

Штангенінструменти. Мікрометричні інструменти.

Штангенінструменти

Дерев'яні штангенциркулі використовувалися вже на початку XVII століття. Перші справжні штангенциркулі з ноніусом з'явилися тільки в кінці XVIII століття в Лондоні. У Росії штангенциркуль почали застосовувати набагато пізніше.

Штангенінструменти є поширеними в суднобудуванні видами вимірального інструмента, точність яких не перевищує 0,05 мм.

Їх застосовують для вимірювання зовнішніх і внутрішніх діаметрів, довжин, товщини, глибин і т. д. До них належать штангенциркулі, штангенглибиноміри, штангенрейсмуси.

Штангенциркулі випускаються трьох типів: ШЦ-I, ШЦ-II і ШЦ-III (ГОСТ 166-63). Кожен тип має спільні основні частини й власні особливості.

Штангенциркулі виготовляються з межами вимірювань 0-125 мм (ШЦ-I); 0-200 і 0-320 мм (ШЦ-II); 0-500; 270-710; 320-1000; 500-1400; 800-2000 (ШЦ-III) і з величиною відліку 0,1 мм (ШЦ-I і ШЦ-III), 0,05-0,1 мм (ШЦ-II).

Штангенцикуль ШЦ-I (рис. 5.3 а) є найбільш поширеним серед штангенінструментів і застосовується для вимірювання зовнішніх, внутрішніх розмірів та глибин з величиною відліку за ноніусом 0,1 мм.

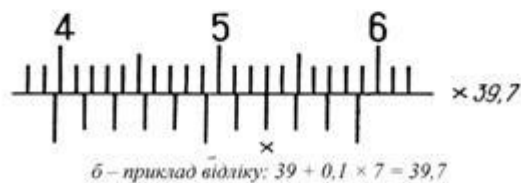
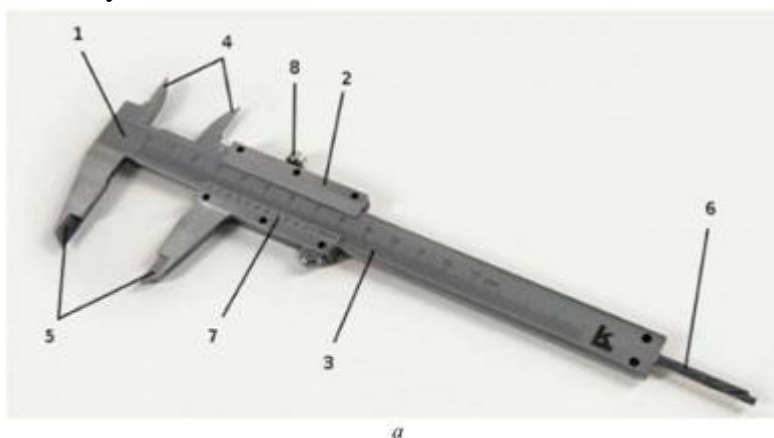


Рис. 5.3. Штангенцикуль ШЦ-I

Штангенцикуль має штангу (1), на якій нанесено шкалу (3) з міліметровими поділками. На одному кінці цієї штанги є нерухомі вимірвальні губки (4) і (5), а на іншому кінці - лінійка (6) для вимірювання глибин. По штанзі переміщається рухома рамка (2).

Рамка у процесі зміни закріплюється на штанзі затиском (8).

Нижні губки (5) служать для виміру зовнішніх розмірів, а верхні (4) - для внутрішніх розмірів. На скошеній грані рамки (2) нанесено шкалу (7), яка має назву «ноніуса».

Ноніус - рівномірна шкала з межею вимірювань, що дорівнюють ціні поділки основної шкали.

