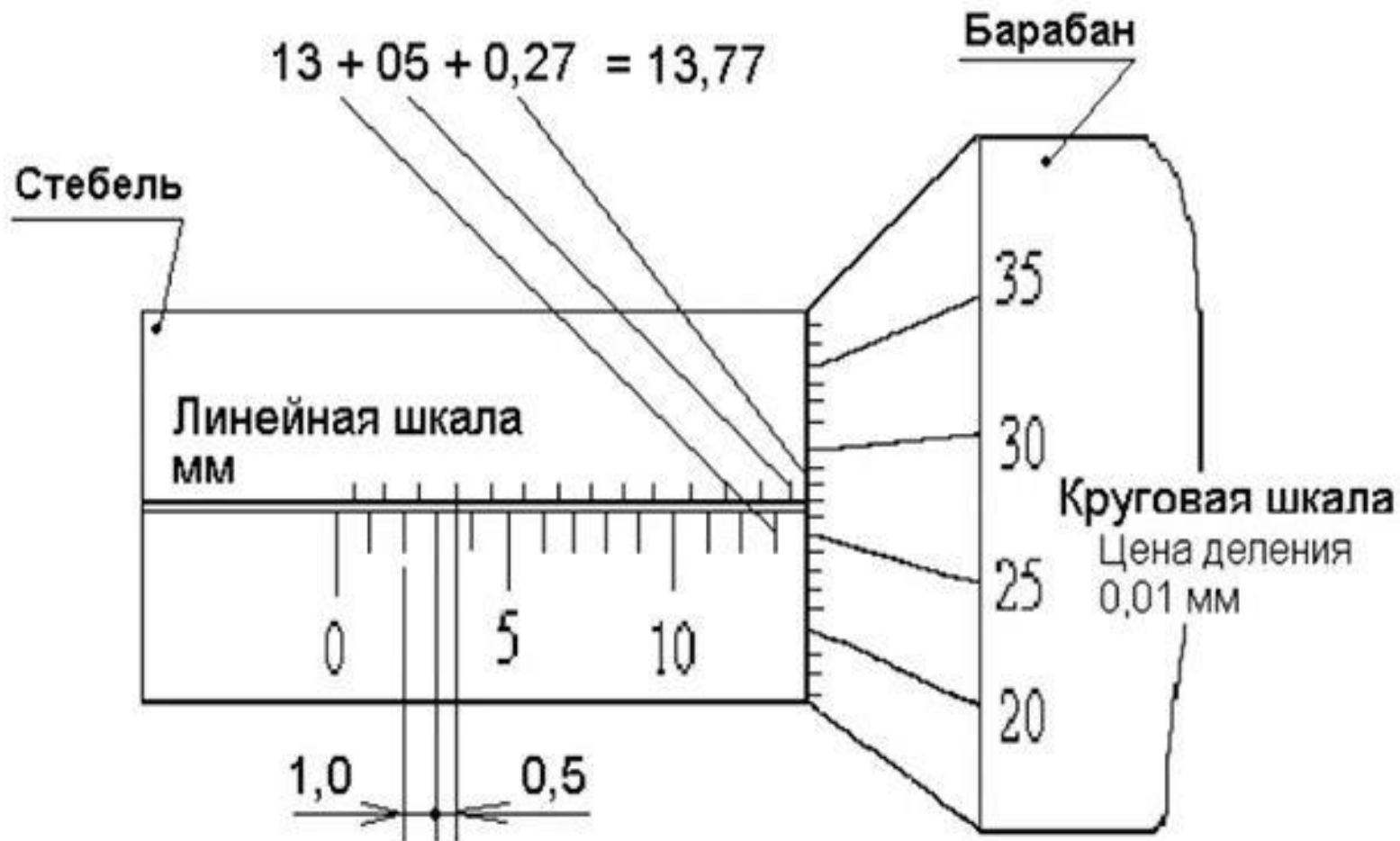
**Пример 12**



$0,24 \text{ мм}$

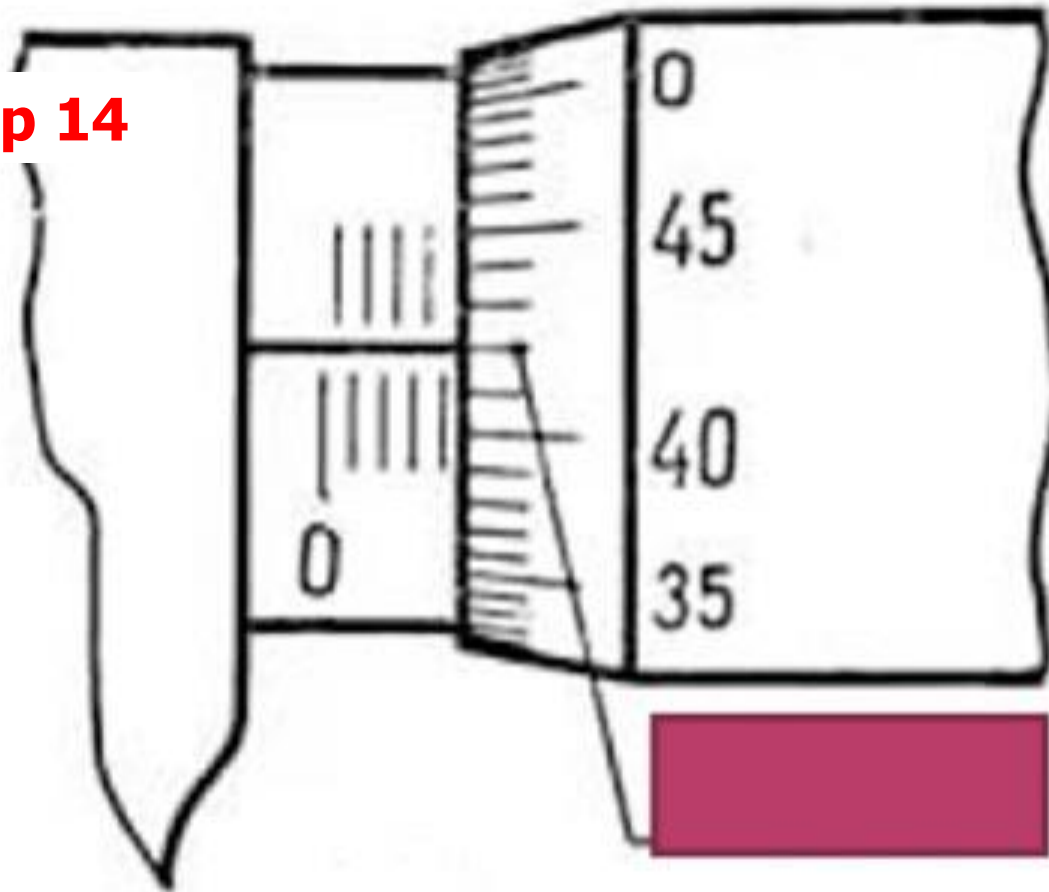
# ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ

## Пример 13



# ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ

## Пример 14

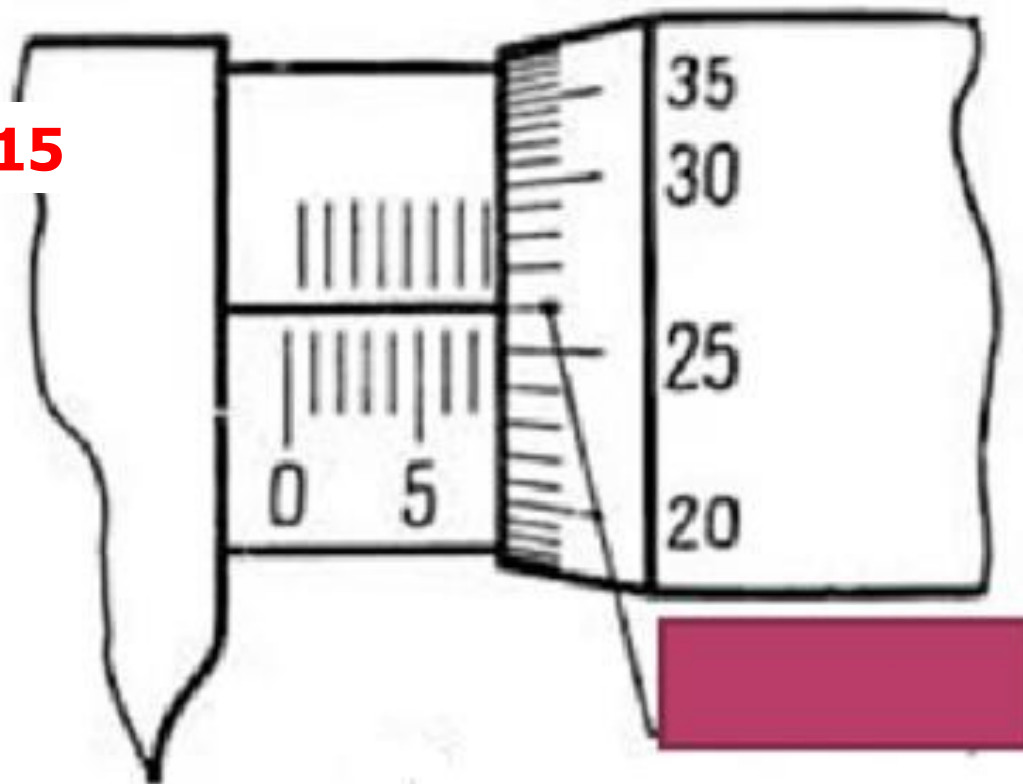


Показания на стебле;        4мм  
Показание на барабане:    0,42мм  
Итоговое значение:        4,42 мм



# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

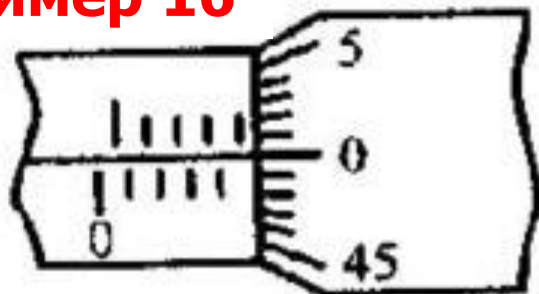
Пример 15



Показания на стебле;	7,5 мм
Показание на барабане:	0,26 мм
Итоговое значение:	7,76 мм

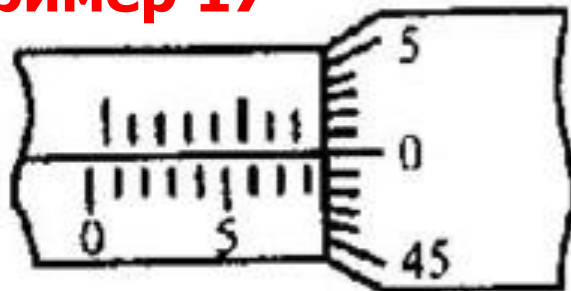
# ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ

## Пример 16



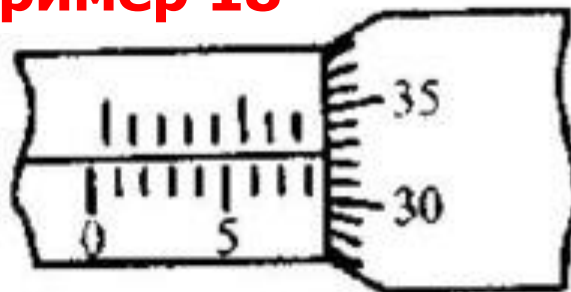
Показания на стебле; 5,0 мм  
Показание на барабане: 0 мм  
Итоговое значение: 5,0 мм

## Пример 17



Показания на стебле; 8,5 мм  
Показание на барабане: 0 мм  
Итоговое значение: 8,5 мм

## Пример 18



Показания на стебле; 8,5 мм  
Показание на барабане: 0,32 мм  
Итоговое значение: 8,82 мм

# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 19



**ПРОВЕРЬ СЕБЯ**

**?**

# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

## Пример 19



Показания на стебле;	5,5 мм
Показание на барабане:	0,28 мм
Итоговое значение:	5,78 мм

# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 20



**ПРОВЕРЬ СЕБЯ**





# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 21

ПРОВЕРЬ СЕБЯ



?

# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 22

**ПРОВЕРЬ СЕБЯ**



# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 23

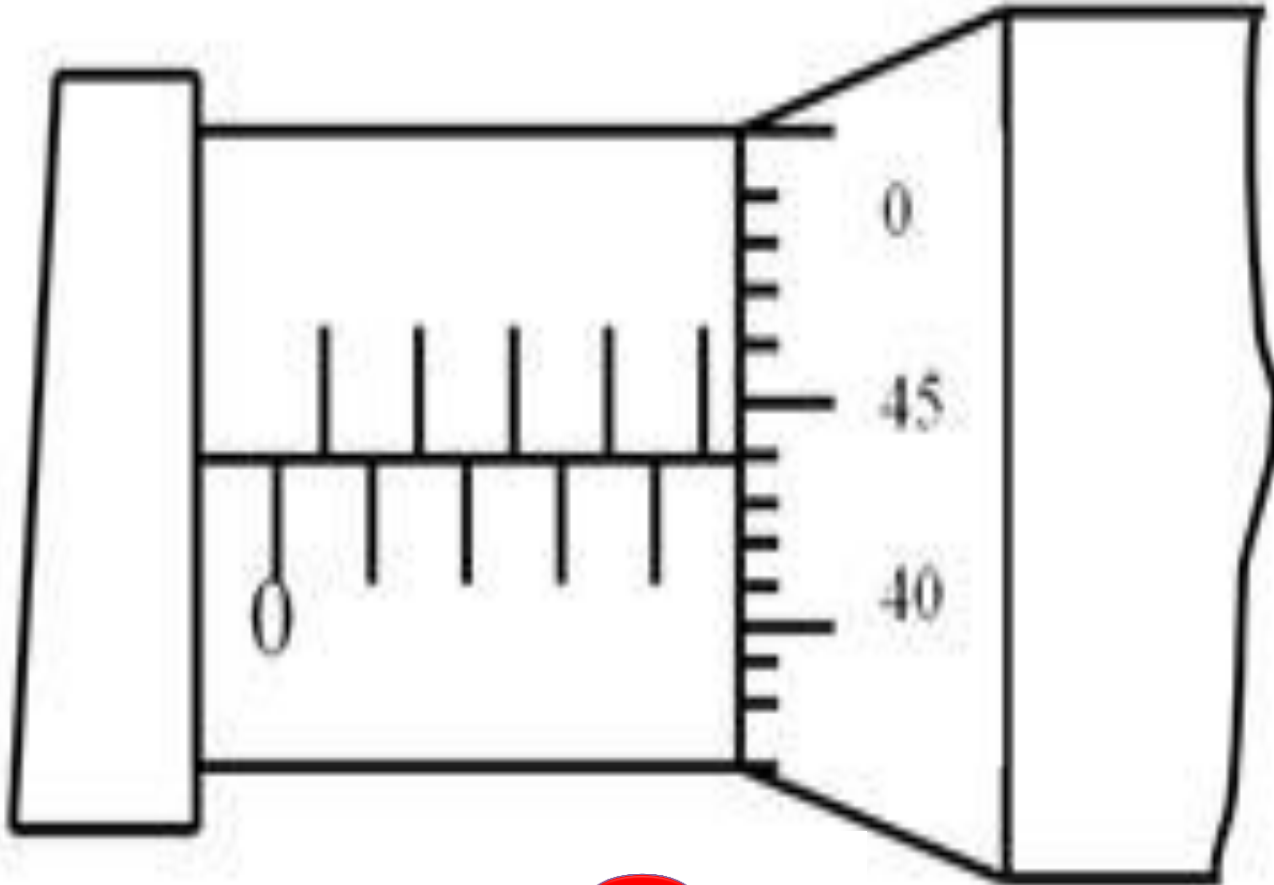


**ПРОВЕРЬ СЕБЯ**



# ОТСЧЁТ ПОКАЗАНИЙ

Пример 24



ПРОВЕРЬ СЕБЯ



# Порядок отсчета показаний микрометрических инструментов

Наиболее часто встречающейся ошибкой у начинающего оператора при отсчете является **ошибка в учете верхней метки шкалы на стебле**.

Поэтому, чтобы избежать этой ошибки, необходимо на глаз определить, где находится торец (указатель) барабана относительно середины данного миллиметрового интервала – ближе к предыдущей метке, или к последующей метке.

