

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини

Міра - це ЗВ, призначений для відтворення величини одного або декількох розмірів з необхідною точністю. Розрізняють однозначні, багатозначні міри і набір мір.

Однозначні міри відтворюють ФВ одного розміру.

Багатозначні міри відтворюють декілька однойменних величин різного розміру (масштабні лінійки).

Набір мір - це спеціально підібраний комплект мір, які застосовуються не тільки окремо, а й у різних поєднаннях, з метою відтворення ряду однойменних величин різного розміру.

За конструктивними ознаками міри діляться на штрихові і кінцеві.

Штрихові міри - пластини або диски, на площини яких нанесено штрихи.

Розмір у штрихових мірах визначається відстанню між серединами штрихів.

Штрихові міри довжини - це вимірювальні лінійки, складені метри, рулетки.

Вимірювальну лінійку виготовляють у вигляді сталеві стрічки; на її поверхні наносять одну або дві шкали з ціною поділки 0,5 або 1,0 мм.

Рулетка - це сталеві стрічка, намотана на вісь циліндричного футляра. На поверхні стрічки нанесено штрихову шкалу. Рулетки виготовляють довжиною 1; 2; 5; 10; 20; 30 і 50 м. Їх застосовують у різних галузях народного господарства, там, де не вимагається високої точності вимірювання.

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини випускають у вигляді циліндричних стержнів або прямокутних паралелепіпедів - плиток, довжина яких визначається найкоротшою відстанню між вимірювальними поверхнями.

Головна їх властивість - здатність притиратися, що забезпечується зчепленням молекул мастила, яким покривають міри. Сила зчеплення має найбільше значення при товщині масляної плівки до 0,02 мм.

Абсолютно обезжирені міри з товстим шаром мастила не притираються.

За основний розмір кінцевої міри прийнято її серединну довжину, тобто довжину перпендикуляра, опущеного із середини верхньої вимірювальної поверхні на площину, до якої міру притерла нижня вимірювальна поверхня.

Набори мір комплектують із кінцевих мір. Основна вимога до наборів мір: будь-яке значення довжини в заданих межах має відтворюватися за допомогою не більш як чотирьох-п'яти мір, тому що зі збільшенням числа мір збільшується похибка блока. Так набір № 1 (рис. 1) із 87 кінцевих мір довжиною від 1,005 до 100 мм дає змогу відтворити довжину від 1,005 мм до 340 мм з використанням не більше чотирьох плиток. Застосовують також мікронний набір із 9 мір розмірами 1,001; 1,002; ...; 1,009 мм.



Рис. 1. Набір № 1 плоскопаралельних кінцевих мір довжини

Часто випускають мікронні кінцеві міри від 2 до 2,001 мм через 0,0001 мм для перевірки особливо точних вимірювальних приладів. На кожній кінцевій мірі градуюють її номінальний розмір. Номінальний розмір мір до 5,5 мм наносять на одну із вимірювальних поверхонь, понад 5,5 мм - на бокову неробочу поверхню.

Головним призначенням кінцевих мір довжини є збереження і передача розміру одиниці довжини. Кінцевими мірами перевіряють, калібрують або встановлюють на розмір засоби вимірювань (мікрометр, калібр, індикатор годинникового типу, індикатор важільного типу, синусна лінійка тощо), різні контрольні виробничі шаблони та пристрої. У разі коли немає необхідної довжини кінцевої міри з набору, можна скласти у блок до п'яти

кінцевих мір для отримання необхідного розміру, шляхом «притирання» мір одна до одної так, що вони не розпадаються (злипаються).

За ДСТУ ISO 3650:2009 кінцеві міри довжини виконуються чотирьох класів:

- клас *K* (допуск від 0,05 до 0,15 мкм, залежно від розміру) — для використання у вимірювальних лабораторіях для контролю вимірювальних приладів, повинні мати свідоцтво про калібрування;
- клас *0* (допуск від 0,01 до 0,18 мкм, залежно від розміру) — базові еталонні міри для перевірки робочих кінцевих мір (нижчого класу точності); для калібрування засобів вимірювань високої точності;
- клас *1* (допуск від 0,15 до 0,20 мкм, залежно від розміру) — для перевірки контрольних шаблонів і калібрів, для калібрування довжиномірів та проведення вимірювань у вимірювальних лабораторіях;
- клас *2* (допуск 0,25 мкм, не залежно від розміру) — як встановлювальні та контрольні шаблони вимірювальних приладів нижчої точності, еталони, що замінюють калібрискоби.