Ціна поділки ноніуса (відлік за ноніусом) дорівнює ціні поділки основної шкали розділеної на число поділок ноніуса: $p : c = a/p$. Ноніус призначений для визначення дробової величини ціни поділки штанги, тобто для визначення частки міліметра. Шкала ноніуса довжиною 19 мм розділена на 10 рівних частин; отже, кожний розподіл ноніуса дорівнює: $19 : 10 = 1,9$ мм, тобто він коротший за відстань між кожними двома поділками, нанесеними на шкалу штанги, на $0,1$ мм ($2,0 - 1,9 = 0,1$). При зімкнутих губках початкова поділка ноніуса співпадає з нульовим штрихом шкали штангенциркуля, а останній - 10-й штрих ноніуса - з 19-м штрихом шкали. Ціна поділки ноніусів штангенцикульов може дорівнювати 0,1 мм або 0,05 мм (штангенциркулі з величиною відліку ноніуса 0,02 мм у промисловості не виготовляються, але на виробництві ще використовуються).

Перед вимірюванням на зімкнутих губках нульові штрихи ноніуса та штанги повинні збігатися. За відсутності просвіту між губками для зовнішніх вимірювань або при невеликому просвіті (до 0,012 мм) повинні збігатися нульові штрихи ноніуса і штанги.

Під час вимірювання деталь беруть у ліву руку, яка повинна знаходитися за губками і захоплювати деталь недалеко від губок. Права рука повинна підтримувати штангу, при цьому великим пальцем цієї руки переміщують рамку до зіткнення з поверхнею, яка перевіряється, не допускаючи перекосу губок і докладаючи нормального вимірювального зусилля.

Рамку закріплюють затиском великим і вказівним пальцями правої руки, підтримуючи штангу іншими пальцями цієї руки; ліва рука при цьому повинна підтримувати нижню губкуштанги. При читанні показань штангенциркуль тримають прямо перед очима. Ціле число міліметрів відраховується за шкалою штанги зліва направо нульовим штрихом ноніуса. Дробова величина (кількість десятих часток міліметра) визначається множенням величини відліку (0,1 мм) на порядковий номер штриха ноніуса, не рахуючи нульового, що збігається зі штрихом штанги. Приклади відліку показані на рис. 5.3, б.

Штангенцикуль ШЦ-II (рис. 5.4) відрізняється від попередньої конструкції тим, що у нього відсутня лінійка глибиноміра, губки (4) мають гострі закінчення для виконання площинної розмітки, а інші губки (5) мають плоскі поверхні та застосовуються при зовнішніх і внутрішніх вимірюваннях.

Штангенцикуль ШЦ-II оснащений ще рамкою мікрометричної подачі (9) для плавного підведення губок до поверхні вимірюваної деталі.

Штангенцикуль складається зі штанги (1) з основною шкалою (3), вимірювальних губок (3) для зовнішніх та внутрішніх вимірів, рухомої рамки (2), затискувача рамки (8), ноніуса (7), рамки мікрометричної подачі (9) та фіксуєчого гвинта (10).