Если **ближе к предыдущей метке**, то вероятнее всего дробная часть миллиметра имеет значение меньше, чем 0,50 мм и к результату отсчета по шкале стебля необходимо прибавить только значение показания шкалы барабана.

Если же **торец барабана находится ближе к последующей метке** данного миллиметрового интервала, то вероятнее всего, что дробная часть миллиметра больше чем 0,50 мм, поэтому к результату отсчета по нижней шкале стебля необходимо прибавить 0,50 мм и показание шкалы барабана.

**Окончательный вывод** об этом необходимо сделать по положению торца барабана относительно метки верхней шкалы на стебле.



**Научиться правильно  
отсчитать показание  
микрометра**

**МОЖНО ТОЛЬКО ПУТЁМ**

**МНОГОКРАТНЫХ**

**ИЗМЕРЕНИЙ, ЧТОБЫ**

**ПОЛУЧИТЬ ХОРОШИЕ**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ!**

# **8. Назначение, устройство и измерение микрометрическими инструментами**

# 8.1 Микрометры

- При работе часто появляется потребность высокоточного измерения толщины стенок деталей, что сделать можно при наличии узкоспециализированного инструмента. К таковым инструментам относится **микрометр**, имеющий много общего со штангенциркулем. Однако этот прибор имеет свои технические особенности, поэтому как пользоваться микрометром, знают далеко не многие мастера, имеющие в распоряжении соответствующий измерительный инструмент.

**Микрометр** – универсальный измерительный прибор, предназначенный для измерений **линейных наружных размеров абсолютным контактным методом** в области малых размеров с низкой погрешностью (**от 2 мкм до 50 мкм** в зависимости от измеряемых диапазонов и класса точности), преобразовательным механизмом которого является **микропара винт – гайка**.

Перед тем, как научиться измерять микрометрами, требуется разобраться с их **видами (типами)**. Знать виды микрометров надо, чтобы выбрать инструмент для соответствующих измерительных работ.

# Типы микрометров

(ГОСТ 6507-90, ГОСТ 4380-93, ГОСТ 4381-87)

Микрометры изготавливают следующих типов:

**МК** – микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий;

**МЛ** – микрометры листовые для измерения толщины листов и лент;

**МТ** – микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

**МЗ** – зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм;

**МГ** – микрометрические головки для измерения перемещения;

**МП** – микрометры проволочные для измерения толщины проволоки;

**МВМ, МВТ, МВП** – микрометры со вставками (резьбомерные) для определения параметров метрических и дюймовых резьб;

**МР** – микрометры рычажные для определения размеров прецизионных (высокоточных) деталей

# Типы микрометров



**МЛ**  
листовой



**МК**  
гладкий



**МТ**  
трубный



**МКУ**  
универсальный



**МВМ, МВТ, МВП**  
со вставками  
(резьбомерные)



**МТИ и МПИ**  
призматический



**МДК (МП)**  
проволочный



**МР**  
рычажный



цифровой



# Микрометры гладкие (тип МК)

**Микрометры** предназначены  
для **наружных измерений**



# Пределы измерений микрометров

## Микрометры типа МК



Верхний предел измерений **600 мм**

При **диапазоне показаний** (измерительном перемещении микрометрического винта) **25 мм** пределы измерений:

**от 0 – 25 мм. 25 – 50 мм., 50 – 75 мм., 75 – 100 мм. и т.д. до 275 – 300 мм.**

При **диапазоне показаний** (измерительном перемещении микрометрического винта) **100 мм** пределы измерений:

**от 300 – 400, 400 – 500, 500 – 600 мм.**

# Пределы измерений микрометров

0-25, 25-50, 50-75, 75-100 и так далее до 300 мм,  
а потом 300-400, 400-500, 500-600 мм.



**Сменные и/или регулируемые пятки**, обеспечивающие изменение диапазона. Они крепятся в заданном положении фиксаторами, а сменные пятки – гайками

# Принцип действия микрометров

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

**Полные обороты** отсчитывают **по шкале, нанесённой на стебле** микрометра, а **доли оборота** – **по круговой шкале**, нанесённой на барабане. **Оптимальным является перемещение винта в гайке лишь на длину не более 25 мм из-за трудности изготовления винта с точным шагом на большей длине**. Поэтому микрометр изготавливают **несколько типоразмеров** для измерения длин **от 0 до 25 мм, от 25 до 50 мм и т. д.**

**Предельный диапазон измерений** наибольшего из микрометров заканчивается на отметке в **600 мм**.

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 микрометр со сменными пятками; установку таких микрометров на ноль производят с помощью **установочной меры**, прикладываемой к микрометру, или концевых мер. Измеряемое изделие зажимают между измерительными плоскостями микрометра. Обычно шаг винта равен 0,5 мм и соответственно шкала на стебле имеет цену деления 0,5 мм, а на барабане наносится 50 делений для получения отсчёта 0,01 мм. Постоянное осевое усилие при контакте винта с деталью обеспечивается **фрикционным устройством – трещоткой (храповиком)**. При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка начинает проворачиваться с лёгким треском, при этом вращение микровинта следует прекратить **после трёх щелчков**.

# Виды микрометров по отсчётному устройству

- 1) Аналоговые (механические) микрометры
- 2) Стрелочные микрометры
- 3) Цифровые (электронные) микрометры
- 4) Лазерные микрометры



# Микрометры

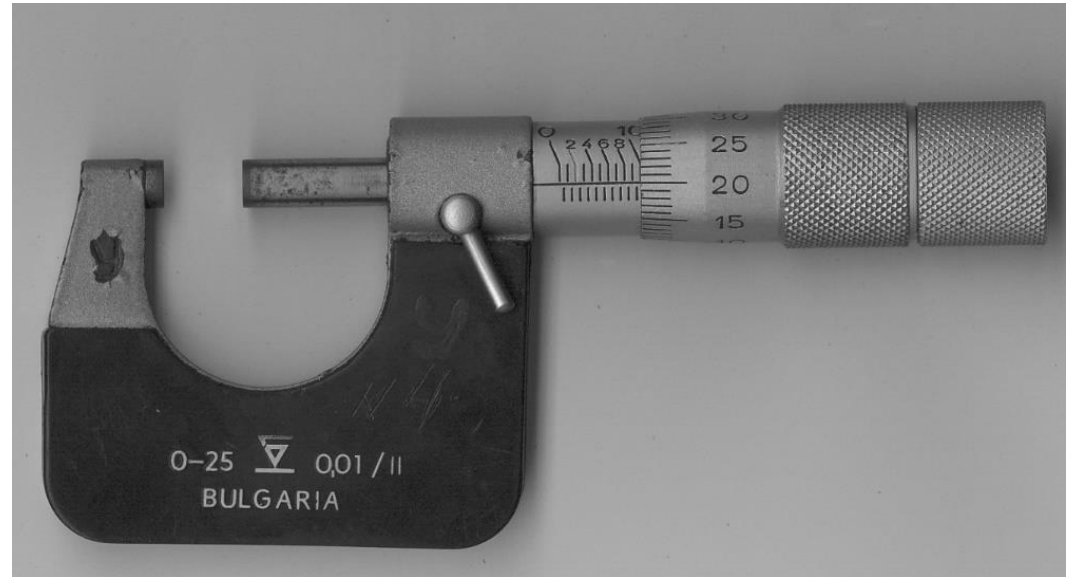
**Микрометр** – универсальный инструмент, предназначенный для измерений с высокой точностью в области малых размеров (до 1 мкм).

**В зависимости от конструкции** микрометр измеряет **охватываемые и охватывающие размеры**.

Используется для измерения сечения проводников и тонких листовых материалов. Микрометры могут быть **ручными** и **настольными**, в том числе с **цифровым** и **стрелочным отсчётным устройством**



# Аналоговые (механические) микрометры



# Стрелочные микрометры



Микрометры рычажные МР



Микрометр (толщиномер  
Автомобильный)





# Цифровые микрометры

Электронный (цифровой) микрометр – это всего лишь немного усовершенствованный механический инструмент.

- Использование на практике электронной индикации и возможности более точной калибровки привело к увеличению точности и удобству замеров этим прибором.
- Цифровой микрометр позволяет получать замеры с точностью до 1 мкм (0,001 мм) и с погрешностью до 0,1 мкм. Многие инструменты обладают встроенной калибровкой.
- Цифровой микрометр даёт дополнительные преимущества:
  - ✓ учёт данных;
  - ✓ возможность моментальной обработки их на компьютере.



# Лазерные микрометры





# ЛАЗЕРНЫЙ МИКРОМЕТР

## как меряет и для чего нужен

Когда в измерениях важную роль играют не **только сотые и тысячные, но и десятитысячные значения**, тогда рекомендуется применять **лазерные микрометры**.

**Принцип их работы** кардинально отличается от аналоговых, стрелочных и цифровых.

**Значения** определяются **по величине отклонения лазерного луча**, в котором располагается измеряемая деталь.

При помощи **специального фотоэлемента** фиксируется разница отклонения, и эти результаты выводятся на **дисплей**. Такие модели считаются самыми точными, но и при этом одними из самых дорогих. Приборы нельзя ронять, а также они нуждаются в специальных настроечных манипуляциях.

**Применяются** они преимущественно в **специализированных контрольно-измерительных лабораториях**.

# Конструкция микрометра

**Микрометр МК** относится к категории измерительных инструментов, предназначенных для проведения высокоточных замеров. Высокая точность измерений обеспечивается **конструкцией** рассматриваемого инструмента.

**К основным составляющим частям** этого измерительного прибора относятся:

- ▣ **Скоба (дужка)**, имеющая С-образную конструкцию.
- ▣ **Стебель** – измерительная часть, на которой находится шкала.
- ▣ **Рабочая часть**, состоящая из пятки и шпинделя.

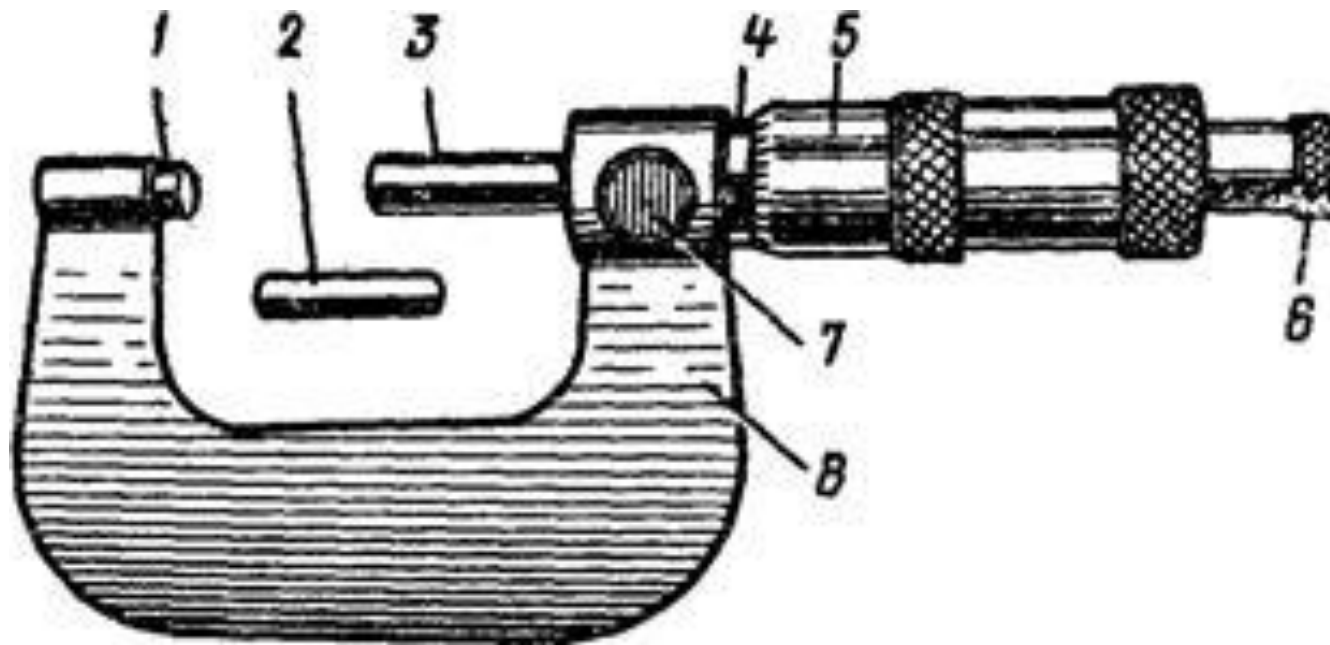
**Прибор оснащен двумя шкалами:**

- ▣ **Неподвижная (основная)** – расположена на стебле.  
Неподвижная шкала имеет разметку, шаг деления которой составляет **1 мм** между большими рисками и **0,5 мм** между большой и малой.
- ▣ **Подвижная (круговая)** или **крутящаяся (нониусная)** – расположена на барабане.  
По подвижной шкале производят исчисление **доли миллиметра**.

**ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ДЕТАЛИ, НЕОБХОДИМО СЛОЖИТЬ ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НА ПОДВИЖНОЙ И НЕПОДВИЖНОЙ ЧАСТИ**

# Конструкция микрометров

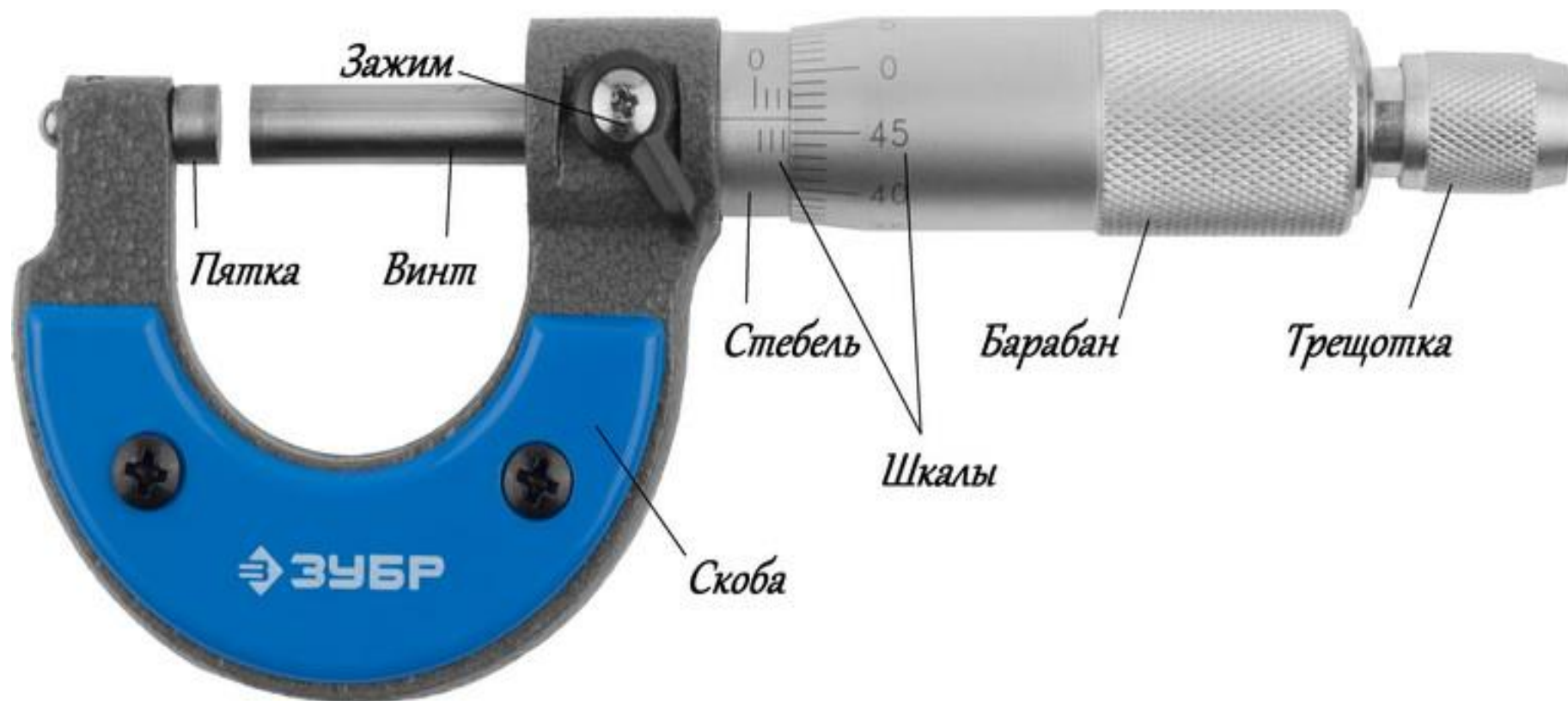
- К микрометрам с нижним пределом 25 мм и более прилагаются установочные меры для проверки нулевого положения.
- Микрометры с верхним пределом свыше 300 мм имеют сменную или передвигающую пятку для увеличения диапазона измерений до 50 мм.