Найпоширенішим матеріалом для виготовлення еталонних мір є гартована підшипникова сталь. Дорожчим матеріалом є кераміка на основі циркону, що характеризується високими зносостійкістю, стійкістю до корозії, відсутністю намагнічування. Найбільшу твердість мають плитки виготовлені з карбіду вольфраму, що виконують захисну функцію (комплект 2 плитки товщиною 2 мм) з метою захисту сталевих плиток від зношування. Кінцеві міри виконуються у трьох базових комплектах:

- малий комплект (47 штук);
- середній комплект (76 штук);
- великий комплект (103 штуки).

Аналогічні стандарти діють в інших країнах: європейський стандарт EN ISO 3650:1998, швейцарський SN EN ISO 3650, німецький DIN EN ISO 3650, французький NF EN ISO 3650, польський PN-EN-ISO 3659:2000 тощо.

За ДСТУ ГОСТ 9038-2009 згідно з призначенням КМД поділяються на еталонні та *робочі* міри довжини. Для еталонних мір вказується розряд, для робочих — клас точності. Еталонні КМД призначені для перевірки та калібрування вимірювального інструменту і робочих КМД. Допустимі відхилення розмірів та інші вимоги до еталонних КМД вказані у МІ 1604-87.

Робочі КМД призначені для задавання розмірів при слюсарних роботах. Допустимі відхилення розмірів робочих КМД класів точності 00, 01, 0, 1, 2 та 3 вказані в ДСТУ ГОСТ 9038-2009. КМД класів точності 4 та 5 не виготовляються, ці класи присвоюються зношеним і відновленим КМД на основі таблиць допустимих відхилень, вказаних в МІ 1604-87.

В інших країнах використовуються відмінні методики класифікації КМД, які регламентуються відповідними нормами чи державними стандартами: JIS B 7506-1997 (Японія)/DIN 861-1980 (Німеччина), ASME (США), BS 4311: Part 1: 1993 (Велика Британія), за якими допуск на товщину плиток має однакову величину для усіх товщин і кінцеві міри за величиною допуску класифікуються на:

- AAA — еталонні (англ. *reference*): малий допуск ($\pm 0,05$ мкм), використовуються для встановлення стандартів;
- AA — калібрувальні (англ. *calibration*): допуск від +0.10 до -0.05 мкм; використовуються для калібрування повірочних засобів та високоточних мір;
- A — повірочні (англ. *inspection*): допуск від +0.15 до -0.05 мкм; використовуються як засіб для налаштування інших вимірювальних засобів;
- B — робочі (англ. *workshop*): великий допуск від +0.25 до -0.15 мкм; використовуються як засоби точних вимірювань.

Інші позначення але подібні параметри класів кінцевих мір передбачаються специфікаціями U.S. Federal Specification GGG-G-15C та ANSI/ASME B89.1.9M.

Окрім довжини також нормується плоскопаралельність робочих поверхонь КМД. Контроль площинності вимірювальних поверхонь кінцевих мір довжини проводиться з використанням явища інтерференції по плоскопаралельній скляній пластині, а контроль

паралельності робочих поверхонь за допомогою оптикаторів, інтерферометрів, вимірювальних машин, довжиномірів тощо. Міри, що не відповідають заданій площинності можуть бути відновлені доведенням. Лінійні розміри контролюються за допомогою вимірювальних машин, а також методом Компарування від мір вищого класу (розряду). Мірам, що не відповідають своєму класу може присвоюватись нижчий клас аж до 5-го.

Кінцеві міри довжини виготовляються з хромистої сталі з високими якістю обробки вимірювальних поверхонь і здатністю до притирання (зусилля зчеплення становить від 3 до 8 кгс), але характеризуються відносно низькою зносостійкістю. Кінцеві міри довжини, виконані з високоміцного твердого сплаву за зносостійкістю у 2,5-3 рази перевершують міри, виготовлені з хромистої сталі. Візуально твердосплавні міри на відміну від сталевих мають темно сірий колір і за масою є помітно важчими. Зарубіжні виробники виготовляють кінцеві міри з кераміки (оксид алюмінію, двоокис цирконію, карбід вольфраму тощо), вони відрізняються високою зносостійкістю (у 6-10 разів перевершують сталеві), практично не схильні до корозії, мають малу теплопровідність (це зменшує температурну похибку), істотно легші від сталевих та не намагнічуються. Вартість керамічних мір приблизно у 3-5 разів вища ніж сталевих. Різні матеріали мають неоднакові коефіцієнти лінійного температурного розширення, у сталевих мір він становить 11,5-13 мкм на градус на метр, у твердосплавних — 4,5 мкм/°С•м на метр і у керамічних — 9,5 мкм/°С•м.

