

Хмельницький національний університет

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРИ

*Методичні вказівки до лабораторних робіт
для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»*

*Затверджено на засіданні
кафедри трибології, автомобілів
та матеріалознавства.
Протокол № 5 від 05.02.2020*

Хмельницький 2020

Взаємозамінність, стандартизація та технічні виміри : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О. М. Маковкін, О. В. Диха, О. П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2020. – 47 с.

Укладачі: Маковкін О. М., канд. техн. наук, доц.;
Диха О. В., д-р техн. наук, проф.;
Бабак О. П., канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск: Диха О. В., д-р техн. наук, проф.

Редактор-коректор: Яремчук В. С.

Технічне редагування і верстка: Чопенко О. В.

Макетування та друк здійснено редакційно-видавничим відділом Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1). Підп. до друку 21.02.2020. Зам. № 20/20, тир. 100 прим., 2020.

© ХНУ, 2020

Вступ

На основі загальних понять важливе місце визначає комплекс питань з якості машин та механізмів. Раціональне їх вирішення значною мірою залежить від рівня підготовки та знань спеціалістами стандартизації, взаємозамінності і метрології. Дисципліна «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» є однією зі спеціальних дисциплін, яка займає провідне місце у підготовці бакалаврів спеціальності «Автомобільний транспорт».

Мета дисципліни – ознайомлення студентів з теоретичними питаннями точності геометричних параметрів деталей машин та приладів, розрахунком і вибором допусків та посадок різних видів з'єднань з врахуванням основних положень взаємозамінності та стандартизації. Освоюючи дисципліну, студент вивчає основні універсальні прилади, інструменти та методи вимірювання геометричних параметрів деталей із застосуванням активних та автоматичних засобів їх контролю, державну систему стандартизації, засоби управління якістю продукції.

Об'єктом вивчення дисципліни є деталі, вузли та агрегати автомобільного транспорту.

Предмет дисципліни: знання основ застосування вимірювального інструменту для встановлення реальних та ремонтних розмірів деталей автомобільного транспорту.

Завдання дисципліни:

- надати теоретичні знання і практичні навички роботи з вимірювальними приладами при ремонті деталей автомобільного транспорту;
- навчити читати робочі креслення, призначати посадки та шорсткість поєднуваних деталей.

Результати навчання. Студент, який завершив вивчення дисципліни, повинен призначати допуски і посадки типових з'єднань деталей машин; проставляти на кресленнях вимоги до точності виконання розмірів, форми і розташування поверхонь деталей; здійснювати контроль технологічних процесів металообробки, якості заготовок і продукції; вимірювати геометричні параметри деталей і встановлювати їх похибку; розраховувати і призначати допуски та посадки типових з'єднань деталей машин; аргументувати вимоги до точності виконання розмірів, форми та розташування поверхонь деталей; використовувати сучасні методи контролю технологічних процесів металообробки, якості заготовок і продукції.

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні виміри».

Всі роботи розташовані в порядку їхнього виконання та побудовані за одною схемою. Спочатку дається завдання на виконання роботи, потім описуються принцип дії приладу, його конструкція та схема вимірювання. Далі викладаються прийоми і порядок виконання завдань.

В останній частині лабораторної роботи наведені вимоги до звіту, який зазвичай займає дві–три сторінки й виконується студентом в зошиті або на окремих аркушах. У звіті формулюється тема і мета роботи, основні теоретичні відомості, за необхідності виконуються елементи практичної частини роботи: заносяться табличні результати, будуються необхідні поля допусків і робиться висновок щодо придатності деталей або калібрів, що сприяє більш глибокому засвоєнню лекційного матеріалу. Завершується звіт відповідями на контрольні питання. При оформленні звіту опис кожної роботи рекомендується починати з нової сторінки.

Виконуючи практичну частину лабораторної роботи, необхідно звернути увагу на методи та умови виконання операцій, технічні вимоги до кожної операції, нормативно-технічну документацію тощо.

Кожну роботу після її виконання студент захищає. По завершенні лабораторного курсу оформляється загальний звіт, в який включають окремі звіти з кожної роботи.

Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт

Лабораторні роботи виконують на різних вимірювальних приладах та інструментах, частина яких живиться від електричної мережі

змінного струму, напругою 220 В, тому з метою забезпечення безпечної роботи в процесі лабораторних занять студенти зобов'язані:

- 1) пройти інструктаж з безпечних прийомів роботи та обслуговування всіх видів вимірювальних приладів та інструментів;
- 2) працювати тільки на тих приладах, які призначені для проведення заданої лабораторної роботи;
- 3) перевірити справність приладів і оснащення для кріплення деталей при вимірюваннях;
- 4) повідомити викладача або навчального майстра про виявлені несправності в механічних частинах приладів, а також про ушкодження електромережі;
- 5) не застосовувати надлишкових зусиль при переміщенні деталей приладів;
- 6) утримувати робоче місце в чистоті та порядку;
- 7) зробивши виміри, обов'язково завірити їх правильність підписом викладача;
- 8) по закінченні вимірювань необхідно вимкнути прилади з мережі.

Студентам категорично забороняється:

- переносити прилади із закріплених робочих місць;
- переміщати деталі приладів, не ознайомившись попередньо із конструкцією приладу за описом;
- вмикати освітлення приладу, поки навчальний майстер не перевіряв правильність схеми включення його в електромережу;
- користуватися пускачами, кнопками з відкритими кришками, розбитими штепсельними розетками тощо;
- доторкатися оголених струмоведучих проводів, а також виправляти самостійно виниклі несправності в електромережі;
- використовувати прилади та лабораторне оснащення не за призначенням.

Критерії оцінювання вмінь та знань студентів

Середній рівень (оцінка «*задовільно*») передбачає вміння правильно розв'язувати поставлені задачі за прикладом, тобто за готовою логічною схемою знаходження правильного розв'язку та вибору необхідних значень із таблиць та графіків.

Достатній рівень (оцінка «*добре*») передбачає розв'язування стандартних задач із застосуванням набутих теоретичних знань з елементами допомоги викладача.

Високий рівень (оцінка «*відмінно*») передбачає розв'язання нестандартних задач із застосуванням набутих знань теоретичного курсу, без допомоги викладача.

Захист лабораторної роботи проводиться усно або письмово за попереднім погодженням із студентом у присутності групи студентів.

Лабораторна робота 1.

Вимірювання плоскопаралельними кінцевими мірами довжини

Мета та завдання роботи:

1. Ознайомитися з плоскопаралельними кінцевими мірами довжини.
2. Визначити номінальний розмір прохідної (ПР) і непрохідної (НЕ) сторін скоби.
3. Виміряти прохідну та непрохідну сторони скоби кінцевими мірами довжини.

1.1. Основні визначення, розміри та правила складання блоку

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини представляють собою прямокутні сталеві бруски (рис. 1.1), розмір яких визначається відстанню між двома робочими площинами за температури 20 °С.

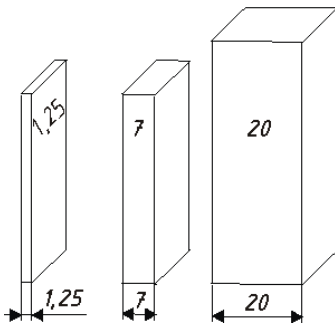


Рис. 1.1

Згідно з ДСТУ ГОСТ 9038:2008 за довжину кінцевої міри приймають довжину перпендикуляра, опущеного з однієї вимірювальної поверхні на таку саму протилежну. Різниця між найбільшою і найменшою довжинами кінцевої міри визначає величину відхилення від її плоскопаралельності, а найбільша за абсолютним значенням різниця між довжиною міри в будь-якій точці та номінальній довжині приймається за величину відхилення довжини міри від номінального розміру.

Кінцеві міри довжини застосовують для перевірки і градування приладів, вимірювань розмірів деталей, налагодження верстатів і приладів при відносних вимірюваннях відповідно до контрольного зразка. Основне їхнє призначення – підтримувати єдність мір у промисловості.

За точністю виготовлення кінцеві міри довжини поділяють на чотири класи точності: 0, 1, 2, 3. У стандарті ДСТУ ГОСТ 9038:2008 наведені допустимі відхилення кінцевих мір від номінального значення й від плоскопаралельності вимірювальних поверхонь для кожного класу точності залежно від номінального значення довжини кінцевої міри.