## Основные части микрометра

**1** — пятка, **2** — установочная мера, **3** — микрометрический винт, **4** — стемель, **5** — барабан, **6** — трещотка, **7** — стопор, **8** — скоба

# Конструкция микрометра



**Микрометр** представляет из себя рамку (скобу) из нержавеющей высоколегированной инструментальной стали.

**Преобразовательным механизмом** у микрометра служит **микропара (винт и гайка)**, которые помогают достичь высокой точности.

# Конструкция микрометра

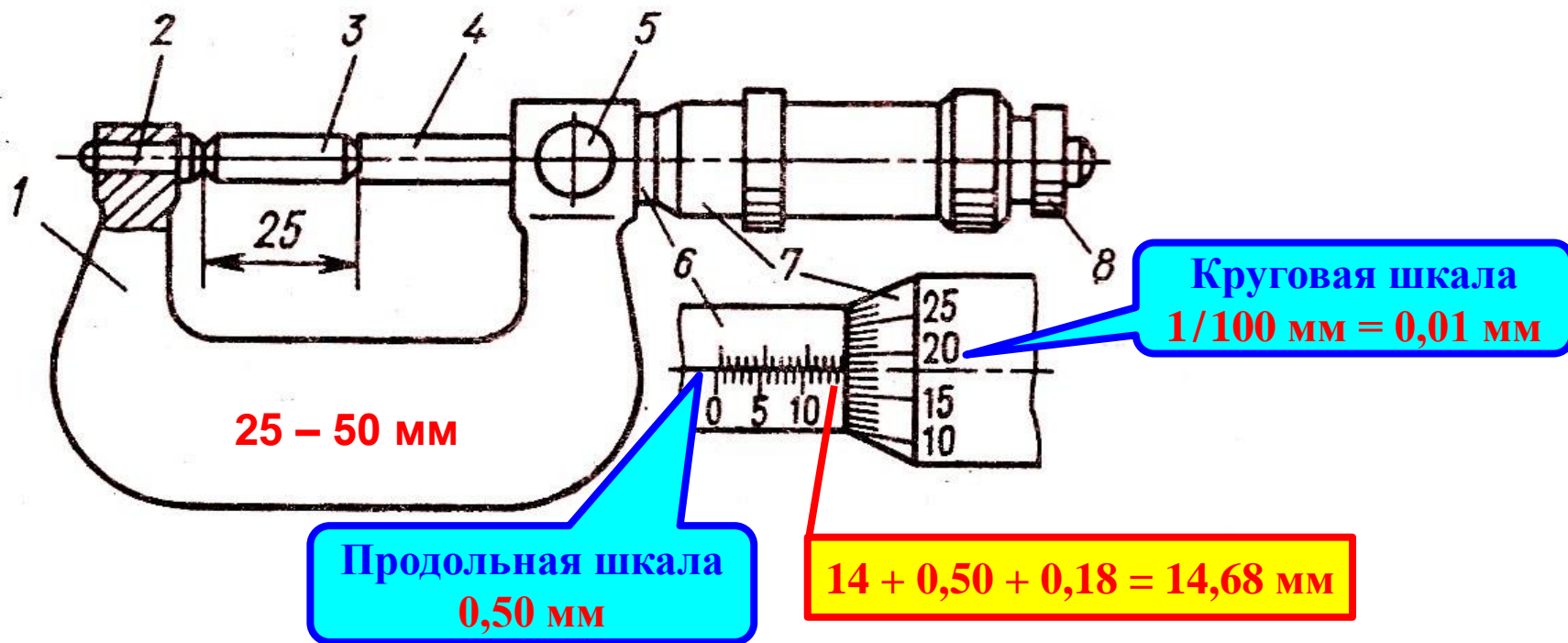


На торцевой части рассматриваемого инструмента находится **трещотка (фрикцион)**, которая **обеспечивает постоянное измерительное усилие** и предназначена для того, чтобы **исключить повреждение измеряемой детали**.

При соприкосновении подвижного шпинделя с измеряемой деталью, происходит прокручивание трещотки. Это прокручивание и есть сигналом о том, что можно производить измерения.



# УСТРОЙСТВО гладкого микрометра типа МК-1



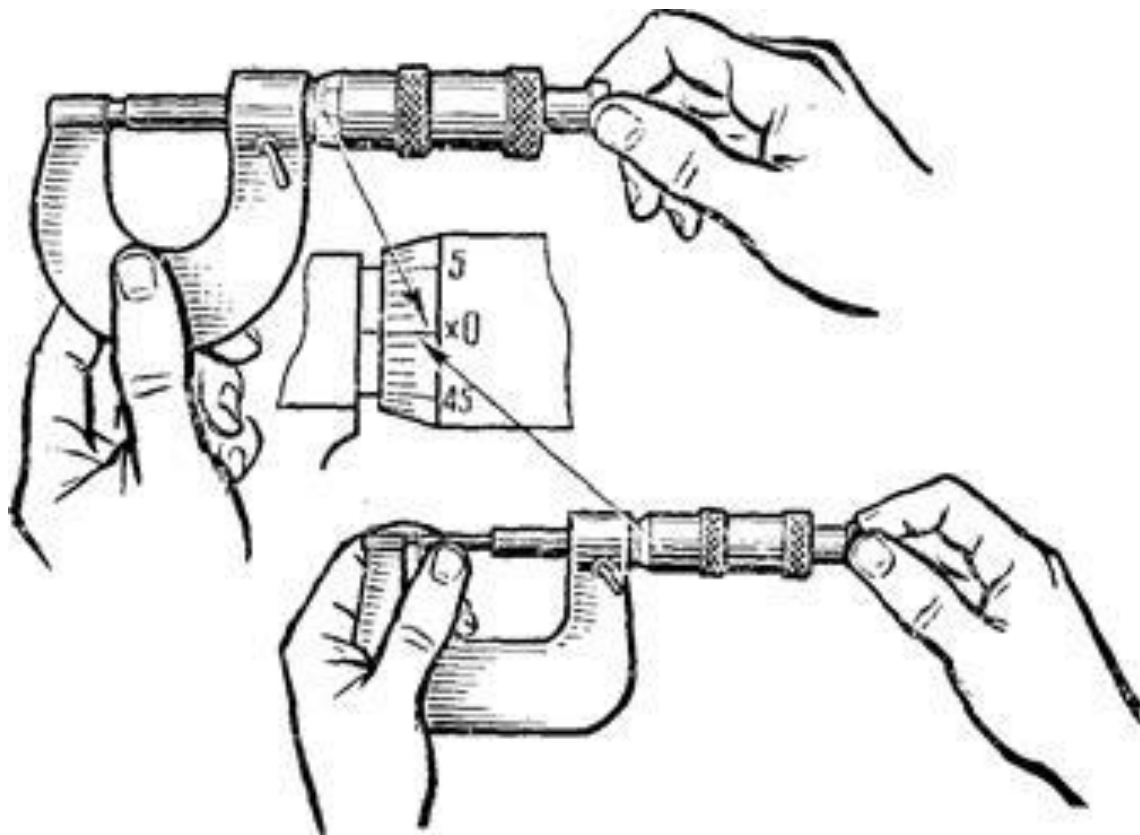
- |                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>1</b> – скоба             | <b>5</b> – стопор винта                      |
| <b>2</b> – пятка             | <b>6</b> – стембель                          |
| <b>3</b> – установочная мера | <b>7</b> – барабан                           |
| <b>4</b> – микровинт         | <b>8</b> – трещотка микрометрической головки |

# ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ

1. Проверить точность установки микрометра на «ноль».
2. Взять микрометр за скобу в левую руку.
3. Вращать правой рукой барабан против часовой стрелки (развести измерительные плоскости микрометра на размер, больший измеряемой детали).
4. Поместить деталь между пяткой и торцом микрометрического винта МК, и плавно вращая трещотку по часовой стрелке, выдвинуть микрометрический винт до тех пор, пока торец и пятка скобы плотно соприкоснутся с деталью.
5. Зафиксировать положение микрометрического винта стопором.

# УСТАНОВКА МИКРОМЕТРА НА «НУЛЬ»

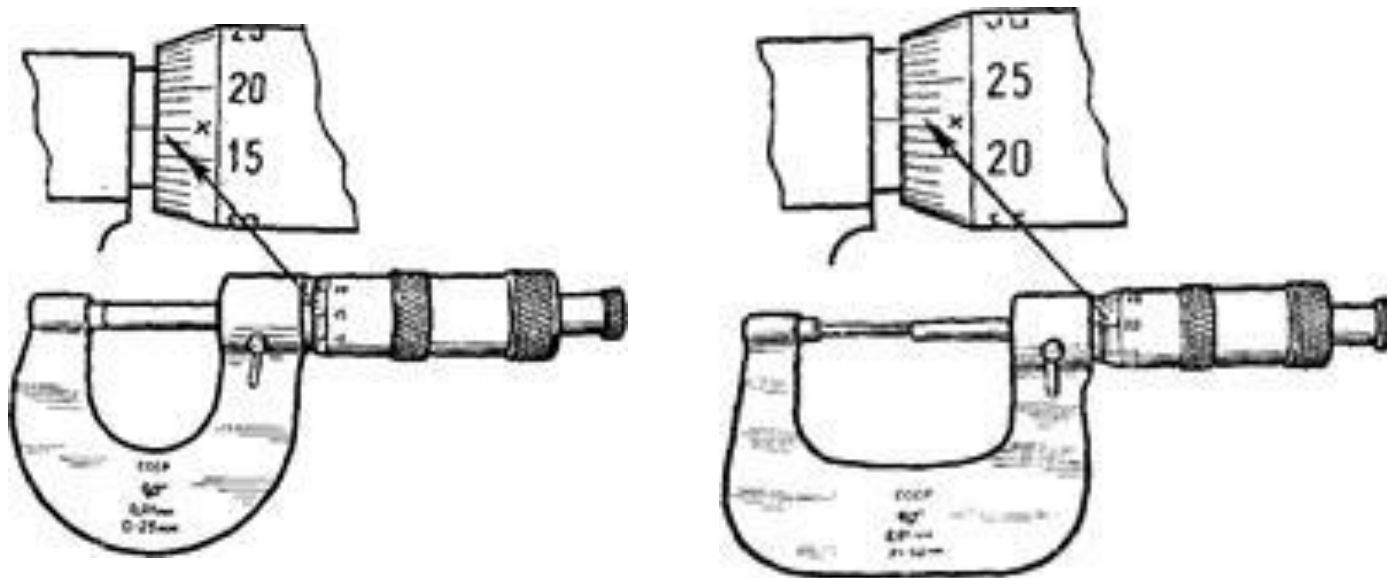
При соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с измерительными поверхностями **установочной меры** или **непосредственно между собой** (при пределах измерения 0-25 мм) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.



# УСТАНОВКА МИКРОМЕТРА НА «НУЛЬ»

## Последовательность действий при установке микрометра на нуль Неправильное нулевое положение микрометра

При неправильных показаниях микрометра надо произвести установку его на нуль.

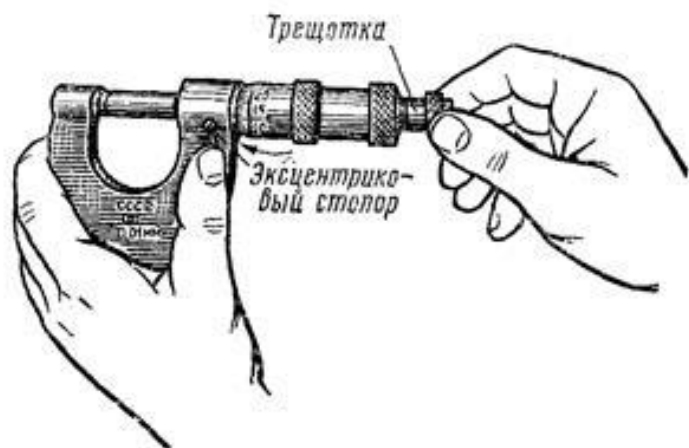
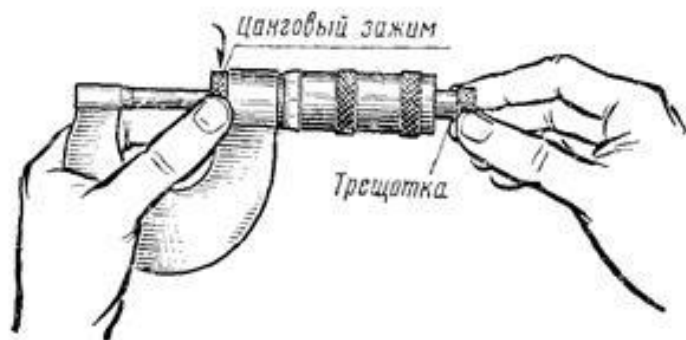


Если после соприкосновения измерительных поверхностей с установочной мерой или между собой (в пределах измерения микрометра 0-25 мм) показания микрометра неправильны, необходимо:

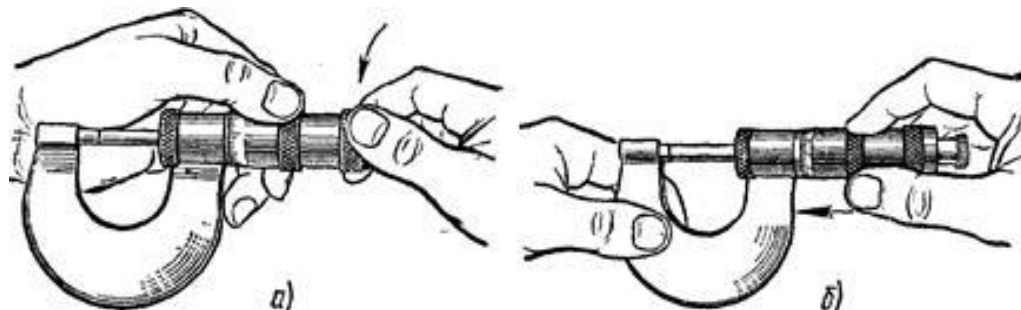
- 1) закрепить микровинт стопором;**
- 2) разъединить барабан с микровинтом;**
- 3) установить барабан и закрепить его;**
- 4) произвести проверку нулевого положения.**

# УСТАНОВКА МИКРОМЕТРА НА «НУЛЬ»

## Закрепление микровинта



## Отсоединение барабана от микровинта



- а** – отвинчивание корпуса трещотки,
- б** – отсоединение барабана от микровинта

## Установка барабана



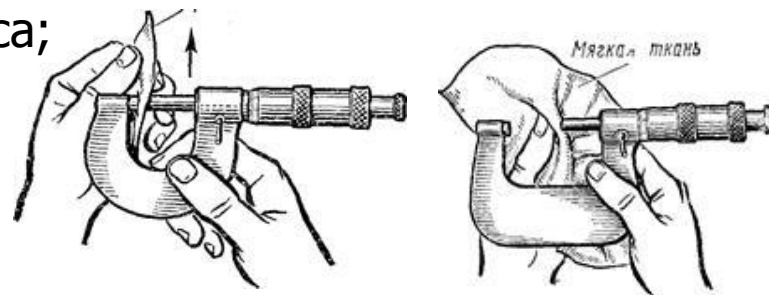


# ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОМЕТРОМ

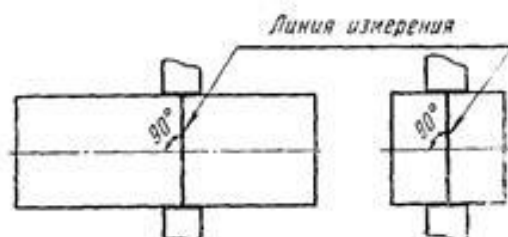
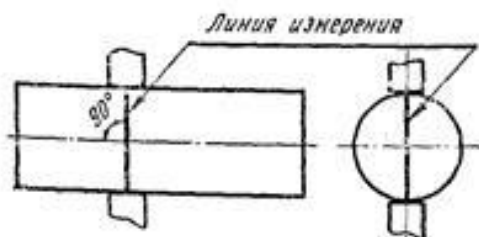
## Последовательность действий при измерении микрометром

- перед измерением протирают измерительные поверхности;
- устанавливают микрометр на размер немного более проверяемого;
- слегка прижимают пятку к проверяемой поверхности;
- доводят с помощью трещотки микровинт до соприкосновения с проверяемой поверхностью;
- покачиванием проверяют отсутствие перекоса;
- стопорят микровинт и читают показание

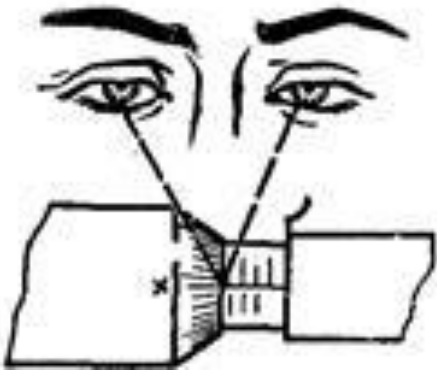
### Протирка перед работой



- **Положение измерительных поверхностей относительно измеряемых**
- При измерении микрометром диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр.
- При измерении микрометром расстояния между параллельными плоскостями линия измерения должна быть им перпендикулярна.