Набори кінцевих мір

Вимірювання деталей (справа) за допомогою КМД (зліва) і плоскопаралельних скляних пластин. Інтерференційна картина на поверхні КМД показує різницю розмірів між КМД і деталлю.

Набір додаткових приладь

36 плиток утримуються разом після притирання

Кінцеві міри випускають у вигляді наборів, упакованих у футляри, в яких кожній окремій мірі відведено своє місце, з відповідним вказанням номінального розміру. Градація (крок) розмірів кінцевих мір в наборах — від 0001, потім 0,01; 0,1; 0,5; 1 та 10 мм, що практично дозволяє скласти будь-який розмір з точністю до 1 мкм. При наборі кінцевих мір в блоки слід прагнути до мінімальної кількості плиток (мір).

Сталеві та твердосплавні кінцеві міри довжини поставляються наборами, серед яких поширеними є::

- № 1 з 83 шт., класи точності 0, 1, 2. Зустрічаються набір № 1 з 87 шт. — чотири додаткові міри є захисними боковими для формування блоків);
- № 2 з 38 шт., класи точності 0, 1, 2;
- № 3 з 112 шт., класи точності 0, 1, 2;
- № 4 з 10 шт., класи точності 0, 1, 2 тощо.

Розрахунок кількості плиток слід починати з підбору найменших за розміром. Притирання промитих бензином або вайт-спіритом плиток роблять у зворотному порядку: беруть спочатку плитку найбільшого розміру, потім наступну за довжиною і, нарешті, найменшу міру. На кінцях зібраного блоку притирають захисні бокові міри з врахуванням їх розміру у блоці.

Для формування блоків та надійного фіксування використовуються набори приладь. За ГОСТ 4119-76 випускаються декілька видів таких наборів:

- набір стяжок (тип ПК-0), для блоків, що складаються з мір понад 100 мм з отворами у бокових гранях;
- повний (тип ПК-1), для вимірювань зовнішніх та внутрішніх розмірів до 320 мм;
- малий (тип ПК-2), для вимірювань зовнішніх і внутрішніх розмірів до 160 мм;
- розмічальний (тип ПК-3), для розмічальних робіт разом з повним або малим вимірювальним набором.

На міри у формі паралелепіпеда розміром понад 100 мм наносяться дві насічки розташовані від вимірювальних граней на відстані з коефіцієнтом 0,21 від номінального розміру і вказують на місця опори. Базування розраховане на мінімізацію можливого прогину при встановленні у горизонтальному положенні.

Притирання

Притиранням при використанні КМД називають ефект прилипання двох плиток з плоскими відполірованими гранями. Притирання видаляє все повітря між гранями і плитки стискаються атмосферним тиском. Поверхневий натяг залишків промивної рідини і міжмолекулярної взаємодії матеріалу плиток збільшує силу стиснення.

Здатність плиток КМД до притирання є обов'язковою вимогою. Втрата цієї властивості означає недопустимий знос поверхонь.

Не слід плутати притирання КМД із співзвучним технологічним процесом притиранням поверхонь, як виду чистового абразивного оброблення.

Найпростіші інструменти

До них відносяться в основному безшкальні інструменти, використовувані для візуальних порівняльних оцінок та оцінок “по фарбі” відхилень форми, наприклад відхилення від плоскості. До них належать *повірочні* та вимірювальні лінійки, перевірочні плити та зразки шорсткості поверхні.

Повірочні лекальні лінійки застосовуються для контролю прямолінійності на просвіт чи за допомогою щупа.

Щупи являють собою набори лез номінальної товщини від 0,02 до 1 мм.

Вимірювальні (масштабні) лінійки є металічні лінійки з нанесеними на них штрихами через 1, 10, 100 мм.

Перевірочні косинці 90° призначені для контролю кутів на просвіт, а також для лекальних та слюсарних робіт.

Синусна лінійка призначена для непрямих вимірів кутів шаблонів та конусів.

Повірочні плити застосовують для контролю площинності за методом плям “на фарбу”.

Зразки шорсткості поверхні – служать для візуального контролю шорсткості поверхні деталей. Однак на виробництві звичайно використовують зразкові по шорсткості деталі.

Гладкі калібри та їх допуски

1. Класифікація гладких калібрів та їх конструкція.

Калібрами називають безшкальні інструменти, призначені для контролю розмірів, форми і розташування поверхонь деталей. Калібри бувають граничні і нормальні.

На ранніх етапах розвитку принципів взаємозамінності, коли формувалась система допусків і посадок, контроль розмірів здійснювався за допомогою нормальних калібрів.