Для кінцевих мір, які знаходяться в експлуатації і для яких відхилення від номінального значення та плоскопаралельності вимірювальних поверхонь перевищують допустимі значення 3-го класу точності, вста-

новлені додаткові класи точності 4- та 5-й, які застосовують у виробничих умовах.

Характерною рисою плоскопаралельних кінцевих мір довжини є притирання їх один об одного вимірювальними поверхнями. Під притиранням розуміється здатність мір міцно зчіплюватися робочими поверхнями при насуванні однієї міри на іншу. Притирання кінцевих мір дає можливість з одного набору мір становити комбінації розмірів (блоки необхідних розмірів).

Залежно від похибки атестації мір встановлені п'ять розрядів, для кожного з них обумовлені певні методи і засоби вимірювань. Граничні похибки вимірювань кінцевих мір для кожного розряду, а також методи і засоби їх перевірки наведені у нормативній документації.

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 9038:2008 випускають 21 набір кінцевих мір (від 4 до 112 мір у наборі). Найбільш широко застосовують набір № 1, що складається з 83 мір (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Набір кінцевих мір № 1

Розмір, мм		Градація, мм	Кількість мір в наборі
від	до		
1,01	1,49	0,01	49
1,6	1,9	0,1	4
0,5	9,5	0,5	19
10	100	10	10
1,005	–	–	1

З метою збереження робочих поверхонь кінцевих мір випускаються захисні міри, на відміну від основних вони мають з одного краю закруглені ребра або зріз.

За наявності двох таких мір певного розміру блок складається таким чином, щоб захисні міри перебували на кінцях блоку, причому одна сторона захисної міри завжди контактує лише з вимірюваним об'єктом, а друга сторона – тільки з крайньою мірою блоку. Для цього на сторони кінцевої міри, що контактує з вимірюваним об'єктом, наносять особливі розпізнавальні знаки. При підрахунку розміру блоку варто враховувати розмір захисних мір.

Для більш широкого використання кінцевих мір до них випускають набори приладь, у які входять різні боковички: плоскопаралельні, радіусні (рис. 1.2), центрові та розмічувальні, а також державки (струбцини) для з'єднання блоків кінцевих мір з боковичками (рис. 1.3).

Приступаючи до роботи з кінцевими мірами довжини, варто попередньо розрахувати, які елементи потрібно взяти для заданого блоку.

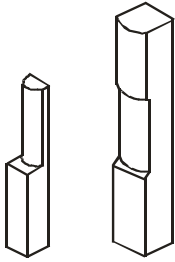


Рис. 1.2

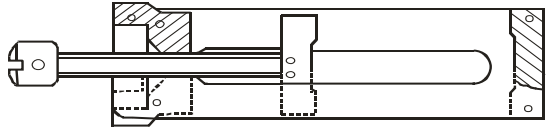


Рис. 1.3

Кількість мір в блоці повинна бути мінімальна, тому що похибка блоку складається з похибок окремих мір. Розрахунок мір на потрібний розмір необхідно почати з підбора менших мір, розмір яких містить останній знак десяткового дробу розміру, що становить.

Приклад. Скласти блок розміром 28,785 мм.

Перша міра, що входить у блок	1,005 мм
Залишок	27,78 мм
Друга міра, що входить у блок	1,28 мм
Залишок	26,50 мм
Третя міра	6,50 мм
Залишок, тобто четверта міра	20,00 мм

Таким чином, у блок увійдуть міри довжини: 1,005; 1,28; 6,50 та 20,00 мм. У цьому випадку при складанні блоку мір при розрахунку беруть їх номінальні розміри. Такий метод складання блоку називають методом складання за класом, оскільки при використанні блоку на точність виміру впливають величини відхилень у межах допусків на виготовлення кінцевих мір, що входять у блок.

При складанні блоку з кінцевих мір за розрядом, на результати вимірів впливають граничні похибки фактичного значення довжини кінцевих мір, з яких складений блок. Застосування кінцевих мір за розрядом, тобто з урахуванням зміни згідно з атестатом їх номінальних розмірів, підвищує точність вимірів, а також розширює можливість використання мір більш грубих класів або мір, що вже експлуатувалися та ремонтувалися.

1.2. Порядок виконання роботи при вимірюванні граничних скоб

1. Визначити за довідником або відхиленнями вала, номінальний розмір прохідної та непрохідної сторін скоби.