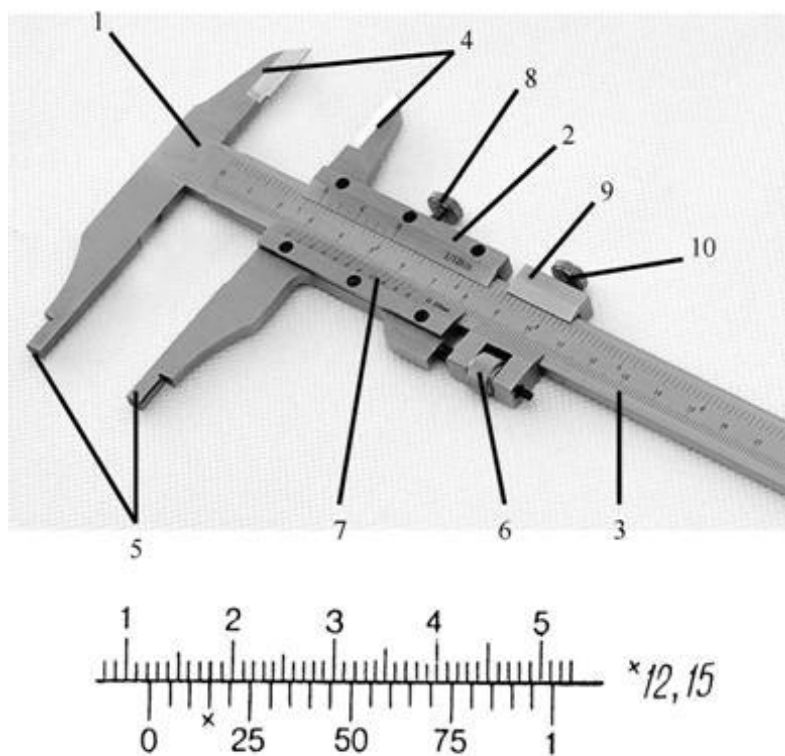


Рис. 5.4. Штангенцикуль ШЦ-II

При вимірюваннях внутрішніх розмірів губками (5) до відліку за шкалами штанги і ноніуса потрібно приплюсовувати товщину губок, яка маркується на них.

Штангенцикуль ШЦ-III (рис. 5.5) з величиною відліку за ноніусом 0,05 мм призначений для зовнішніх і внутрішніх вимірювань. Цей штангенцикуль застосовується рідко.



Рис. 5.5. Штангенциркуль ШЦ-III

Історична довідка

У сучасній німецькій мові слово «штангенциркуль» відсутнє. По-німецьки штангенциркуль називається Messschieber або Schieblehre - відповідно «розсувний вимірювач» або «розсувна лінійка».

Різновид штангенциркуля, який оснащено глибиноміром, на професійному слензі називається «Колумбус» або «Колумбік». Ця назва походить від «Columbus» - назви виробника вимірювального інструмента. Такий штангенциркуль масово постачався в СРСР під цією маркою.

В авіаційній промисловості такі штангенциркулі називалися «Маузер», через те що штангенциркулі підвищеної якості постачалися в СРСР фірмою «Маузер».

Деякі види сучасних штангенциркулів показані на рис. 5.6:

- цифровий (електронний);
- зі стрілочним індикатором.



Рис. 5.6. Штангенциркуль цифровий (а), зі стрілочним індикатором (б)

При читанні показань штангенциркуль тримають прямо перед очима. Ціле число міліметрів відраховується за шкалою штанги зліва направо нульовим штрихом ноніуса. Дробова величина (кількість десятих часток міліметра) визначається множенням величини відліку (0,1 або 0,05 мм) на порядковий номер штриха ноніуса, не рахуючи нульового, що збігається зі штрихом штанги.

Штангенглибиномір (рис. 5.7, а) застосовується для прямого вимірювання глибини виїмок і висоти уступів. Підставою штангенглибиноміра є рамка з основою (1). Крізь рамку проходить штанга зі шкалою (2) і вимірною поверхнею на торці. Ноніус (4) завдано на окремій пластині і закріплено в рамці (1). Мікрометричний механізм (3) на штангенглибиномірі такий самий, як і на штангенциркулі ШЦ - II.