Нормальними калібрами називають точні шаблони, що призначені для контролю складних профілів, наприклад евольвентних. В даний час нормальні калібри використовуються в промисловому виробництві в основному у вигляді шаблонів під час обробки криволінійних контурів і фасонних поверхонь в інструментальному виробництві, технологічному оснащенні ливарних і штампувальних виробництв і ін. Про придатність деталей судять по рівномірності зазору між профілем, що перевіряється, та робочим профілем нормального калібру.

Суть контролю нормальними калібрами полягає в тому, що для контролю валів виготовляється один калібр-кільце, до якого слід підігнати (припасувати) оброблюваний вал так, щоб калібр-кільце проходив вал плавно. Аналогічно для контролю отворів виготовляється один калібр-пробка, до якого повинен бути підігнаний оброблюваний отвір так, щоб калібр-пробка проходив через отвір плавно. Таким чином дійсні розміри калібр-пробки і калібр-кільця повинні забезпечувати необхідний характер з'єднання - посадку, передбачену робочими кресленнями до виробу, деталі котрого потребують контролю.

Істотними недоліками нормальних калібрів є низька продуктивність, потреба у високій кваліфікації працівників, відсутність об'єктивності контролю.

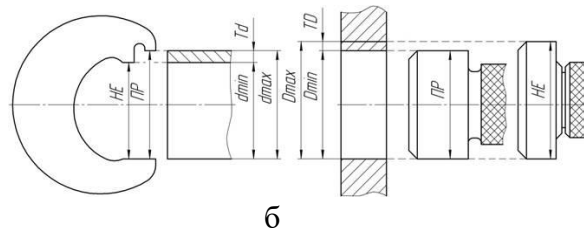
Граничні калібри дозволяють проконтролювати відповідність отриманих під час перевірки розмірів встановленим межам допуску.

Зазвичай для утворення стандартних посадок такий контроль гарантує якісне з'єднання деталей.

Граничні калібри використовують для перевірки розмірів гладких циліндричних, конусних, різевих і шліцьових поверхонь деталей, висоти виступів і глибини западин, якщо на розміри, що перевіряються, встановлені допуски не точніше **IT6**.

До переваг граничних калібрів відносяться довговічність, а також простота і достатньо висока продуктивність контролю. Не дивлячись на ряд недоліків (складність виготовлення калібрів та ін.) граничні калібри широко застосовують у масовому, крупносерійному та індивідуальному виробництвах.

Досить поширеного застосування граничні калібри набули для контролю циліндричних валів та отворів: вали перевіряють калібр-скобами (Рис. 1а), отвори – калібр-пробками (Рис. 1б).



а

б

Рис. 1. Контроль розмірів циліндричних поверхонь гладкими граничними калібрами

2. Жорсткі калібри, та калібри, що регулюються.

До калібрів-пробок відносяться: пробки двосторонні з циліндричними вставками від 1 до 3 мм (Рис. 2а) і зі вставками з конічним хвостовиком від 1 до 50мм (Рис. 2б); пробки з циліндричними насадками від 3 до 100мм (Рис. 2в); пробки неповні від 50 до 150мм (Рис. 2г).

До калібрів-скоб відносяться скоби листові односторонні від 1 до 180мм (Рис. 3а) і двосторонні від 1 до 50мм; скоби штамповані односторонні від 3 до 50мм (Рис. 3б), двосторонні від 3 до 100мм (Рис. 3в) і односторонні з ручкою від 50 до 170мм (Рис. 3г).

Перевагу віддають одностороннім граничним калібрам. Вони скорочують час контролю виробів і витрату матеріалу. Застосовують також регульовані скоби (зі вставними і пересувними губками), які дозволяють компенсувати спрацювання і можуть бути налаштовані на різні розміри, що відносяться до певних інтервалів. Проте, в порівнянні з нерегульованими скобами, вони мають меншу точність і надійність і зазвичай застосовуються для контролю розмірів з допусками не точніше **IT8**.