2. За номінальним розміром прохідної сторони скоби відповідно до наявного набору кінцевих мір підрахувати набір необхідних мір.

3. Дістати з футляра необхідні міри та, очистивши їх від мастила, промити бензином і насухо витерти чистою ганчіркою.

4. Скласти блок мір. Притирання мір у блок проводити в певній послідовності – до мір більших розмірів послідовно притирають міри менших розмірів, причому меншу міру накладають на край більшої, потім верхню міру, щільно притискаючи пальцями, насувають уздовж довгого ребра міри до збігу площин обох мір (рис. 1.4).

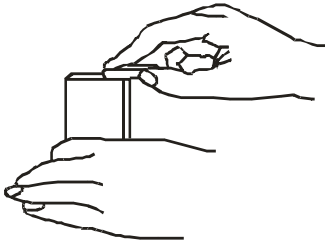


Рис. 1.4

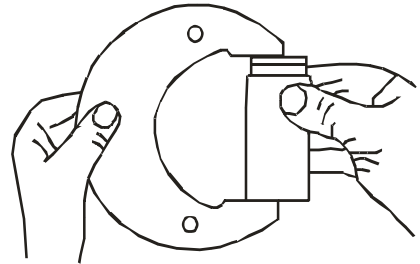


Рис. 1.5

5. Виміряти прохідну сторону скоби. Для цього ввести між вимірювальними поверхнями контрольованої скоби зібраний блок мір (див. рис. 1.5). У випадку відповідності розміру блоку розміру прохідної сторони блок під дією власної ваги буде повільно перемішатися між робочими площинами скоби. Якщо фактичний розмір контрольованої скоби виявиться більшим, ніж розмір блоку мір, то останній буде вільно переміщатися між робочими поверхнями скоби, і навпаки. У випадку невідповідності розміру блоку фактичному розміру контрольованої сторони скоби необхідно шляхом поступового зменшення або збільшення розміру блоку мір на 0,01–0,02 мм домогтися найкращого збігу блоку з розміром контрольованої скоби.

6. Повторити прийоми, зазначені в пп. 2–5, для визначення фактичного розміру непрохідної сторони скоби.

1.3. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 1.1 та 1.2), будуються необхідні поля допусків і робиться висновок щодо придатності деталей або контрольованої скоби. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Таблиця 1.1 – Засоби вимірювань

Кінцеві міри довжини		
Клас	Розряд	Кількість штук у наборі
1	2	3

Найменування та позначення калібру _____

Таблиця 1.2 – Результати вимірювань

Результати вимірювань			
ПР, мм		НЕ, мм	
Номінальний розмір		Номінальний розмір	
Фактичний розмір		Фактичний розмір	
Перелік мір у блоці		Перелік мір у блоці	

Питання для самоперевірки

1. Що таке кінцеві міри та яке їхнє призначення?
2. Класифікація кінцевих мір довжини за точністю.
3. Які комплекти кінцевих мір застосовують у машинобудуванні?
4. Основні технічні характеристики кінцевих мір.
5. Правила складання блоку мір.
6. Що розуміють під притиранням кінцевих мір?
7. Для чого застосовують захисні міри?
8. Який метод застосування плиток – за класом або розрядом – є більш точним?

Література: [1; 4; 5]

Лабораторна робота 2.

Контроль розмірів, форми та розташування поверхонь циліндричних деталей

Мета та завдання роботи:

1. Ознайомитися з конструкцією гладкого мікрометра, штангенциркуля та індикатора годинникового типу.
2. Виміряти довжину і діаметри деталей штангенциркулем та мікрометром відповідно до заданої схеми вимірювань.
3. Визначити за результатами вимірювань похибки форми.
4. Виміряти радіальне биття та величину огранки деталей.
5. Зробити висновок про придатність деталей.

2.1. Основні визначення, правила контролю розмірів, форми та розташування поверхонь

Гладкий мікрометр призначений для вимірювань зовнішніх діаметрів гладких виробів і, як всі мікрометричні інструменти, використовує принцип перетворення кутового переміщення у лінійне за допомогою гвинтової пари.

