

Штрихові міри довжини виготовляють у вигляді брусків чотирьох типів з різними формами поперечного перерізу. Однозначні заходи мають два штриха на краях бруса. Шкали багатозначних мір можуть мати ділення шкали 1 дм, 1 см, 1 мм, 0,2 мм і 0,1 мм на всій довжині або на її окремих ділянках. Шкали наносять на нейтральній площині заходів або на верхній або бічній поверхні заходів (в залежності від типу заходи).

Брусків штрихові міри довжини застосовують для вимірювання лінійних розмірів і переміщень, як шкал приладів і верстатів, а також в якості зразкових засобів вимірювань при перевірці мір довжини, вимірювальних лінійок, шкал приладів, верстатів, машин і лінійних перетворювачів.

Загальну довжину і ціну поділки шкали штрихових заходів перевіряють шляхом порівняння з зразковими штриховими заходами на спеціальних оптичних приладах - компараторах, які мають відлікові мікроскопи з ціною поділки 0,001 мм.

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.

Кінцева міра довжини (КМД, плоскопаралельні кінцеві міри довжини, плитки Йогансона) — міра довжини від 0,5 до 1000 мм, виконана у формі прямокутного паралелепіпеда або круглого циліндра, з нормованим розміром між вимірювальними площинами.

Головним призначенням кінцевих мір довжини є збереження і передача розміру одиниці довжини. Кінцевими мірами перевіряють, калібрують або встановлюють на розмір засоби вимірювань (мікромметр, 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^[2] 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 калібри-скоби.

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^[3].

За ДСТУ ГОСТ 9038-2009^[4] 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 1604-8.

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:

- ААА — еталонні (англ. *reference*): малий допуск ($\pm 0,05$ мкм), використовуються для встановлення стандартів;
- АА — калібрувальні (англ. *calibration*): допуск від +0.10 до -0.05 мкм; використовуються для калібрування повірочних засобів та високоточних мір;
- А — повірочні (англ. *inspection*): допуск від +0.15 до -0.05 мкм; використовуються як засіб для налаштування інших вимірювальних засобів;
- В — 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

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^[8]:

- 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.

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 притирання поверхонь, як виду чистового абразивного оброблення.

Калібр — безшкальний засіб вимірювальної техніки, призначений для контролю, який відтворює геометричні параметри елементів виробу, що визначаються заданими граничними лінійними чи кутовими розмірами, і який контактує з елементом виробу поверхнями, лініями чи точками

На відміну від штангенінструментів, мікрометрів та інших універсальних засобів вимірювання, калібрами не можна вимірювати дійсні розміри деталей та визначати їх числові значення. Калібри служать тільки для перевірки граничних розмірів деталей і визначення придатності як розмірів деталей, так і самої деталі. За допомогою калібрів з'ясовують виходить

чи не виходить розмір, що перевіряється, за нижню або верхню границю розміру, тобто чи знаходиться дійсний розмір у полі допуску.

Види калібрів

За областю використання калібри поділяють на:

- робочі, які застосовують для контролю виробів під час їх виготовлення на робочому місці;
- приймальні, з якими працюють працівники ВТК (відділ технічного контролю) при прийомі виробів;
- контрольні, які використовуються для контролю робочих калібрів і регульованих калібрів-скоб;
- установчі, які використовують для установки на заданий розмір регульованих калібрів і вимірювальних засобів.

За видами контролюючих поверхонь розрізняють:

- калібри-пробки;
- калібри-скоби;
- калібри-кільця;
- калібри-втулки.

За видом контрольованого розміру калібри бувають *нормальні* й *граничні*.

Нормальні калібри

Нормальними називають калібри, що відтворюють заданий лінійний чи кутовий розмір і форму контрольованих елементів деталей. Нормальний калібр-шаблон застосовується для перевірки складних профілів.

Граничні калібри

Граничний калібр — калібр, який відтворює прохідну та/чи непрохідну межу геометричних параметрів елементів виробу^[1]. Граничні калібри мають два робочі розміри: один відповідає найбільшому граничному розміру, другий — найменшому граничному розміру. Один із зазначених розмірів називається прохідним (ПР), інший — непрохідним (НЕ). Граничні калібри бувають односторонніми і двограничними.

Двограничний калібр — калібр, робочі поверхні якого мають геометричні параметри, які відповідають прохідній та непрохідній межах. Двограничні калібри за розміщенням робочих поверхонь бувають односторонніми і двосторонніми.

Односторонній калібр — калібр, робочі поверхні якого мають геометричні параметри, які відповідають прохідній або непрохідній межі

Граничними калібрами контролюють гладкі циліндричні, конусні поверхні, нарізні і шліцьові з'єднання, висоти виступів і глибини западин. Види граничних калібрів: калібр-скоба, калібр-пробка, різьбовий калібр-пробка, різьбовий калібр-кільце і т. д.

Граничні калібри застосовують для контролю отворів (пробки) і валів (скоби).

Калібри-пробки для отворів, бувають наступних конструкцій:

- пробки із вставками із дроту для контролю отворів діаметром від 1 до 3 мм;
- двосторонні пробки, що мають вставки короткими хвостовиками для контролю отворів діаметром від 1 до 50 мм;
- для контролю отворів діаметром від 30 до 100 мм використовують односторонні пробки;
- для контролю отворів діаметром більшим за 50 мм використовують пробки із неповним профілем;
- контроль розмірів від 250 до 1000 мм здійснюють штихмасами.

Калібри-скоби виготовляють одно- і двосторонніми з листових заготовок або штампованими. Крім жорстких калібрів-скоб, промисловість випускає і регульовані скоби (важільні). Калібри-скоби для контролю валів мають наступні конструкції:

- скоба листовая одностороння від 1 до 180 мм;
- листовая двостороння від 1 до 50 мм;
- скоба штампована двостороння від 3 до 100 мм;
- скоба регульована (вище за 8-ий квалітет) від 0 до 340 мм.

Придатність деталі перевіряють послідовним сполученням прохідного і непрохідного калібрів з деталлю. Деталь вважають придатною, якщо прохідний калібр під дією власної ваги

або зусилля проходить, а непрохідний не проходить по контрольованій поверхні деталі. У цьому випадку дійсний розмір деталі перебуває між заданими граничними розмірами. Якщо прохідний калібр не проходить, деталь можна поправити, а якщо непрохідний проходить, деталь є непоправним браком, тому що розмір такого вала менший за найменший граничний розмір, а розмір такого отвору більший від найбільшого допустимого граничного розміру

Вимоги до виготовлення калібрів

Матеріали для виготовлення калібрів:

- інструментальна легована сталь ХВГ, ШХ6, ШХ15;
- інструментальна вуглецева сталь У8.

З метою підвищення (до 5 раз) зносостійкості калібри хромують або, у випадку скоб, оснащують вставками із твердих сплавів.