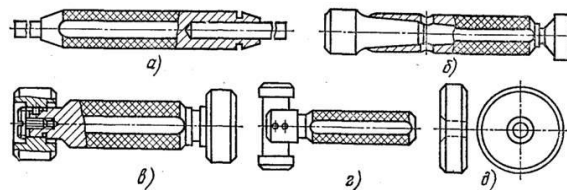
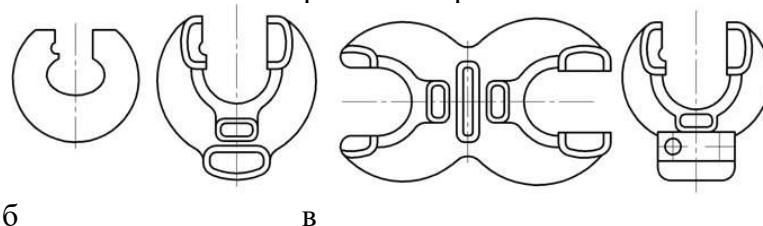


Рис. 2. Основні типи конструкцій гладких граничних калібр-пробок: а – дво-стороння з циліндричними вставками; б – двостороння зі вставками з конічним хвостовиком; в – двостороння з циліндричними насадками; г – одностороння неповна; д – контр-калібр для контролю калібр-скоб



а

б

в

г

Рис. 3. Основні типи конструкцій гладких граничних калібр-скоб: а – листові одностороння жорстка; б - штампована одностороння жорстка; в - штампована двостороння жорстка; г - штампована одностороння жорстка з ручкою

За призначенням граничні калібри поділяють на робочі, приймальні і контрольні. Робочі калібри (прохідний *ПР* і непрохідний *НЕ*) призначені для контролю деталей в процесі їх виготовлення. Їх використовують робітники і контролери ВТК заводу-виготівника. У останньому випадку застосовують частково спрацьовані калібри *ПР* і нові калібри *НЕ*. Приймальні калібри (прохідний *П-ПР* і непрохідний *П-НЕ*) застосовують для прийомки деталей представниками замовника. Як правило, приймальними калібрами служать спрацьовані прохідні і нові непрохідні робочі калібри, щоб не бракувалися деталі, правильно виготовлені і прийняті по робочих калібрах. У ЄСДП СЄВ приймальні калібри не передбачені, але можуть вводитися галузевими стандартами.

Контрольні калібри *К-І* мають форму шайб (Рис. 2д) і призначені для контролю спрацювання прохідних робочих калібрів-скоб, а також для налаштування регульованих калібрів-скоб. Не зважаючи на малі допуски, контрольні калібри не завжди забезпечують достатню точність перевірки, і замість них краще використовувати кінцеві міри довжини або універсальні вимірювальні прилади.

Калібри виготовляють з інструментальних або вуглецевих сталей з подальшим цементуванням (У10А, У12А, 10, 15 і ін.). Твердість робочих поверхонь гладких калібрів знаходиться в межах HRC 56-64. Для підвищення зносостійкості і зниження витрат на виробництво застосовують твердосплавні скоби і пробки (ГОСТ 16775-71; ГОСТ 16780-71), зносостійкість яких в 50-150 разів вище за зносостійкість сталевих калібрів, і в 25-40 разів вище за зносостійкість хромованих калібрів при збільшенні вартості лише в 3-5 разів.

Під час конструювання граничних калібрів для гладких, різбових і інших поверхонь деталей необхідно дотримуватись принципу подібності (принцип Тейлора), суть якого можна сформулювати наступним чином: 1) оскільки прохідний калібр контролює відхилення розміру і форми деталі, що перевіряється, то він повинен мати форму цієї деталі; 2) оскільки непрохідний калібр контролює тільки відхилення розміру, то він повинен мати точковий контакт з поверхнями деталі, що перевіряється.

Граничними калібрами одночасно контролюють всі зв'язані розміри і відхилення форми деталі, а також перевіряти, чи знаходяться відхилення розмірів і форми поверхонь деталей в полі допуску. Таким чином, виріб вважається придатним, якщо похибка розміру, форми і розташування поверхонь знаходяться в полі допуску.

Під час маркування на калібр наносять номінальний розмір деталі, для якого призначений калібр, буквене позначення поля допуску розміру деталі, граничні відхилення розміру деталі в міліметрах (на робочих калібрах), тип калібру (*ПР*, *НЕ*, *К-І*: *К-ПР*, *К-НЕ*) і товарний знак заводу-виготовлювача (рис. 4).



Рис. 4. Загальний вигляд та маркування двосторонньої повної калібр-пробки

Таблиця 1.

Шорсткість вимірювальних поверхонь калібрів

Вид калібру	Виріб, що підлягає контролю		Параметр шорсткості Ra за ГОСТ 2789-73, мкм, для діаметрів	
	Квалітет	Клас точності	від 0,1 до 100 мм	понад 100 до 360 мм
Калібр-пробка	6	1	0,04	0,08
	7-9	2-3	0,08	
	10-12	3а-5	0,16	0,32
	13 і грубіше	6 і грубіше	0,32	
Калібр-скоба	6-9	2-3	0,08	0,16
	10-12	3а-5	0,16	

	13 і грубіше	6 і грубіше	0,32	0,32
Контрольний калібр	6-9	2-3	0,04	0,08
	10 і грубіше	3а і грубіше	0,08	0,16

3. Калібри для контролю глибин і висот уступів. Інші види калібрів.