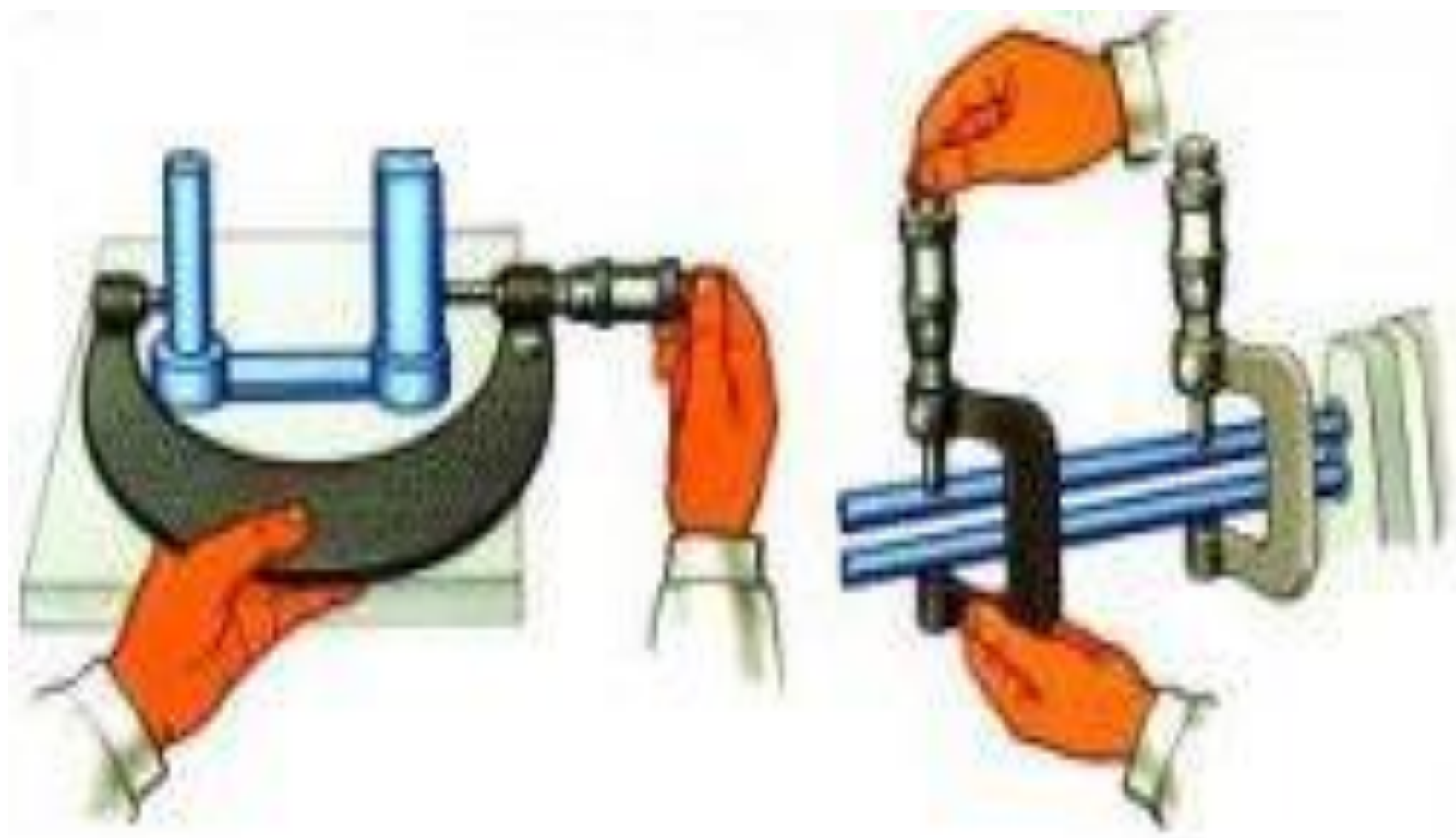
# ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОМЕТРОМ



**При чтении показаний  
микрометр следует держать  
прямо перед глазами во  
избежание искажений  
результатов измерений**

# ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОМЕТРОМ

- ▣ убедиться в правильности выбора микрометра в зависимости от размера;
- ▣ очистить поверхность измеряемой детали;
- ▣ убедиться в точности установки микрометра на ноль;
- ▣ проверить плавность вращения микрометрического винта;
- ▣ установить пятку микрометра на измеряемую поверхность;
- ▣ вращать наружную муфту с рифлением, пока шпиндель не подойдет близко к измеряемой поверхности;
- ▣ продолжать вращение шпинделя, держась за «трещотку», до тех пор, пока шпиндель не коснется измеряемой поверхности;
- ▣ после срабатывания «трещотки», сделать **два или три оборота** и считать показания шкал.



# **ТИПЫ МИКРОМЕТРОВ**



# Микрометры гладкие (тип МК)



- служит для измерения наружных размеров гладких поверхностей;
- являются самыми распространенными

# Измерительные характеристики и внешний вид микрометров гладких **МК**

Модель и диапазон измерений	Цена деления, мм
МК 25	0,01
МК 50	0,01
МК 75	0,01
МК 100	0,01
МК 125	0,01
МК 150	0,01
МК 175	0,01
МК 200	0,01
МК 225	0,01
МК 250	0,01
МК 300	0,01
МК 400	0,01
МК 500	0,01
МК 600	0,01



Кл. «А»

# Микрометр цифровой



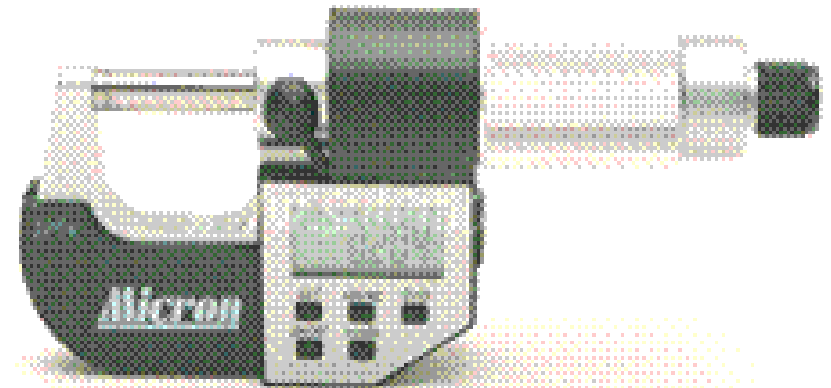
- цифровые - измерение микрометром такого типа дает дополнительные преимущества: учет данных и возможность моментальной обработки на компьютере.
- цифровой позволяет получать замеры с точностью до 1 мкм и погрешностью до 0,1 мкм. Многие модели обладают встроенной калибровкой

# Цифровой микрометр



# Измерительные характеристики и внешний вид микрометров гладких цифровых МЦ

Модель и диапазон измерений	Цена деления, мм
МЦ 25	0,001
МЦ 50	0,001
МЦ 75	0,001
МЦ 100	0,001
МЦ 125	0,001
МЦ 150	0,001
МЦ 175	0,001
МЦ 200	0,001
МЦ 225	0,001
МЦ 250	0,001





# Лазерный микрометр



# Микрометры со вставками (резьбомерные)



- ▣ **Микрометры со вставками** позволяют измерять средний диаметр резьбы непосредственно в процессе ее изготовления. Резьбовой микрометр отличается от обычного тем, что в пятке и в стержне микрометрического винта имеются отверстия, в которые устанавливают призматическую / и коническую 2 вставки с углами, равными углу профиля резьбы. К каждому микрометру прилагают комплект вставок для измерения резьбы в определенном интервале шагов.
- ▣ Призматические вставки вставляют в отверстие пятки, а конические - в отверстие микрометрического винта. Одну из вставок (призматическую) устанавливают на выступ профиля резьбы, другую – в канавку резьбы, и поэтому микрометр располагается перпендикулярно оси резьбы.

# МИКРОМЕТР РЕЗЬБОМЕРНЫЙ



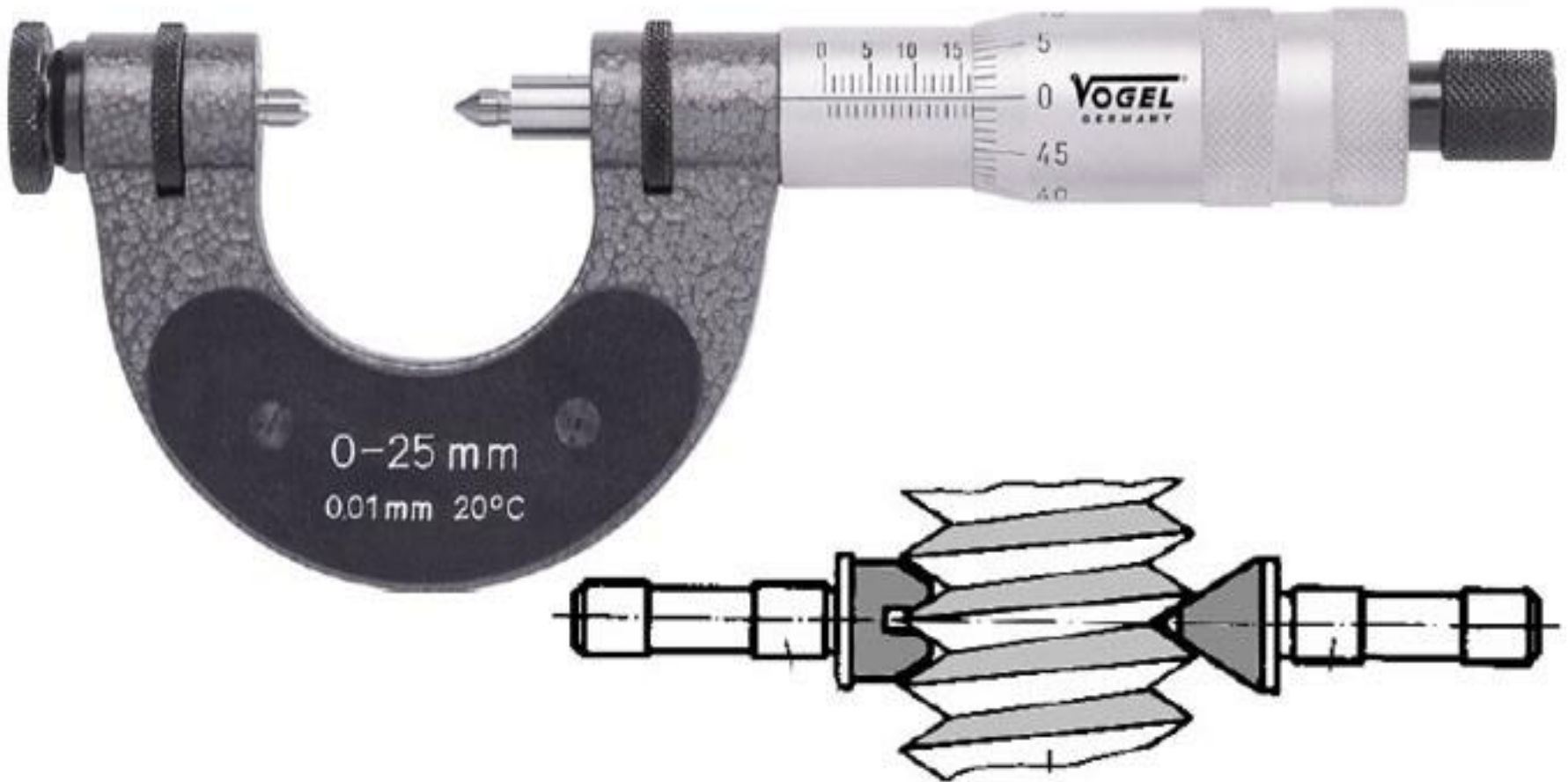
- предназначен для замера резьб различных форм, путём замены вставок



# Микрометр со вставками (резьбомерный)



**Микрометр со вставками  
(резьбомерный)**





# Микрометр универсальный



- предназначен для измерения различных поверхностей, путём замены вставок разной формы

# Микрометр листовой (тип МЛ)



- предназначен для измерения толщины плоских листов, изготовленных из металла или другого материала

# Микрометр трубный (тип МТ)



- служит в качестве измерительного прибора для определения толщины стенки труб.

# Микрометр проволочный тип МКД (МП)



- служит для измерения толщины проволоки, а также диаметра шариков диаметром до 10 мм

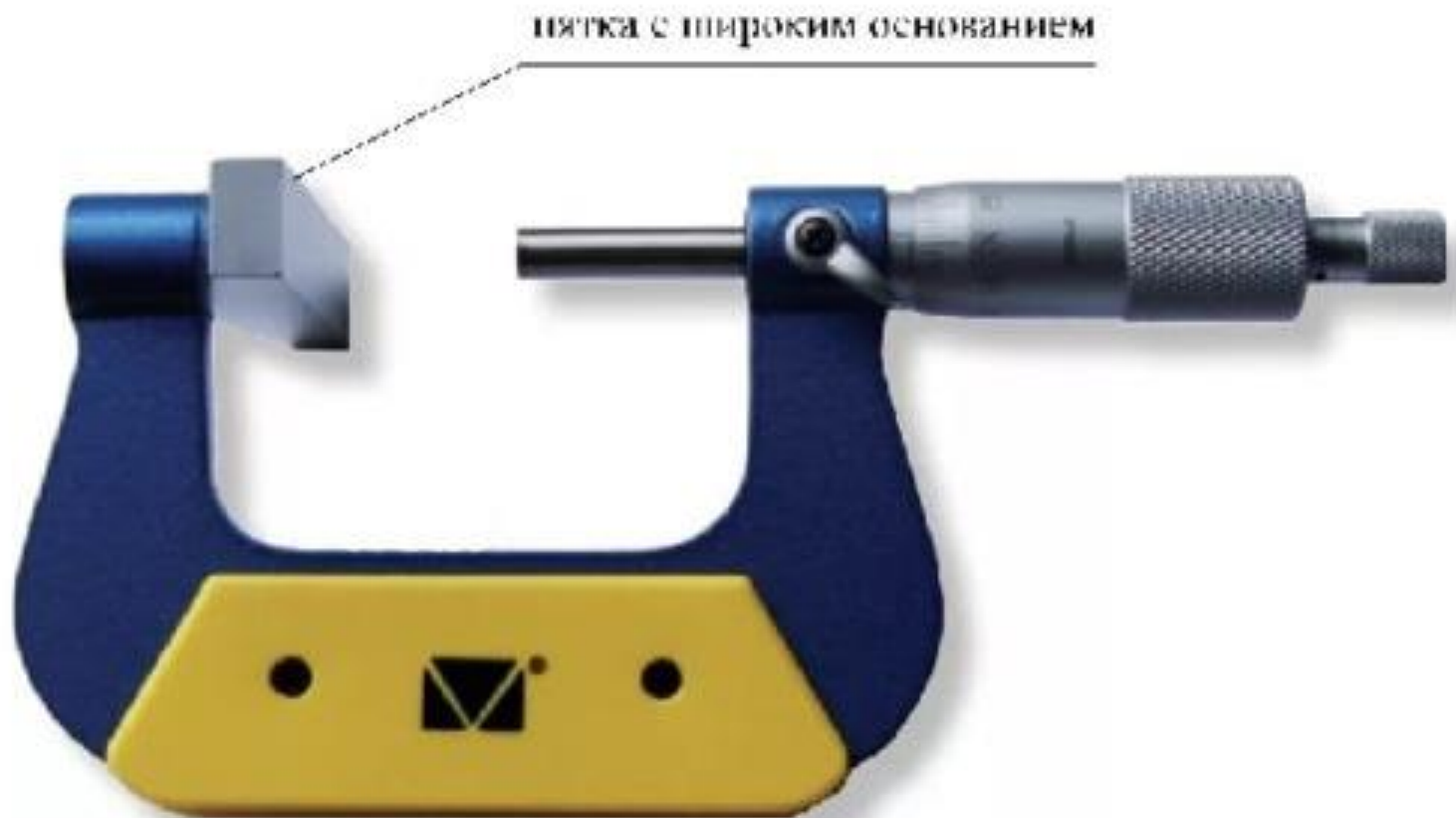
# Микрометр с малыми губками



- предназначен для измерения наружных проточек, углублений, мелких деталей и т.д.