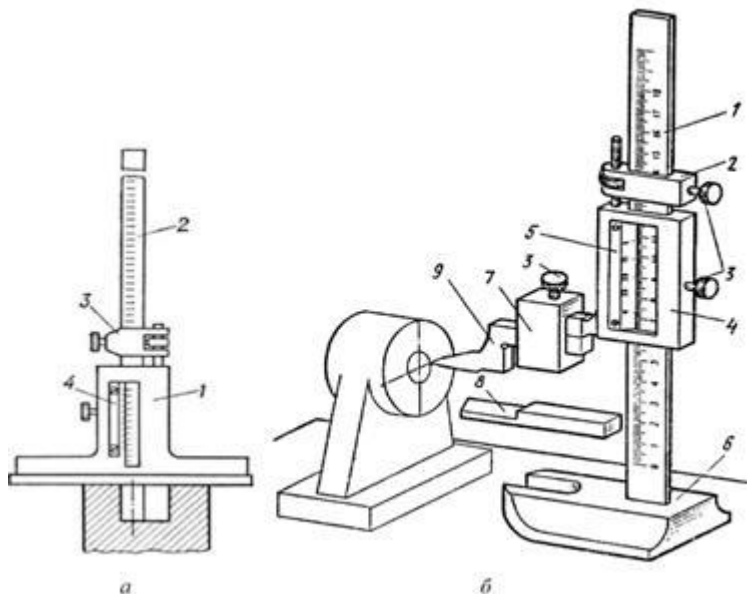


Рис. 5.7. Штангенглибиномір (а), штангенрейсмус (б)

Штангенрейсмуси (рис. 5.7, б) застосовуються для просторової розмітки і прямих вимірювань на точній плиті відстаней від базових поверхонь деталей до виїмок, виступів і осей отворів.

Опорною деталлю штангенрейсмуса є основа (6), в якій закріплено штангу (1) з міліметровою шкалою. По штанзі пересувається рамка (4) з ноніусом (5) та з державкою для кріплення вимірювальних стрижнів (8) або (9). Рамка мікрометричної подачі (2) тут застосована така ж сама, як і на штангенциркулі ТТЦ-ІТ,(10) - затиск рамки мікрометричної подачі.

Показання штангенрейсмуса читаються так само, як і штангенциркуля. При вимірюванні висоти верхньою вимірювальною площиною необхідно до отриманого розміру додати висоту ніжок.

Штангенінструменти та універсальні кутоміри служать для вимірювання відповідно лінійних і кутових розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь, відстаней між ними, кутів нахилу, а також для розмічування заготовок перед обробленням їх поверхонь, різанням матеріалів.

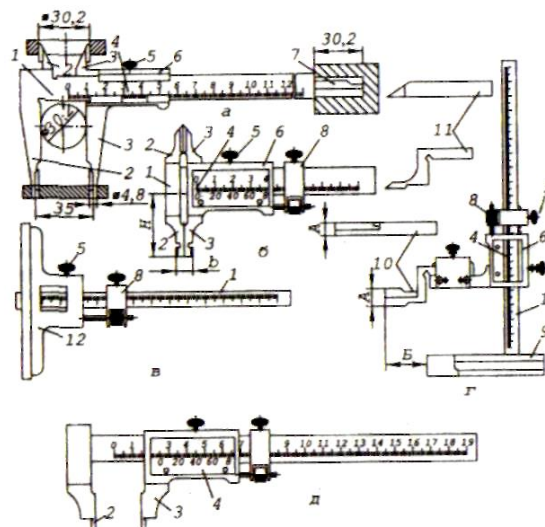


Рис. 8.1.

Для штангенінструментів відмінною ознакою є наявність у них штанги І (рис. 8.1, а) з губкою 2 та нанесеною на ній основною шкалою рухомої рамки б з губкою 3 та шкалою ноніуса 4. Усі вони мають дві шкали: основну та додаткову (ноніусну). Основна шкала

служить безпосередньо для вимірювання розмірів, а додаткова — для підвищення точності відліку основної шкали. Наявність додаткової шкали дає змогу використати здатність людського ока точніше визначати співпадання чи неспівпадання штрихів двох дотичних шкал, ніж оцінювати частку поділки основної шкали.

Штангенциркуль ШЦ-I (ГОСТ 166-89; рис. 8.1, а) призначений для вимірювання розмірів зовнішніх, внутрішніх поверхонь та глибини западин, а також для розмічування заготовок. Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 8.1, б) має аналогічне призначення, окрім вимірювання глибини западин (відсутня лінійка глибиноміра). Штангенглибиномір (ГОСТ 162-90; рис. 8.1, в) призначений для вимірювання глибини отворів, пазів, западин. Робочими поверхнями глибиноміра є торцева поверхня штанги 1 та основи 12.