Для контролю розмірів пазів (шпонкових) використовуються калібри пазові за ГОСТ 24121-80 для розмірів понад 3 до 50 мм. Цей стандарт поширюється на поелементні калібри для контролю шпонкових пазів на валах і втулках за ГОСТ 23360-78, ГОСТ 24068-80 і ГОСТ 24071-80.

Розміри і граничні відхилення калібрів повинні відповідати значенням, зазначених на ескізі (рис. 5.), а технічні вимоги – за ГОСТ 2015-84

Умовні позначення калібрів повинні складатися з назви калібру, позначення, коду поля допуску та позначення стандарту.

Приклад умовного позначення калібру для контролю паза $b=6N9$ за ГОСТ 23360-78: калібр 8154-0221 5 ГОСТ 24121-80. Допускається замість коду вказувати позначення поля допуску паза втулки. Маркувати: позначення і код поля допуску (наприклад, 8154-0221 5), номінальний розмір b з позначенням поля допуску паза, цифрові величини граничних відхилень, позначення призначення сторін (ПР, НЕ) і товарний знак.

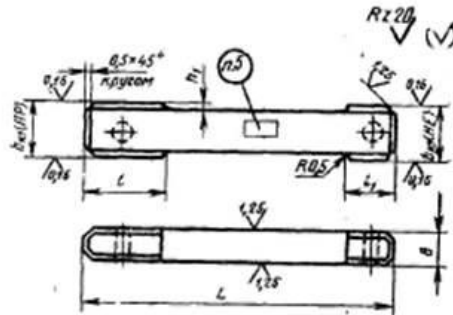


Рис. 5. Калібр для контролю розмірів пазів

Для контролю правильності розмірів виробів, зокрема глибин і висот уступів, на виробництві застосовують граничні калібри відповідно до ГОСТ 2534-77. Цей стандарт поширюється на граничні калібри для контролю глибин і висот уступів розмірами від 1 до 500 мм з допусками від 11 до 17 квалітетів за ГОСТ 25346-89. Стандарт відповідає ГОСТ 24853-81 в частині допусків і граничних відхилень гладких калібрів.

Калібри, що застосовуються для перевірки правильності розмірів виробів в процесі їх виготовлення, називаються робочими калібрами. Калібри, що застосовуються для перевірки правильності розмірів виробів представниками замовника, називаються прийомними калібрами.

4. Контроль розмірів та правила використання калібрів.

Розміри вимірювальних поверхонь граничних калібрів (відстані між вимірювальними губками калібрів-скоб і діаметри вимірювальних вставок калібрів-пробок) призначають за відповідним граничним розмірам валів, що підлягають перевірці, та отворів. Таким чином, при контролі валів придатними вважаються ті, які проходять в розчин губок $\overset{+}{I} D = d_{max}$, і не проходять в розчин губок $\overset{-}{I} A = d_{min}$; при контролі отворів придатними вважаються ті, в які проходить вставка $\overset{+}{I} D = D_{min}$, і не проходить вставка $\overset{-}{I} A = D_{max}$. Відповідно до цього, сторони калібрів ділять на прохідні (ПР) і непрохідні (НЕ). Деталі, які не проходять через прохідні сторони калібрів, відносяться до поправного браку, а деталі, які проходять через непрохідні сторони – до непоправного.

Правила використання калібрів за ГОСТ 24851-81. Калібр-пробка гладкий прохідною стороною повинен вільно проходити через отвір під дію власної ваги або певного зусилля. Калібр-пробка гладкий непрохідною стороною, як правило, не повинен входити в отвір під дію власної ваги або певного зусилля, в крайньому випадку, закушувати.

Правила контролю розмірів калібрами. Під час контролю розмірів отвору або валу прохідним калібром, якщо відсутні спеціальні угоди, робітнику слід користуватися новим прохідним калібром, а контролеру підприємства-виготовлювача і представникові замовника частково зношеним калібром. Цей калібр повинен бути вилучений з використання, коли його спрацювання досягне межі, встановленої в ГОСТ 24853-81 (Калібри гладкі для розмірів до 500 мм. Допуски).

Під час контролю отвору або валу непрохідним калібром робітнику слід користуватися калібром з розміром, близьким до найменшого граничного розміру для калібр-пробки і найбільшому граничному розміру для калібр-скоби (кільця). Цей калібр повинен бути вилучений з використання, якщо його спрацювання досягне межі, встановленої в ГОСТ 24853-81.