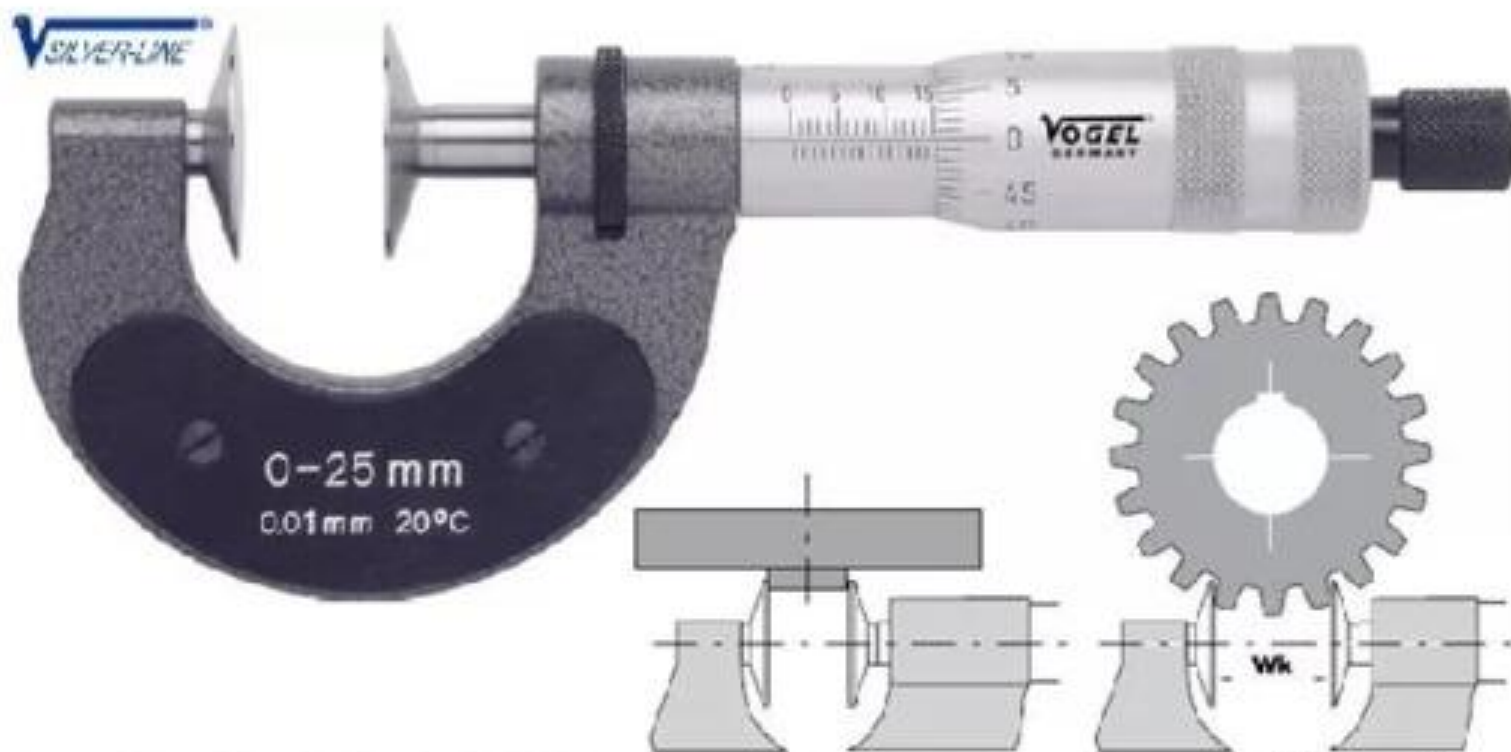


# Микрометр с широким основанием



- предназначен для установки и измерений малогабаритных деталей.

# Микрометр зубомерный (тип МЗ)



- предназначен для замера длины общей нормали зубчатых колёс, наружных канавок и пазов, а так же других трудно доступных наружных мест
- губки-тарелки неподвижны

# Измерительные характеристики и внешний вид микрометров зубомерных МЗ

Модель и диапазон измерений	Цена деления, мм
МЗ 25	0,01
МЗ 50	0,01
МЗ 75	0,01
МЗ 100	0,01
МЗ 125	0,01
МЗ 150	0,01
МЗ 175	0,01
МЗ 200	0,01
МЗ 225	0,01
МЗ 250	0,01



# Микрометр предельный



- предназначен для замера предельных размеров, выставляя микровинты на соответствующие размеры допуска

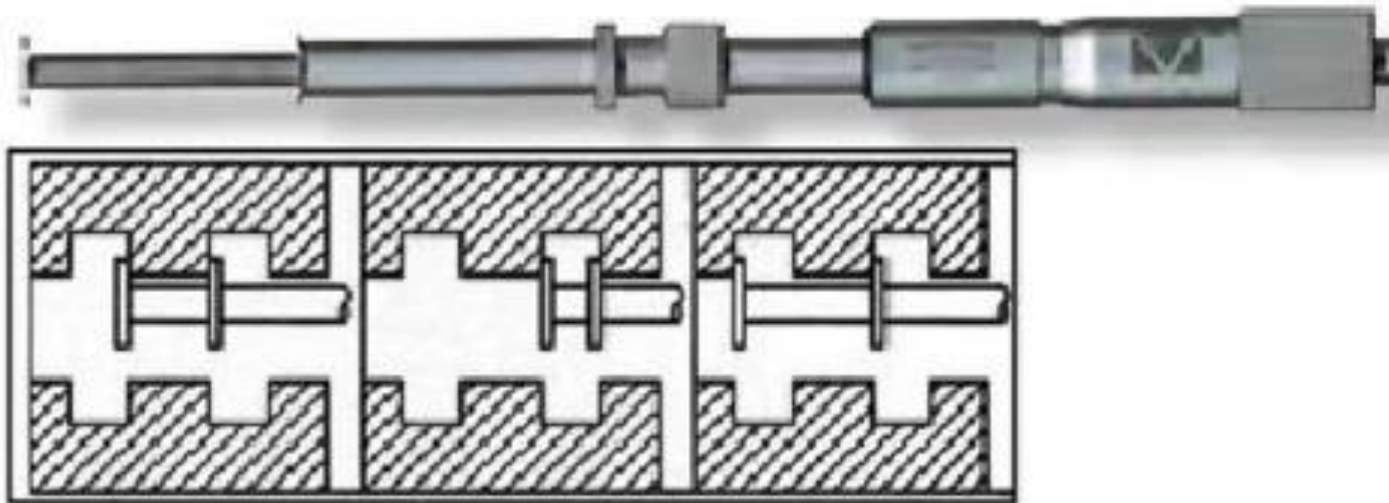
# Микрометр призматический (тип МТИ, МПИ)



- предназначен для замера фрез, метчиков и развёрток с нечётным количеством измеряемых плоскостей
- можно измерять высоту шпоночного паза на деталях типа - тело вращения

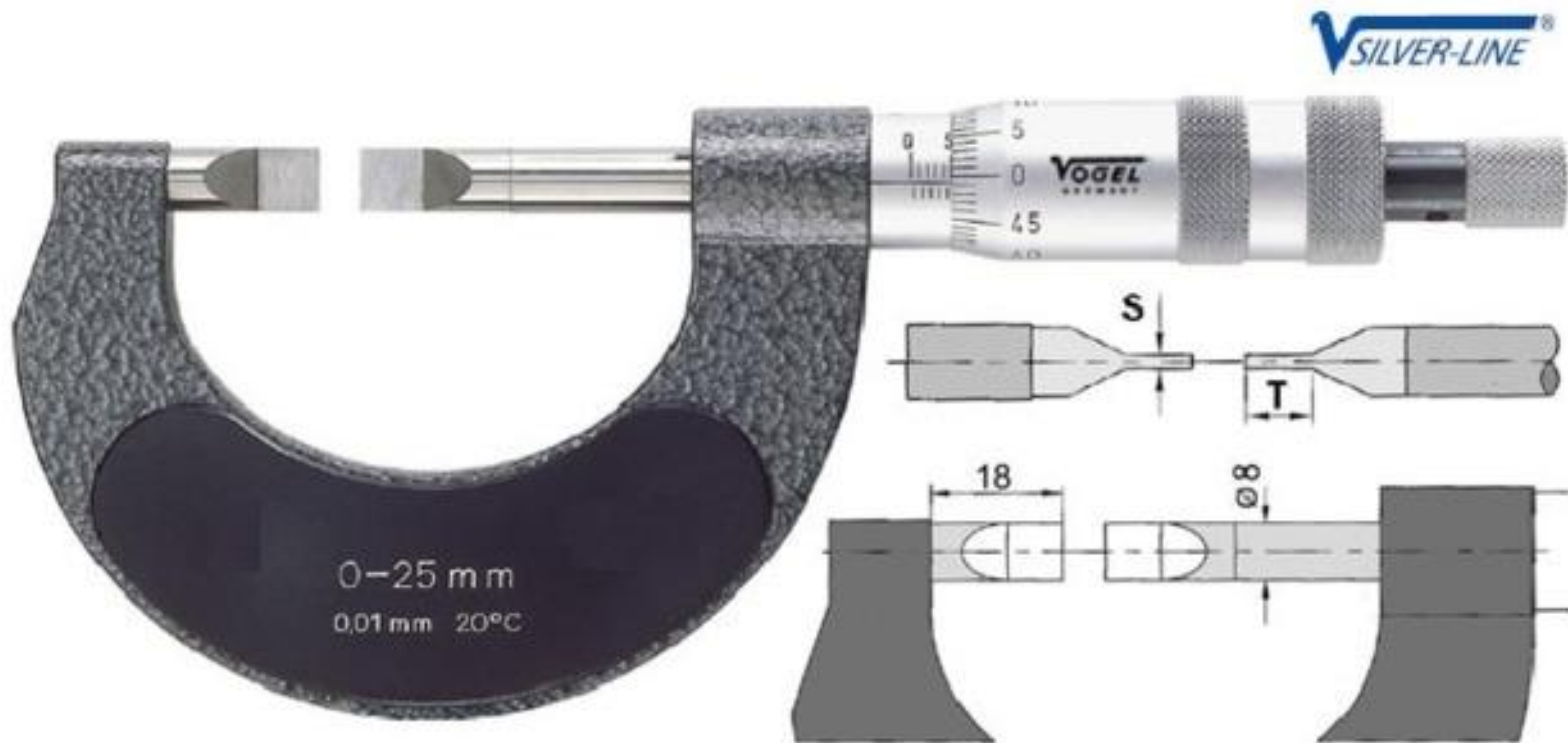


# Микрометр канавочный



- предназначен для измерения ширины канавок, а так же расстояний между параллельными канавками

# Микрометр канавочный



# Микрометр рычажный (тип МР)



- имеет рычажно-зубчатой головку, которая позволяет с высокой точностью производить сложные изделия или проводить их ремонт

# Микрометр для горячего металлопроката



- предназначен для измерения толщин при высоких температурах детали
- возможность измерений в пределах  $+650^{\circ}\text{C}$

# Микрометр для глубоких измерений



- предназначен для измерения наружных поверхностей детали, удалённых в плоскости сечения.



# Микрометр для тормозных ДИСКОВ



400-мм



[www.hisupplier.com](http://www.hisupplier.com)

- предназначен собственно для измерения толщины тормозных дисков. Имеет опорную пятку под углом 60 градусов и радиусом из ТС на кончике.

# ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОМЕТРОВ

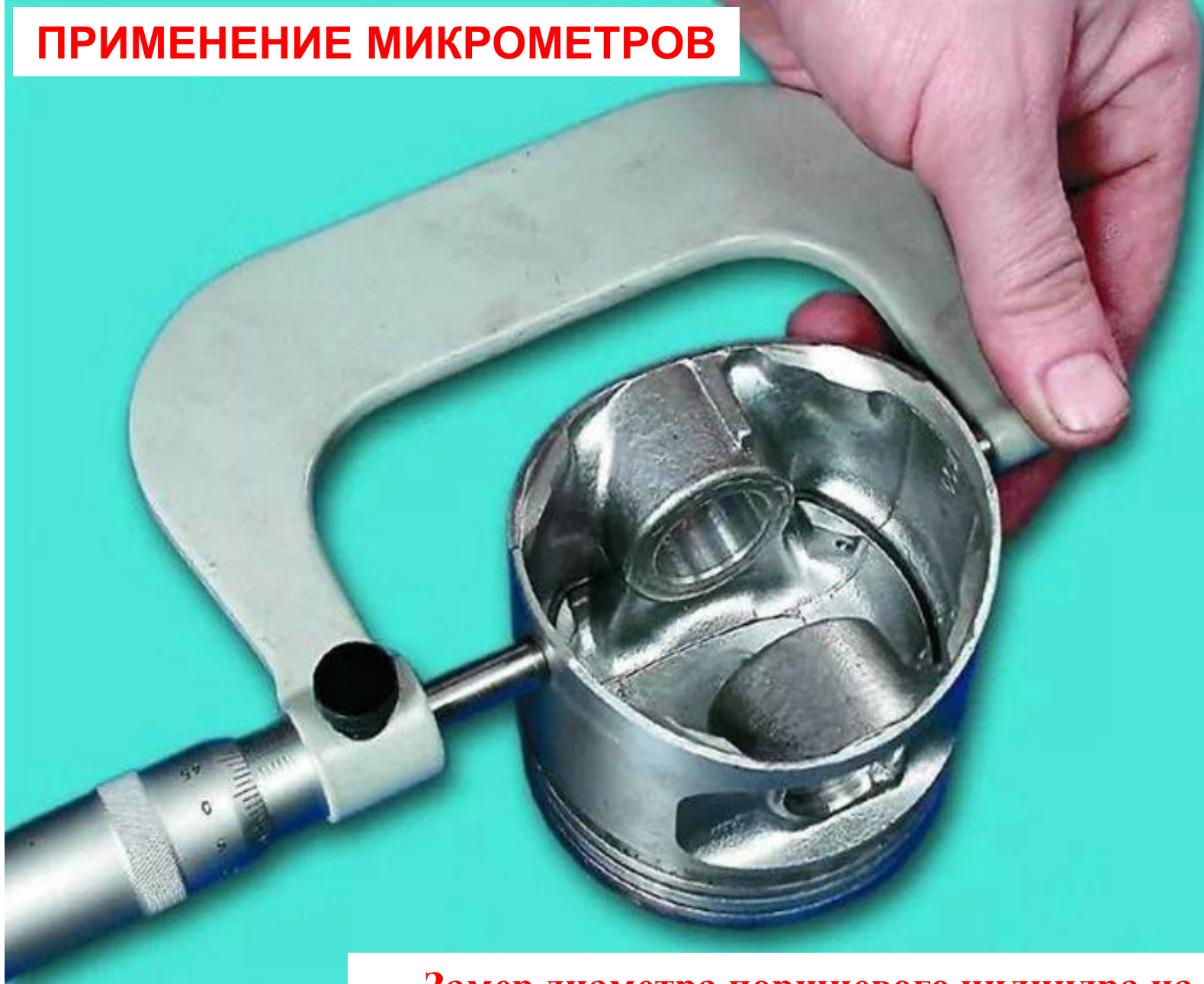


Рассматриваемый тип измерительного прибора применяется для измерения следующих деталей:

- диаметры поршней и шеек коленвала;
- расстояние между зубьями шестерней, зубчатых колес и цепей;
- толщина стенок труб;
- толщина листовых конструкций;
- толщина проволоки;
- размеры резьбы;
- диаметры сверл;
- внутренние диаметры разных изделий



# ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОМЕТРОВ



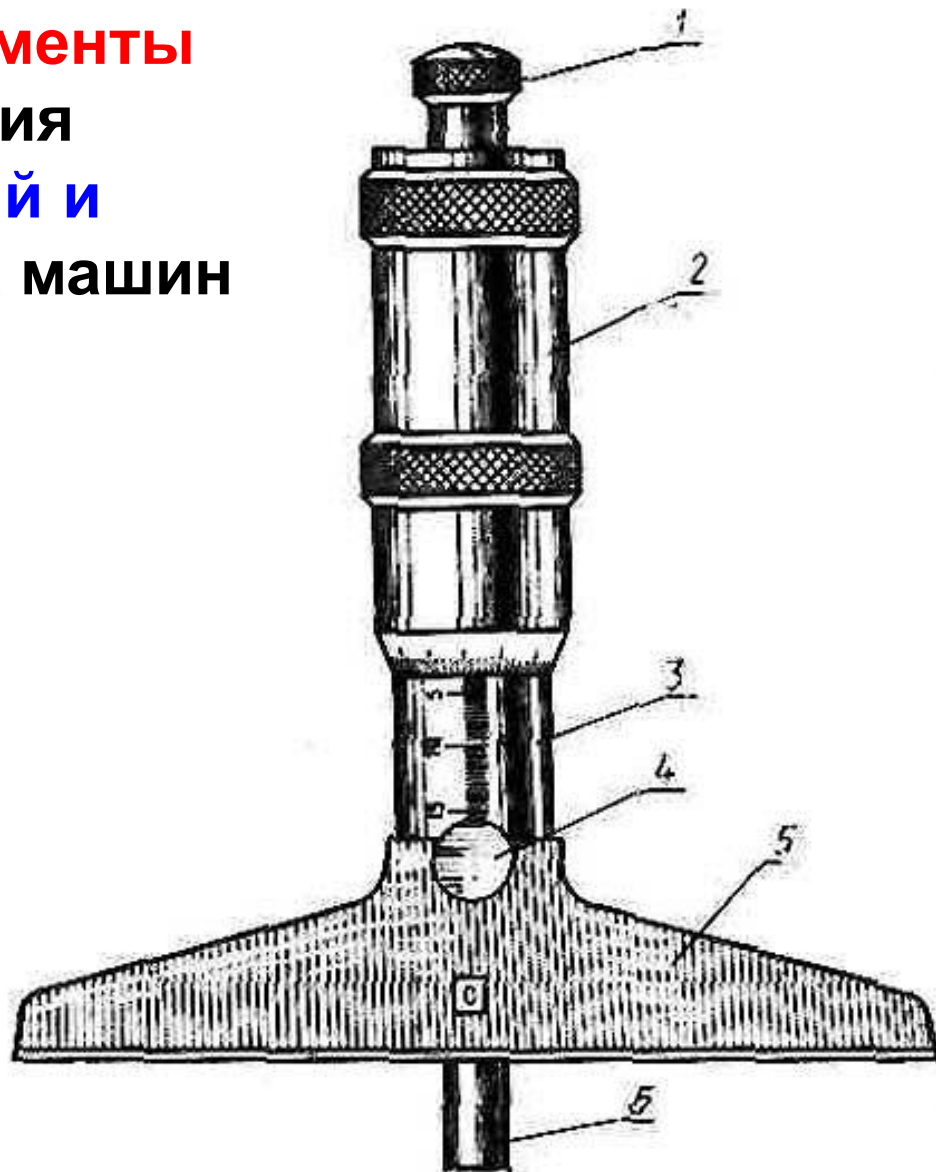
**Замер диаметра поршневого цилиндра на  
автомобиль марки ВАЗ**

## 8.2 Микрометрические глубиномеры

**Микрометрические инструменты** применяются для измерения **глубины выемок, отверстий и высоты уступов** в деталях машин

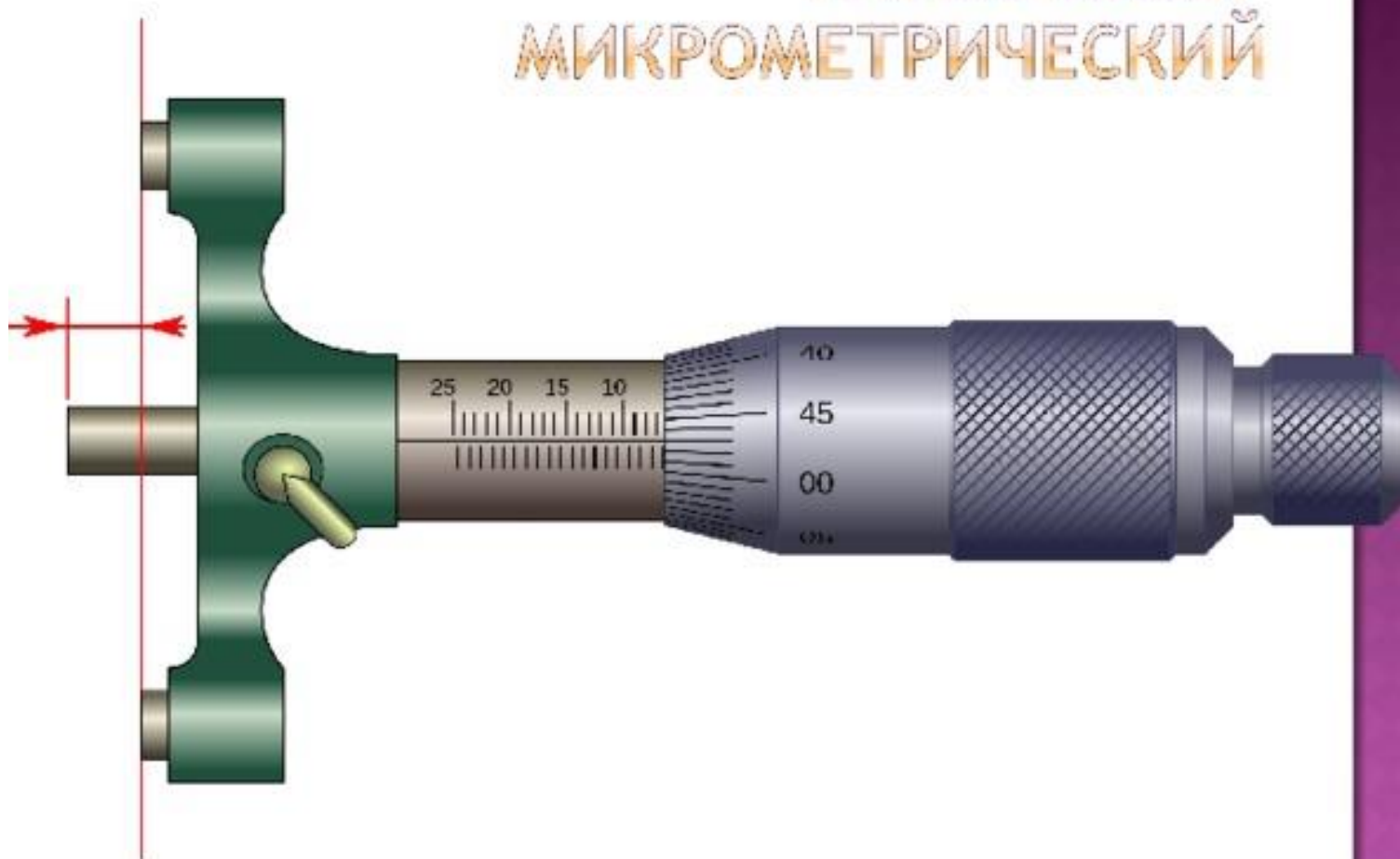
### Устройство:

- 1** — трещотка;
- 2** — барабан;
- 3** — стембель;
- 4** — стопор;
- 5** — траверса (основание);
- 6** — стопорный винт



# Микрометрический глубиномер

ГЛУБИНОМЕР  
МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ



- предназначен для измерения различных глубин и высот выступов



# Микрометрический глубиномер



**Установочные меры**

**Микрометрический  
глубиномер**

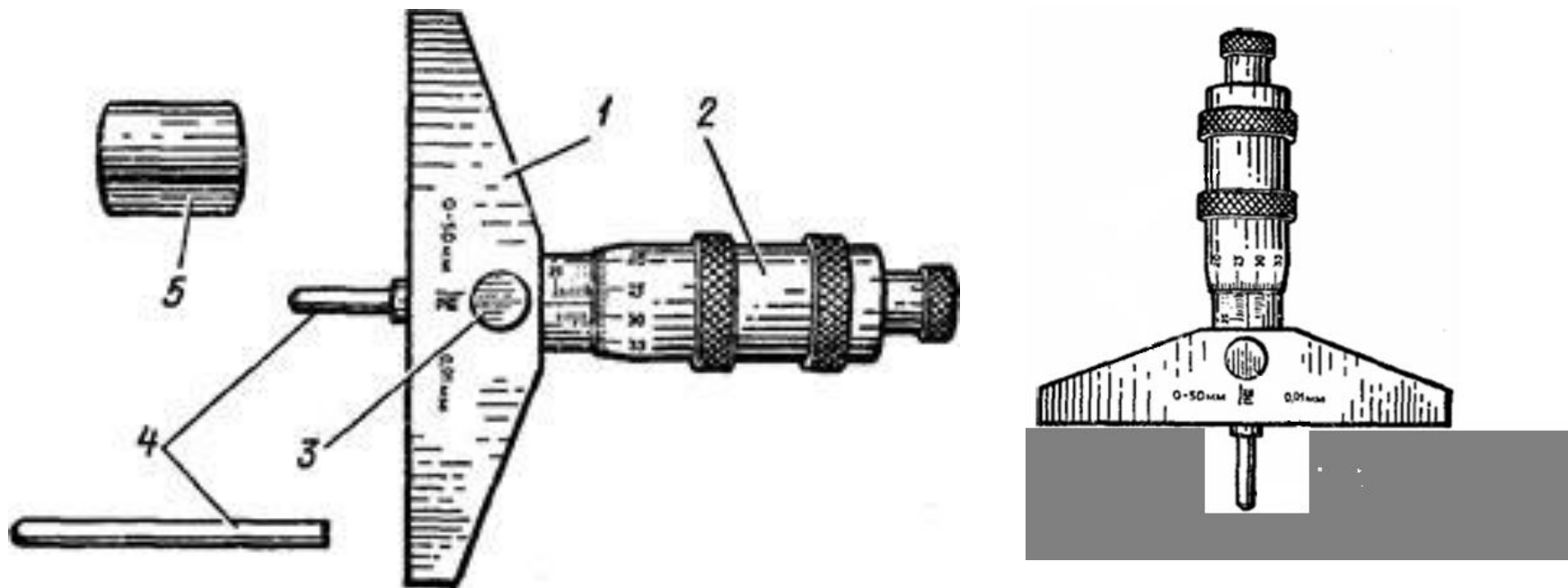
**Сменные измерительные  
стержни**

# Микрометрический глубиномер

## Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470—92)

Верхний предел измерений **100** и **150 мм** устанавливается с помощью **сменных измерительных стержней**.

Широкая измерительная поверхность основания и сменные измерительные стержни малого сечения обеспечивают устойчивость и возможность производить измерения глубин в отверстиях и пазах небольших размеров.



### *Глубиномер микрометрический*

1 — основание, 2 — микрометрическая головка, 3 стопор, 4 — сменные измерительные стержни, 5 установочная мера

# Микрометрический глубиномер



**Примеры условного обозначения  
глубиномеров:**

**Глубиномер с отсчетом по шкалам стебля и барабана** при диапазоне измерения от 0 до 100 мм класса точности 2:

***Глубиномер ГМ 100 – 2 ГОСТ 7470-92.***

**Глубиномер с цифровым устройством** при диапазоне измерения от 0 до 150 мм класса точности 1:

***Глубиномер ГМЦ 150 – 1 ГОСТ 7470-92.***

# Микрометрический глубиномер



**Цифры у штрихов стебля и барабана** нанесены **в обратном порядке по сравнению с микрометрами**, так как чем больше глубина, тем дальше выдвинут микровинт.

**При настройке нулевого положения** торец основания глубиномера прижимают к торцу специальной **установкой меры**, которую ставят на плите. Микровинт прижимают к поверхности плиты, вращая трещотку. **Порядок установки головки на нуль** такой же, как у микрометров.

# Измерение микрометрическим глубиномером

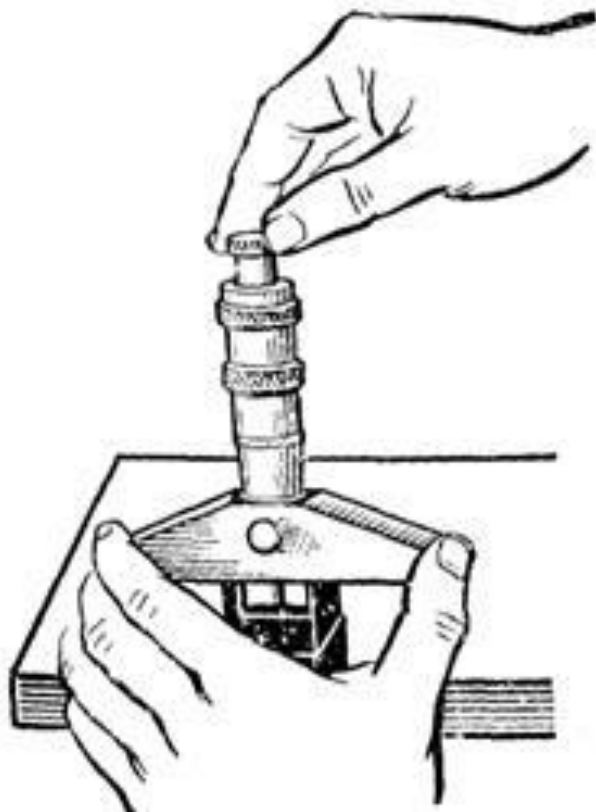
- установить в отверстие микрометрического винта измерительный стержень, длина которого должна соответствовать глубине отверстия;
- установить микрометрический глубиномер на ноль;
- установить основание поперечины на базовую поверхность, относительно которой будут производиться измерения, и слегка притереть;
- вращая микрометрический винт, переместить измерительный стержень вниз до упора;
- зафиксировать положение микрометрического винта при помощи стопорного винта и считать размер.



# Микрометрический глубиномер

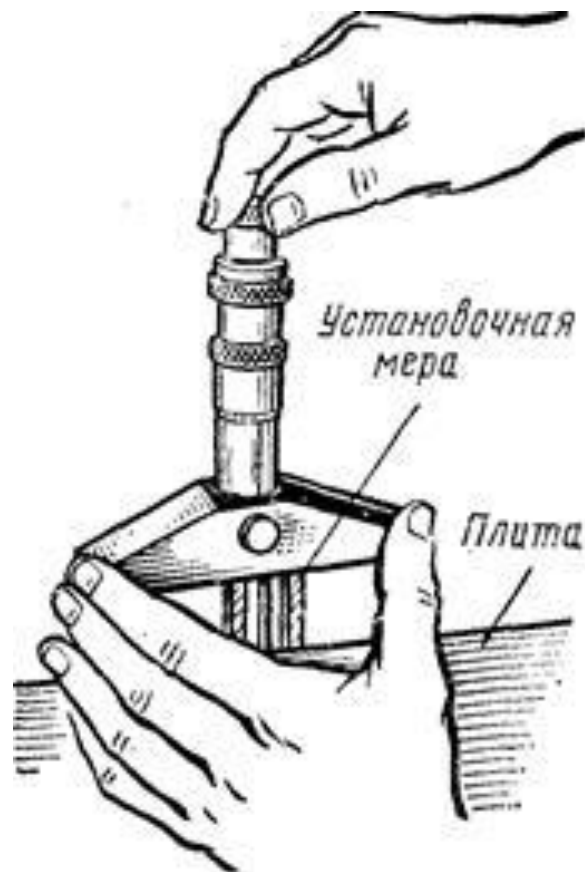
## Измерение микрометрическим глубиномером:

- левой рукой прижимают основание к поверхности детали;
- правой рукой с помощью трещотки в конце хода измерительного стержня доводят измерительный стержень до соприкосновения с другой поверхностью детали;
- стопорят микровинт.