Штангенрейсмас (ГОСТ 164-90; рис. 8.1, г) здебільшого призначений для розмічування заготовок і вимірювання лінійних розмірів (висотних). Робочими поверхнями його є торцева поверхня основи 9 та нижня поверхня вимірювальних (розмічувальних) ніжок 10 та 11. Оскільки прямі ніжки не забезпечують отримання розмірів від 0 до 30 мм, то для вимірювання менших ніж 30 мм розмірів використовують фігурні ніжки.

Діапазони вимірювання штангенциркулів різних типів визначені відповідними стандартами і можуть змінюватися від 0...125 мм до 1800...3000 мм. Допускні похибки вимірювання штангенінструментів за стандартами становлять від $\pm 0,06$ мм (для діапазону вимірювання 0...150 мм) до $\pm 0,2$ мм (для діапазону вимірювання 800...2000 мм).

Деякі закордонні фірми Швейцарії, Німеччини виготовляють штангенциркулі з круглими плоскими шкалами зі стрілкою як у індикаторних вимірювальних головках, з ціною поділки шкали 0,01 і 0,02 мм.

Ноніусні шкали штангенінструментів будують, використовуючи принцип поділу одної поділки основної шкали на n частинок (переважно 10 чи 20). Кількість поділок ноніусної шкали визначає ціну однієї поділки. Наприклад, для $n = 10$ ціна поділки $1/n = 0,1$ мм, а для $n = 20$ становитиме $1/20 = 0,05$ мм. Довжини ноніусних шкал з конструктивних міркувань приймають переважно 9; 19 мм. Залежно від довжини ноніусної шкали відповідною буде відстань між сусідніми рисками.

Мікрометричні інструменти

Мікрометричні інструменти широко застосовують для контролю зовнішніх і внутрішніх розмірів, глибин пазів і отворів. Вимірювання мікрометричними інструментами здійснюється методами безпосередньої оцінки, т. Е. Результати вимірювань безпосередньо зчитуються зі шкали інструменту. Принцип дії цих інструментів заснований на використанні пари гвинт-гайка, перетворюючої обертальний рух гвинта в поступальну ходу його торця (п'яти).

До групи мікрометричних інструментів відносяться:

- 1) мікрометри для вимірювання зовнішніх розмірів,
- 2) мікрометричні нутроміри для вимірювання діаметрів отворів і ширини пазів,
- 3) мікрометричні глибиноміри для вимірювання глибини отворів і пазів і висоти уступів.

Гладкі мікрометри МК з межею вимірювань 25 мм призначені для вимірювання зовнішніх розмірів деталей (рис. 1.3.12, а). до основних деталей і вузлів гладкого мікрометра відносяться скоба 1, п'ята 2, мікрогвинт 4, стопор 5 гвинта, стебло 6, барабан 7 і тріскачка 8. на стеблі буздовж поздовжнього штриха нанесена основна шкала. Ціна поділки основної шкали 0,5 мм, а межа її вимірів - 25 мм. Для зручності відліку парні штрихи шкали, що мають цілі значення розміру, відкладені знизу поздовжнього штриха. На конічному зрізі барабана 7 нанесено 50 поділок кругової шкали з ціною поділки 0,01 мм.

Гладкий мікрометр МК:

а - пристрій: 1 - скоба; 2 - п'ята; 3 - установча міра; 4 - мікрогвинт; 5 - стопор; 6 - стебло; 7 - барабан; 8 - тріскачка;

б - змінна п'ята: 1,2 - гайка; 3 - п'ята;

в - регульована п'ята: 1 - фіксатор; 2 - п'ята

При вимірах виробу поміщають без перекосу між п'ятою і мікрогвинти. Обертаючи барабан за тріскачку до тих пір поки вона не почне провертатися, щільно притискають вимірювальні поверхні до поверхонь деталі.