Контролеру підприємства-виготовлювача і представникові замовника слід користуватися калібром з розмірами, близькими до найбільшого граничного розміру для калібру-пробки і найменшого граничного розміру для калібру-скоби (кільця).

Перевірка правильності визначення розмірів виробів повинна здійснюватися калібрами з розмірами, близькими до межі спрацювання прохідного калібру і до межі поля допуску нового непрохідного (найменшого для калібр-скоби (кільця) і найбільшого для калібр-пробки).

Засоби вимірювання лінійних розмірів і шорсткості поверхонь

Вимірювальні засоби, що використовують у машинобудуванні, ділять на наступні основні групи: калібри, кінець і штрихові міри довжини, універсальні засоби, спеціальні засоби та автоматичні засоби. У цій роботі розглядаються найпростіші універсальні засоби вимірювань.

Штангенінструмент

До штангені інструменту відносять вимірювальні інструменти з лінійним ноніусом. Штангенциркулі широко використовують для виміру зовнішніх і внутрішніх розмірів, а також для розмітки заготовок. Штангенглибиноміри служать для виміру відстаней між двома площинами, глибин пазів, глухих отворів, довжин і висот східчастих деталей.

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1.1,а) має двостороннє розташування вимірювальних губок 1 і 2. Верхня пара служить для виміру внутрішніх розмірів, нижня - зовнішніх. При вимірі як внутрішніх, так і зовнішніх розмірів відлік ведеться від нуля. Штангенциркуль типу ШЦ-2 (рис. 1.1, б) також має двостороннє розташування вимірювальних губок. Нижні губки використовують для вимірювань, а верхні - служать як для виміру зовнішніх розмірів, так і для розмітки.

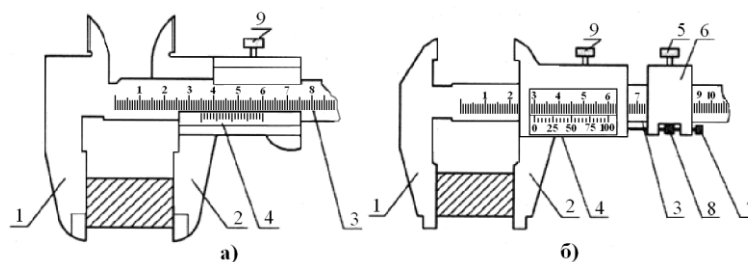


Рис. 1.1- Визначення розміру за допомогою штангенциркуля

Штангенциркулі складаються зі штанги 1 з однією або двома непорушними губками, рухливої рамки 2, що також має одну або дві губки. На штанзі нанесена міліметрова шкала 3. Відліковим пристроєм у штангені інструментах є лінійний ноніус 4. Ноніусом називається спеціальна шкала, що доповнює масштаб звичайної шкали і дозволяє підвищити точність вимірювань. Він використовується для визначення дробових часток інтервалу розподілів основної шкали і закріплень на нерухомій рамці 2. 5 при відпущеному гвинті 9 гайкою 8 здійснюється плавне переміщення рамки. Після залишкової установки інструмента рамка 2 стопориться за допомогою винта 9.

На рис. 1.2 наведений приклад відліку показань за ноніусом.

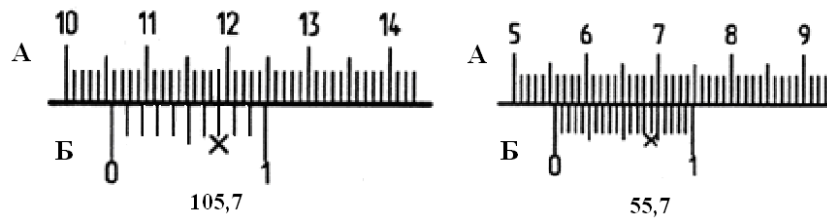


Рис. 1.2- Приклади відліку показань: А – основна шкала; Б – ноніус

Відлік починають із визначення цілого числа міліметрів, укладеного між нульовими розподілами штанги та ноніуса. Дробова частка міліметра фіксується за порядковим номером штриха шкали ноніуса, яка найбільш точно співпадає зі штрихом основної шкали.

Ціна поділок ноніуса штангені інструменту 0,05 та 0,1 мм. Погрішність вимірювань нормують у межах величини відліку.

Штангенциркулі (ДСТ 166-73) мають діапазони вимірювань 0-125; 0-160; 0-250; 0-400...; 800-2000 мм, штангенглибиноміри (ДСТ 162-73) – до 400 мм.