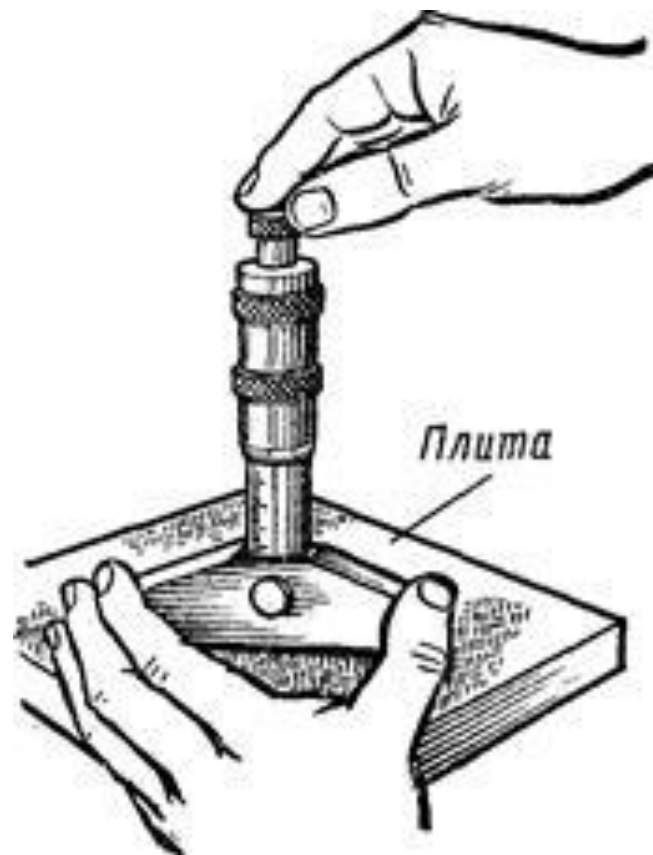


# Микрометрический глубиномер

Проверка нулевого положения микрометрического глубиномера



При верхнем пределе измерения  
свыше 25 мм (50, 75 и 100 мм)



При пределах измерения  
0-25 мм

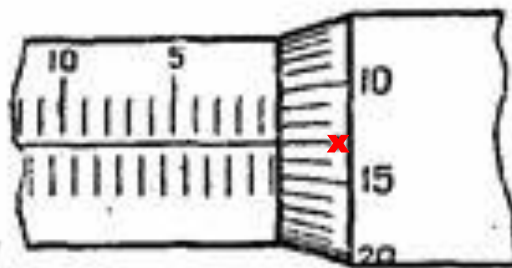
# Микрометрический глубиномер

## Чтение показаний на глубиномере

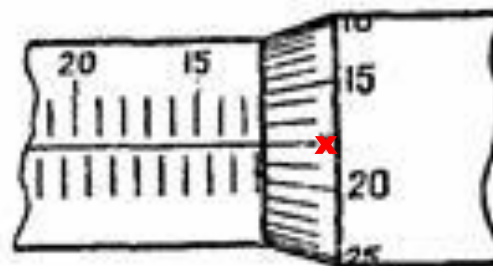
При ввинчивании микровинта микрометрического глубиномера показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются.

Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны **в обратном порядке**:

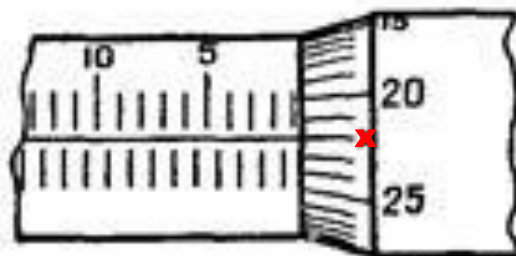
- **на стебле** цифры увеличиваются **справа налево**,
- **на барабане** – **по часовой стрелке**.



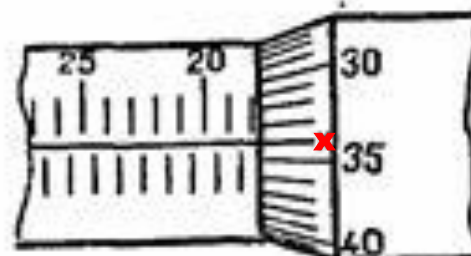
**x** 0,13 мм



**x** 12 мм + 0,18 мм = 12,18 мм



**x** 0,50 мм + 0,22 мм = 0,72 мм



**x** 17 мм + 0,50 мм + 0,34 мм = 17,84 мм

## 8.3 Микрометрические нутромеры

**Микрометрические нутромеры** предназначены для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм.

**Нутромеры изготавливаются:**

- с пределами измерения:  
50 – 75; 75 – 175; 75 – 600; 150 – 1 250; 600 – 2 500;  
1 250 – 4 000 и 2 500 – 6 000; 4 000 – 10 000 мм.
- с пределами показаний:  
25; 100; 525; 1100 мм и др.
- с ценой деления шкалы: 0,001 мм
- с предельной погрешностью:  $\pm (4 - 20)$  мкм

Для уменьшения погрешности при измерениях необходимо:

- использовать **не более 3 – 4-х удлинителей**;
- наворачивать удлинители на головку, **начиная с больших размеров**

# Микрометрические нутромеры

**Пример условного обозначения микрометрического нутромера с верхним пределом измерения 600 мм:**

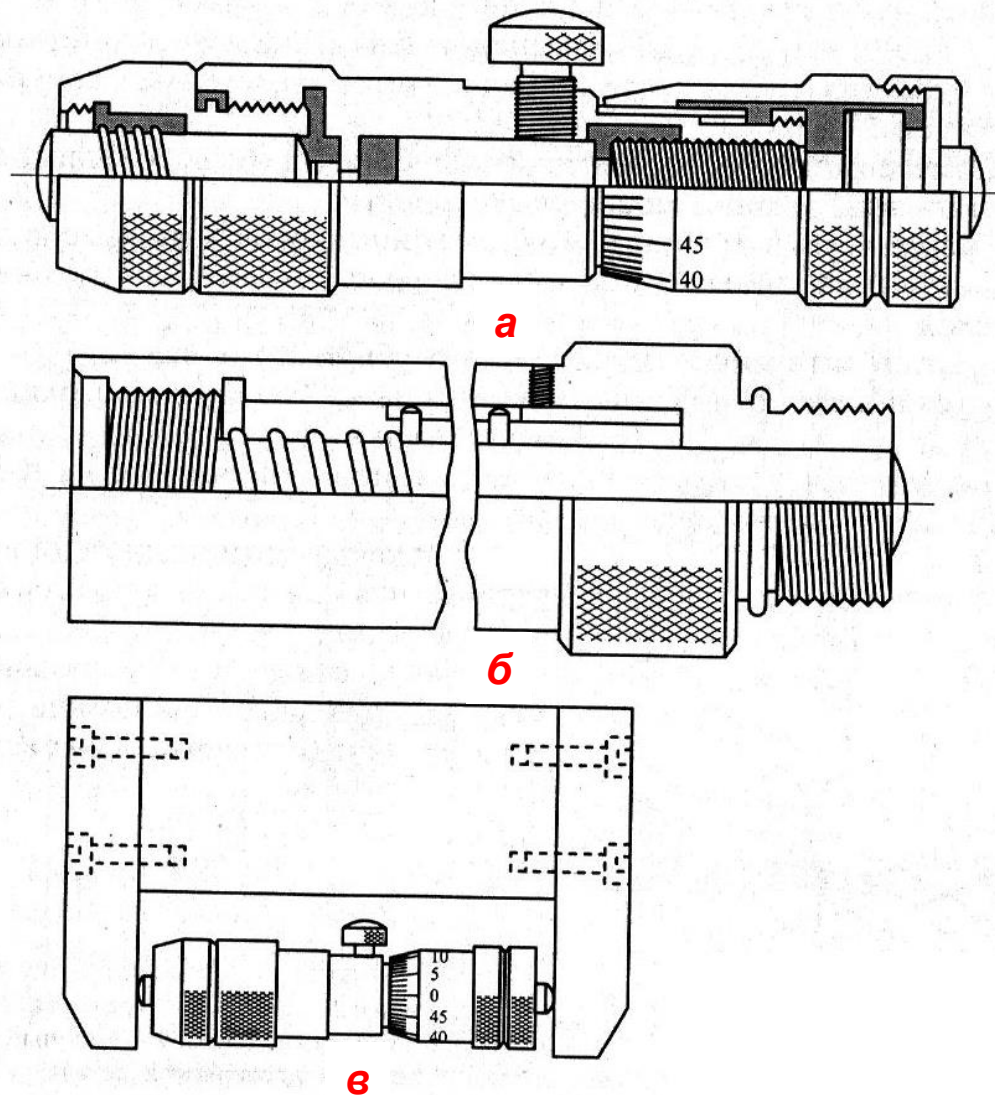
*Нутромер НМ 600 ГОСТ 10-88.*



**Микрометрический нутромер в комплекте**



# Микрометрические нутромеры

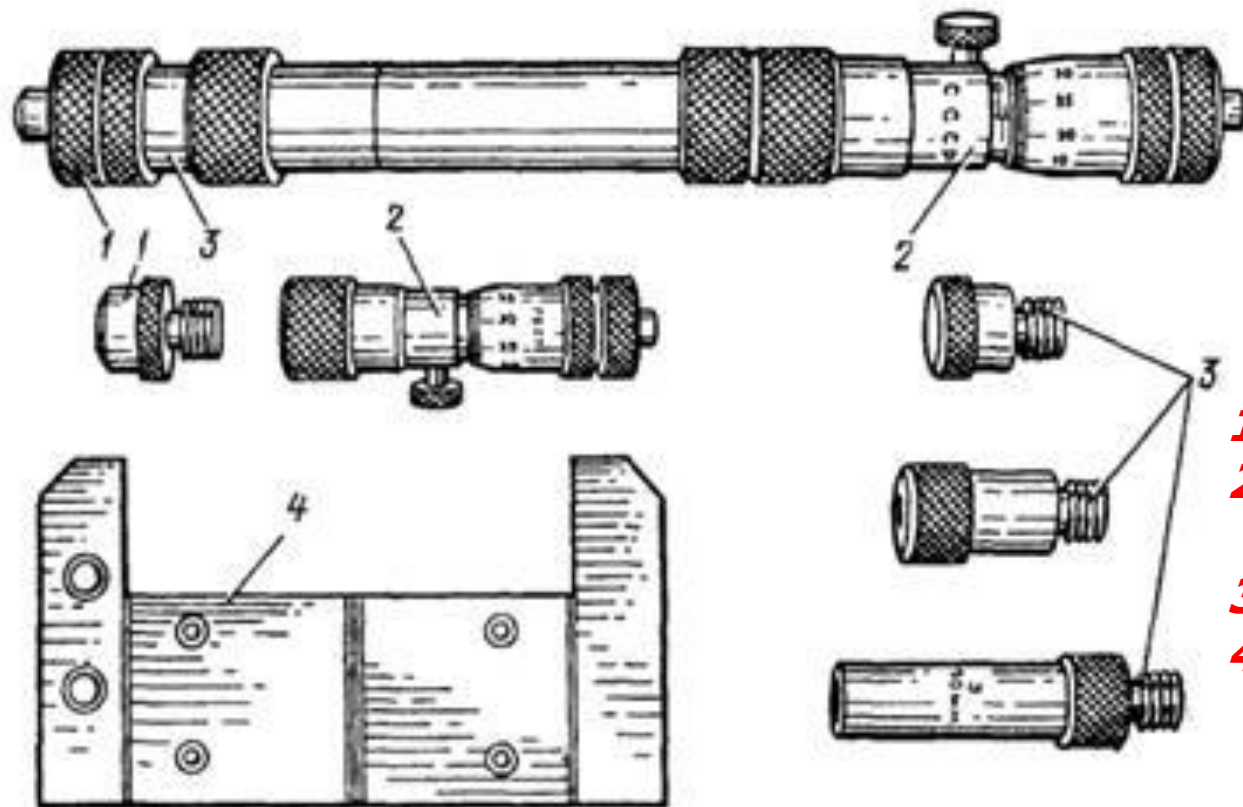


**Микрометрический нутромер:**  
**а** – микрометрическая головка; **б** – удлинитель;  
**в** – мини-скоба (установочная мера)

# Устройство микрометрического нутромера

## Микрометрический нутромер (ГОСТ 10—88)

Микрометрические нутромеры изготавливаются с **пределами измерений**:  
**50-75, 75-175, 75-600, 150-1250, 800-2500, 1250-4000, 2500-6000, 4000-10000 мм.**

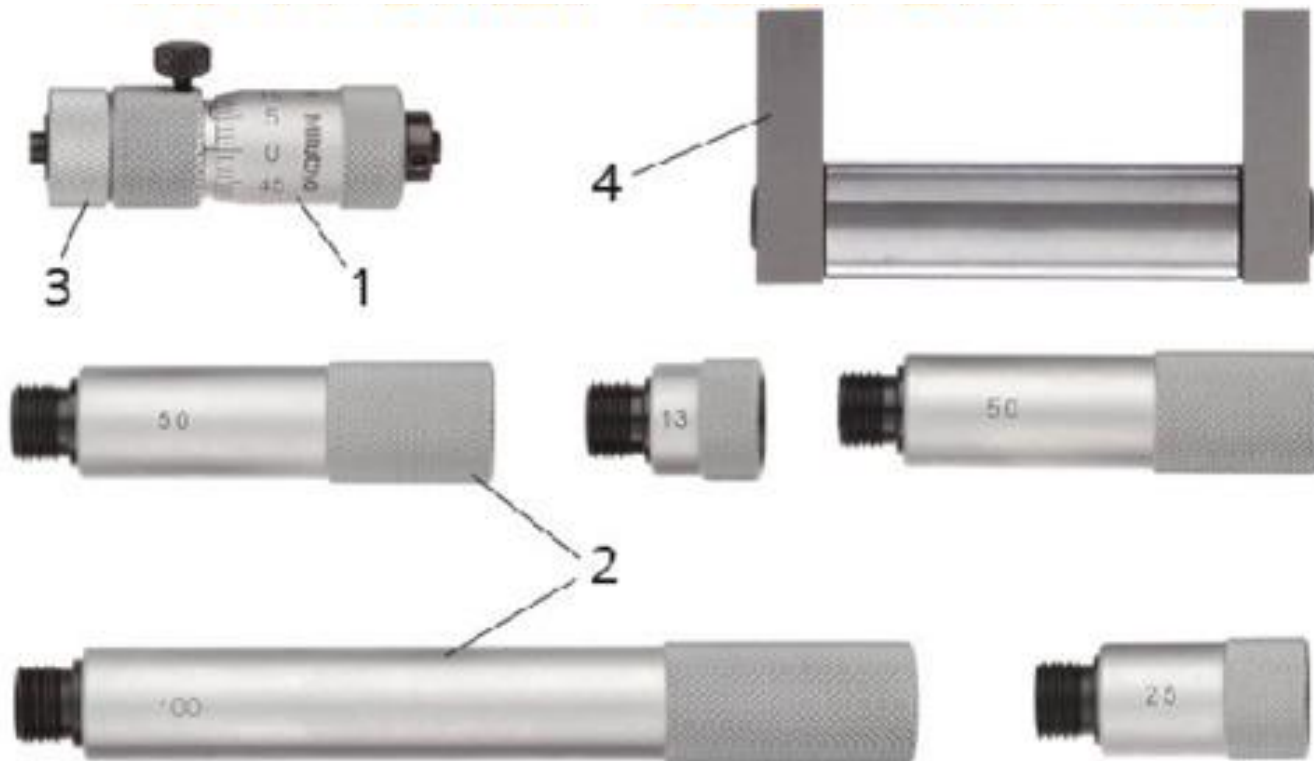


**Микрометрический нутромер:**

- 1** – наконечник,
- 2** – микрометрическая головка,
- 3** – удлинители,
- 4** – установочная мера