Межі вимірювання мікрометрів залежать від розміру скоби і складають 0 ... 25; 25 ... 50; 275 ... 300; 300 ... 400; 400 ... 500; 500 ... 600 мм. Мікрометри для розмірів понад 300 мм оснащені змінними (рис. б) або регульованими (рис. в) П'ятами, що забезпечують діапазон вимірювань 100 мм. Регульовані п'яти 2 кріпляться в заданому положенні фіксаторами 1 (Див. Рис. в), А змінні п'яти 3 - гайками 1и 2 (Див. Рис. б). перед вимірами мікрометри встановлюють у вихідне (нульове) положення, при якому п'ята і мікрогвинт притиснуті один до одного або до поверхні настановних заходів 3 (Див. Рис. а) Під дією сили, обмеженою тріскачкою.

При вимірі мікрометрів необхідно дотримуватися наступних основних правил:

- Переконалися в правильності вибору мікрометра в залежності від розміру деталі (межі вимірювання вказані на скобі мікрометра);
- Перевірити плавність обертання мікрометричного гвинта;
- Переконалися в точності установки мікрометра на нуль (при повному, без просвіту, зіткненні п'яти скоби і торця мікрометричного гвинта нульові штрихи на стеблі і конічній частини барабана повинні збігатися, при цьому прощелківаєт механізм тріскачки);
- При вимірюванні міцно утримувати мікрометр за скобу, щільно, без перекосів, поєднуючи вимірювальні поверхні мікрометра з поверхнями деталі, розмір між якими вимірюється, обертати мікрометричний гвинт до прощелкування механізму тріскачки.

Мікрометри (ГОСТ 6507-90; рис. 1) служать для вимірювання лінійних розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь, глибин отворів, пазів, висоти уступів тощо. Відмінною конструктивною ознакою мікрометрів є наявність у них точного мікрометричного різьбового з'єднання з малим кроком (0,5 мм), яке служить для перетворення малих переміщень гвинта у більші лінійні переміщення на зовнішній циліндричній поверхні барабана (гайки).

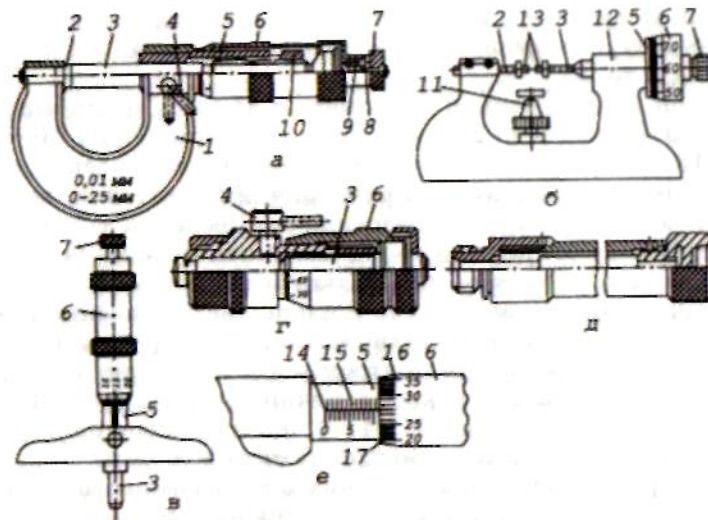


Рис. 1

Результат вимірювання отримують як суму показів основної шкали 15 (рис. 1, е), що нанесена вздовж циліндричної поверхні нерухомої гайки 5 (рис. 1, а) та торцевої поверхні барабана б, який жорстко закріплений на гвинті 3 та разом з ним може рухатися вздовж своєї осі відносно вимірювальної п'ятки 2 скоби 1. Конструкція мікрометричної скоби зображена на рис. 81, а, а пристрій відліку — на рис. 1, е.

Гладкі мікрометричні скоби (рис. 1, а, б) служать для вимірювання розмірів зовнішніх поверхонь, глибиноміри (рис. 1, в) — для вимірювання глибини западин, а мікрометричні нутроміри (рис. 1, г) — для вимірювання внутрішніх поверхонь. П'ятка 2 гладкого мікрометра (рис. 1, а, б), яку часто роблять регульованою, служить для точного виставлення шкали на нульову позначку.