Мікрометричний інструмент

До мікрометричних інструментів відносять мікрометри, мікрометричні глибиноміри та нутроміри (штихмаси).

Мікрометри по ДСТ 0507-78 виготовляються з плоскими губками для вимірювання зовнішніх розмірів виробів з діапазонами вимірювань 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-125 і т. до 600 мм і зі округленими губками - трубні для вимірювання товщини стін труб з діапазонами вимірювань 0-25 мм. Існують зубом ірні мікрометри для контролю за тривалістю загальної нормалі зубчастих коліс з модулем від 1 мм; діапазони вимірювань 0-25; 25-50, 50-75, 75-100 мм, мікрометри для проволочки з діапазоном вимірювань 0-10 мм та інші.

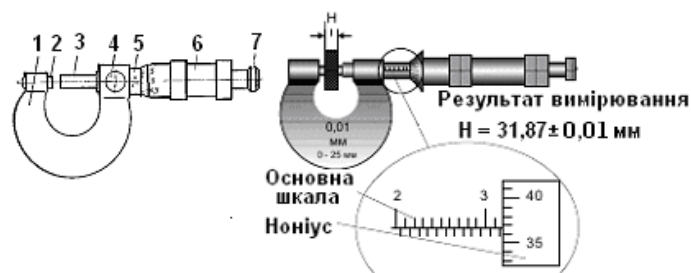


Рис. 1.3– Мікрометр і приклад відліку показань

Принцип дії цих інструментів підстав для використання гвинтової пари перетворення обертального руху мікрогвинта в поступальний. У скобі 1 (рис. 1.3) запресовано неподвижну п'ятку 2 і вставлене стебло 5, всередині якого з одного боку мається мікрометрична різьба з кроком 0,5 мм, а з другої – циліндричний отвір, що забезпечує точне переміщення винта 3. На винт насаджено барабан 6, поєднаний із тріщоткою 7, яка забезпечує постійне зусилля при вимірюваннях. Стопор 4 служить для фіксації винта у необхідному положенні. Приклад зчитування показу вимірювання мікрометром показано на рис. 1.3.

Підрахунок вимірювань здійснюється за допомогою двох шкал – протяжної на стеблі 5 і кругової на барабані 6. Продольна шкала має два ряди штрихів через 1 мм по обидві сторони горизонтальної лінії, які зрушили один відносно іншого на 0,5 мм. Ці ряди утворюють одну протяжну шкалу за ціною поділки 0,5 мм, що дорівнює кроку винта. Кругова шкала зазвичай має 50 поділок. По верхній протяжній шкалі відраховують цілі міліметри, по нижній – половинки (0,5 мм), а по круговій шкалі – десяті та соті долі міліметра.

Випускаються мікрометри з цифровим підрахунком вимірювань, які також засновані на механічному принципі дії.

Мікрометричні нутроміри. Мікрометричний нутромір (штихмас) показано на рис. 1.4 а. Він складається зі стебла 5, мікрометричного винта 9, з'єданого з корпусом барабана 6 гайкою 8. Один кінець винта є вимірювальним наконечником. Мікрогвінт закріплюється стопором 4, що обертається в корпусі гільзи 3. На різьблення наконечника 1 накручується запобіжна гайка 2.

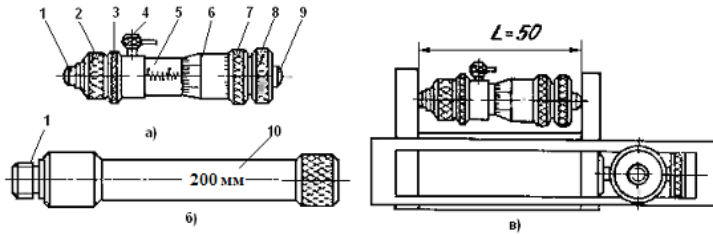


Рис. 1.4- Мікрометричний нутромір (штихмас)

При необхідності збільшення розмірів штихмаса використовують калібровані підовжувачі 10, один із яких показано на рис. 1.4 б. При вимірюваннях нерухомий наконечник приставляють до стінки відвернення, а рухомий – переміщують обертанням кільця 7 до початку торкання з протилежною стінкою відвернення. Нутроміри не мають тріщоток і тому щільність контакту визначається на ощупь. Встановлення інструменту на нуль показано на рис. 1.4 ст. Ціна поділок – 0,01 мм. Похибка вимірювань зростає зі збільшенням розмірів, що вимірюються.

Штихмаси випускаються за межами вимірювань від 50 до 10000 мм.