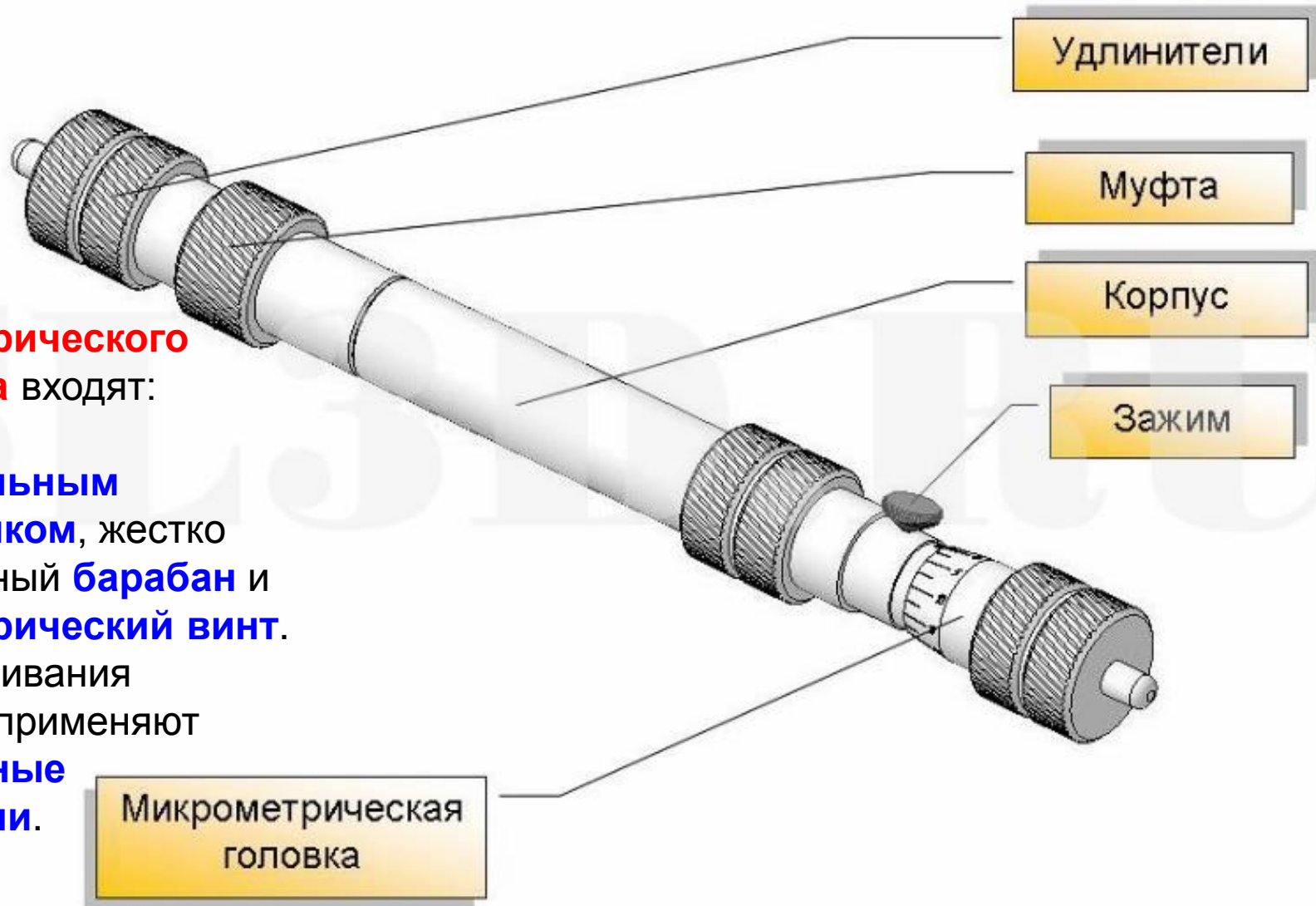
# Устройство микрометрического нутромера

Нутромер состоит из:



- 1 – микрометрической головки
- 2 – комплекта удлинителей
- 3 – измерительного наконечника
- 4 – установочная мера

# Устройство микрометрического нутромера



В **состав микрометрического нутромера** входят: **стебель с измерительным наконечником**, жестко закрепленный **барaban** и **микрометрический винт**.

Для наращивания габаритов применяют **специальные удлинители**.

# Устройство микрометрического нутромера



## Микрометрическая головка:

- 1 – сменный наконечник,
- 2 – стопорное устройство,
- 3 – стемель,
- 4 – барабан,
- 5 – колпачок,
- 6 – микрометрический винт



# Устройство микрометрического нутромера

## НУТРОМЕР (ШТИХМАС) МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ



- инструмент (прибор) для измерения внутреннего диаметра или расстояния между двумя поверхностями
- точность измерений нутромером такая же, как и микрометром — 0,01 мм
- предназначен для контроля методом контакта в двух точках

# Микрометрические нутромеры

Микрометрические нутромеры изготавливаются в соответствии с ГОСТ 10-88.  
Проверка производится по ГОСТ 17215.



Пределы измерений при использовании микрометрических головок без удлинителей составляют 50...63 и 75...88 мм, а с удлинителями — 50... 75; 75... 175; 75... 600 мм.

# Измерение микрометрическими нутромерами

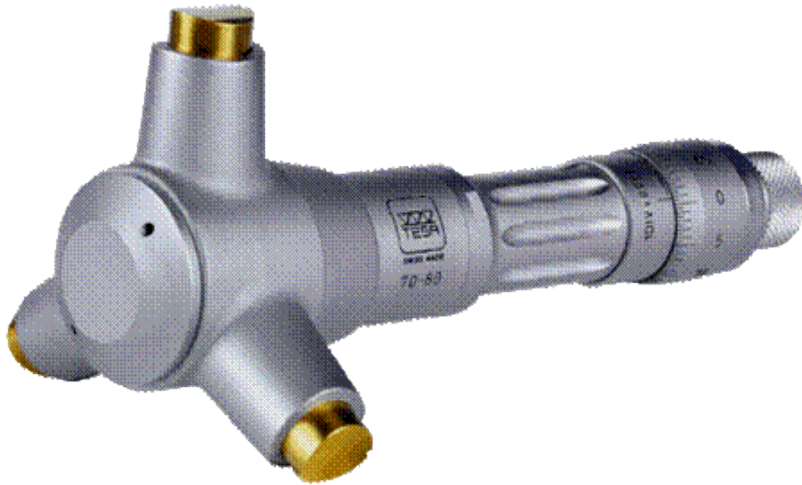
**Выполнение измерений проводится по следующей схеме:**

1. Прибор устанавливается строго перпендикулярно оси вращения детали.
2. Один конец прибора прикладывается к внешнему краю отверстия.
3. Второй конец передвигают в диаметральной плоскости.
4. Для получения результатов затягивают микрометрический винт.

**Точность измерений** микрометрическими нутромерами – **0,01 мм.**

# Устройство микрометрического нутромера

В последнее время начали выпускать **различные по конструкции и принципу действия микрометрические нутромеры** как **с отсчетным устройством по шкалам стебля и барабана**, так и **цифровым отсчетным устройством**



**Конструкции микрометрических нутромеров**

# Устройство микрометрического нутромера

## Нониусный микрометрический нутромер



- Предназначен для измерения внутренних диаметральных размеров.
- Имеет 3 измерительные пятки (опоры, направления) через 120 градусов.
- Можно мерить как сквозные так и глухие отверстия.



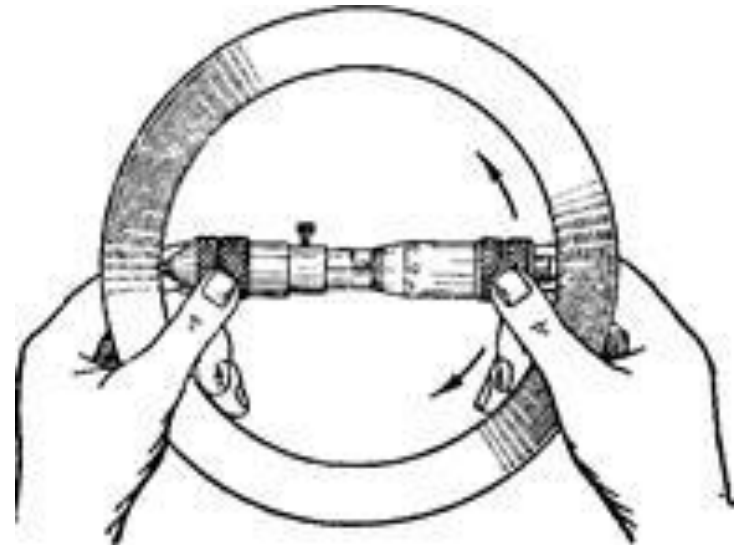
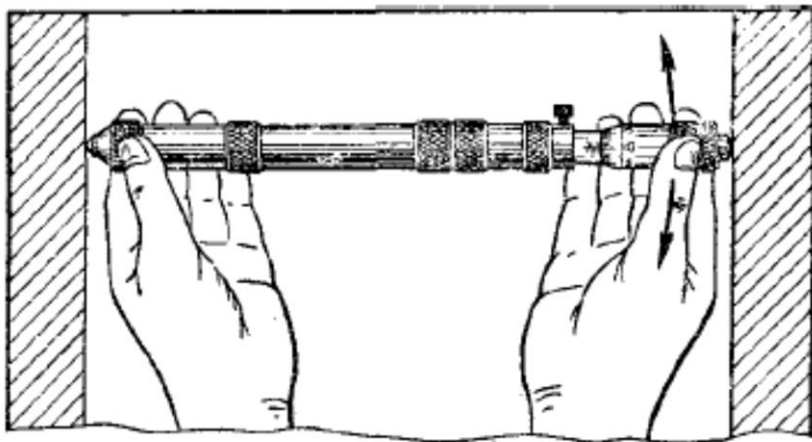
# При измерении микрометрическим нутромером необходимо:

- проверить правильность установки на ноль с помощью установочной меры;
- подобрать соответствующие удлинители и соединить их с микрометрической головкой, вернуть наконечник;
- ввести микрометрический нутромер в отверстие так, чтобы его ось находилась в диаметральной плоскости этого отверстия и была перпендикулярна к его стенкам;
- извлекать нутромер из отверстия только при застопоренном положении микрометрического винта.

# Измерение микрометрическим нутромером

- **При измерении цилиндрического отверстия** линия измерения должна быть наибольшим размером в плоскости, перпендикулярной оси отверстия, и наименьшим размером в плоскости, проходящей через ось.
- **При измерении расстояния между параллельными плоскостями**, правильное положение измерительных поверхностей (отсутствие перекоса) обеспечивает наименьшие (точные) показания.

Правильное положение микрометрического нутромера находят его покачиванием **при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью**.



# Измерение и отсчёт показаний

- Установите нутромер приблизительно на проверяемый размер и введите его в отверстие.левой рукой прижмите измерительную поверхность наконечника к одной из поверхностей измеряемой детали, а правой вращайте барабан до контакта микрометрического винта с поверхностью детали в противоположной точке.
- Покачивая нутромер с центром качания, расположенным в точке касания наконечника с поверхностью детали, найдите наименьшее расстояние между измеряемыми поверхностями. После этого зафиксируйте микровинт стопорным винтом и еще раз проверьте усилие покачивания, которое должно быть с легким трением. В случае измерения диаметра цилиндрического отверстия покачивайте нутромер в поперечном направлении, отыскивая максимальный размер, а затем в осевом направлении, отыскивая минимальное значение.
- Выведете прибор из проверяемой детали и сделайте **отсчёт**. Для этого нужно **сложить длину микрометрической головки, размеры используемых удлинителей и значение по шкале:  $75 + 100 + 50 + 8,24 = 233,24$  мм.**

**Пример отсчета показаний** представлен в таблице:

Длина микрометрической головки, мм	Используемые удлинители, мм	Показания по шкале, мм	Размер детали, мм
75	50 100	8,24	233,24

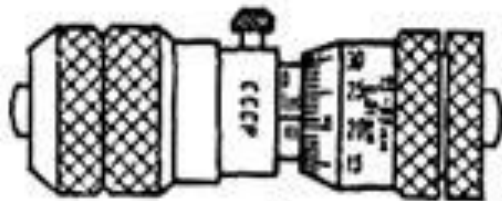
**По окончании работы:**

- разберите нутромер в последовательности, обратной сборке;
- промойте нутромер, установочную меру и удлинители в чистом бензине;
- смажьте их антикоррозийной смазкой для целей длительного хранения.

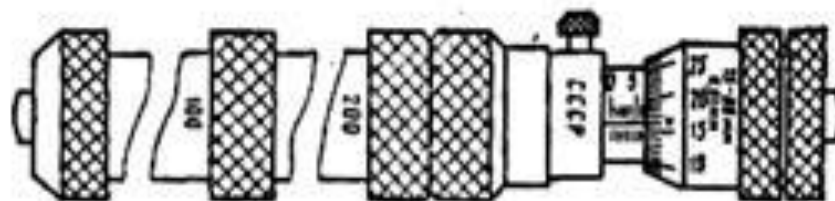
# Измерение и отсчёт показаний

## Чтение показаний

- От проверяемого размера отнимают нижний предел измерения микрометрической головки с наконечником.
- Затем выбирают удлинители по размерам, обеспечивающим их наименьшее количество (от большего к меньшему).
- Сумма нижнего предела измерения микрометрической головки с наконечником и удлинителей должна быть меньше требуемого размера, но не более чем на разность между пределами измерения микрометрической головки.



$$\times 75 \text{ мм} + 3 \text{ мм} + 0,21 \text{ мм} = 78,21 \text{ мм}$$



$$\times 75 \text{ мм} + 200 \text{ мм} + 100 \text{ мм} + 6 \text{ мм} + 0,16 \text{ мм} = 381,16 \text{ мм}$$



$$\times 75 \text{ мм} + 200 \text{ мм} + 150 \text{ мм} + 50 \text{ мм} + 25 \text{ мм} + 11 \text{ мм} + 0,50 \text{ мм} + 0,26 \text{ мм} = 511,76 \text{ мм}$$

# Вопросы для самоподготовки:

1. Назначение гладкого микрометра?
2. Назначение микрометрического глубиномера?
3. Назначение микрометрического нутромера?
4. На чём основан принцип действия микрометрических инструментов?
5. Из каких частей состоит микропара и каков шаг её резьбы?
6. Что такое «**стебель**» и его назначение?
7. Назначение **барабана**, какие метки и сколько на нём нанесены?
8. Назначение **трещоточного устройства** и его конструкция?
9. В каких пределах обеспечивается **измерительное усилие** у гладких микрометров?
10. Как проверяется правильность показания гладких микрометрических приборов?
11. Как настраивается микрометр **на нуль**?
12. Показать микрометр диапазоном измерения **25 - 50 мм**, микрометрический нутромер и микрометрический глубиномер?
13. Показать на микрометре **подвижную пятку, неподвижную пятку и их измерительные поверхности**?
14. Показать на микрометре **стопорное устройство**?



# Вопросы для самоподготовки:

15. Чему равняется **цена деления шкалы на стебле** микрометрического инструмента?
16. Чему равняется **цена деления шкалы барабана** микрометрического инструмента?
17. На какое расстояние переместится подвижная пятка (микровинт) при повороте барабана на  $360^\circ$  (на один оборот) у микрометрических инструментов?
18. По какой формуле определяется **цена деления «*i*»** шкалы барабана микрометрических инструментов?
19. Какие метрологические показатели (характеристики) можно определить непосредственно изучая микрометрический инструмент?
20. Какие элементы играют роль **указателя** на стебле и на барабане?
21. Почему при проведении измерений желательно расположить микрометр на стойке, а не держать в руках?
22. В чём особенность устройства **микрометрического глубиномера**, его шкал и его применения?
23. Опишите основные части **микрометрического нутромера** и его применение.