Рекомендують такий порядок налагодження мікрометра на нульовий розмір. Спочатку мікрометричний гвинт закріплюють за допомогою ексцентрикового затискача. Після цього, відпустивши конічну гайку та роз'єднавши барабан б з мікрометричною гайкою 5,

виставляють положення барабана відповідно до нульового значення розміру на коловій шкалі 16 (рис. 1, е) і закручують конічну гайку, з'єднуючи тим самим барабан 6 і мікрометричну гайку 5.

Ручка храпового механізму 7 зі штифтом 8 і пружиною 9 утворюють муфту, що запобігає перевантаженню мікрометричної гвинтової пари. Повертаючи мікрометричний гвинт за допомогою ручки 7, забезпечують величину вимірювальної сили, що тисне на п'ятку, від 5 до 9Н.

Діапазон показів шкали мікрометрів для скоб і глибиномірів (ГОСТ 7470-92) від 0 до 25 мм, а для нутромірів (ГОСТ 10-88) — від 0 до 13 мм. Такий малий діапазон показів зумовлений складністю виготовлення точних мікрометричних гвинтових пар значних повздовжніх розмірів. Збільшення вимірюваних за допомогою мікрометрів розмірів досягають відповідними змінами їх конструкцій, залишаючи сталою вимірювальну мікрометричну головку зі стандартним діапазоном показів. Збільшення діапазонів вимірювання для скоб вимагає відповідного збільшення розмірів їх конструкцій, а для глибиномірів і нутромірів — застосування відповідних подовжувачів 3 для мікрометричних гвинтів (рис. 8.4, в) та стержнів нутромірів (рис. 1, д), що мають спеціальні поверхні для з'єднання їх з мікрометричними головками.

Для настроювання мікрометричних засобів вимірювання з більшими від 25 мм діапазонами вимірювання на початкову позначку шкали їх комплектують спеціальними кінцевими мірами. Для гладких мікрометрів кінцевими мірами є спеціальні стержні, для глибиномірів — спеціальні трубки, а для нутромірів — гладкі мікрометричні скоби. За допомогою спеціальної кінцевої міри налагоджують шкали засобів як на умовну нульову, так і на умовну кінцеву позначки. Це дає змогу за допомогою одної кінцевої міри перекривати розміри 2 x 25 мм = 50 мм. Тому відповідно до стандартів визначений такий ряд діапазонів вимірювання для гладких мікрометричних скоб і глибиномірів: 0...25 мм; 25...50 мм; 50...75 мм; 75... 100 мм; 100...200 мм (з двома кінцевими мірами довжиною 125 мм і 175 мм); 300...2000 мм.

Для нутромірів найменші вимірювані розміри отворів зумовлені конструктивними розмірами мікрометричної головки. Тому діапазони вимірювання для них такі: 50...63 мм; 60-73 мм; до 500...600 мм.

Крім гладких мікрометричних скоб, виготовляють також важільні, зубомірні та інші мікрометри спеціального призначення (для вимірювання товщини листових матеріалів, стінок труб тощо), а деякі зарубіжні фірми виробляють також мікрометри з цифровим відліком або вимірювальними головками. Мікрометри з цифровими шкалами дають змогу зменшити втомлюваність працівників під час багатьох вимірювань, підвищити продуктивність їх праці та точність вимірювання, що пояснюється меншою кількістю помилок у результатах вимірювання.

Допускні похибки мікрометрів встановлені у відповідних стандартах для кожного типу та залежно від класу їх точності. Наприклад, допускна похибка гладких мікрометрів становить від $\pm 0,002$ мм для 1 класу точності та діапазону вимірювання до 100 мм, до $\pm 0,01$ мм для 2 класу точності та діапазону вимірювання 500...600 мм.