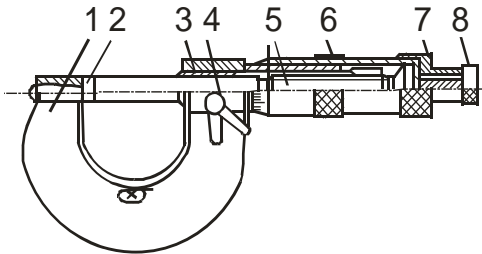


Рис. 2.1

Мікрометр (рис. 2.1) складається зі скоби 1 із запресованою в неї п'яткою 2 з вимірювальною площиною і стеблом 3. Мікрометричний гвинт 5 вкручують у мікрометричну гайку стебла, а його циліндрична частина разом з другою вимірювальною площиною центрується точним отвором у лівій частині стебла. Барабан 6 кріпиться до мікрогвинта ковпачком 7. Тріскачка 8 призначена для створення постійного вимірювального зусилля (500–900 сН з відхиленням ± 100 сН), стопор 4 забезпечує фіксацію у заданому положенні мікрогвинта відносно скоби при налагодженні приладу.

Пристрій відліку мікрометра складається з двох шкал. Перша шкала з ціною поділки 0,5 мм відповідає кроку мікрогвинта і нанесена на стеблі. Обертання барабана супроводжується його переміщенням уздовж стебла і таким чином, на торці барабана можна відраховувати цілі величини міліметра або його половини.

Друга кругова шкала має 50 поділок, нанесених на конічній частині барабана. Його поворот мікрогвинтом на одну поділку щодо поздовж-

нього штриха на стеблі відповідає переміщенню торця мікрогвинта на величину $0,5/50 = 0,01$ мм, тобто ціна поділки кругової шкали дорівнює 0,01 мм.

Діапазон вимірювань мікрогвинтом залежить від розмірів скоби та його вимірювального переміщення. Гладкі мікрометри для вимірювання розмірів до 300 мм випускаються з діапазонами вимірювань 0–25; 0–50;..., 275–300 мм, через 25 мм, для розмірів більше 300 мм – через 100 мм.

2.2. Порядок вимірювань розмірів за допомогою мікрометра

1. Перевірити правильність установки мікрометра на нуль. Для цього обертанням барабана за тріскачку (за відпущеного стопора) домогтися контакту вимірювальних площин нерухомої п'яти і торця мікрогвинта. Після трикратного повторення режиму потрiскувань закріпити мікрогвинт стопором і перевірити збіг нульового штриха кругової шкали барабана з поздовжнім штрихом на стеблі й у випадку розбіжності додатково встановити її на нуль у наступному порядку:

– від'єднати барабан від мікрогвинта (для чого, тримаючи його за торцьову частину, злегка відвернути ковпачок 7, повернути від'єднаний барабан до збігу нульового штриха кругової шкали з поздовжнім штрихом на стеблі і, утримуючи мікрогвинт за барабан, затягти ковпачок до упору;

– відпустити стопор, повернути барабан проти годинникової стрілки на 1–2 обороти і знову перевірити правильність установки на нуль. За необхідності – повторити цю процедуру.

2. Виміряти діаметр валиків у трьох площинах, перпендикулярних до осі, та у двох поздовжніх перерізах.

3. За даними вимірювань визначити похибки форми.

4. Зробити висновок щодо придатності валиків, якщо їхні розміри виконані за відхиленням f_9 .

2.3. Вимірювання розмірів деталі штангенінструментом

До *штангенінструментів* відносять вимірювальні прилади з лінійним ноніусом: штангенциркулі, штангенглибиноміри, штангенрейсмуси та штангензубоміри.

Штангенциркуль призначений для вимірювань зовнішніх і внутрішніх розмірів гладких виробів, а в деяких випадках – для розмітки. Штангенглибиномір використовують для вимірювань відстані між площинами, глибини отворів, уступів тощо. Штангенрейсмуси застосовують в основному для розмічувальних робіт.

Штангенциркуль (рис. 2.2) складається зі штанги 9, на кінці якої є нерухома 1 та рухома 2 губки, закріплені на рамці 4. Плавне переміщення рамки забезпечує мікрометричний гвинт з гайкою 8 і хомутик 6.

При мікрометричних переміщеннях рухомої губки необхідно відпустити гвинт 3 рамки 4 та закріпити гвинт 7 хомутика 6.

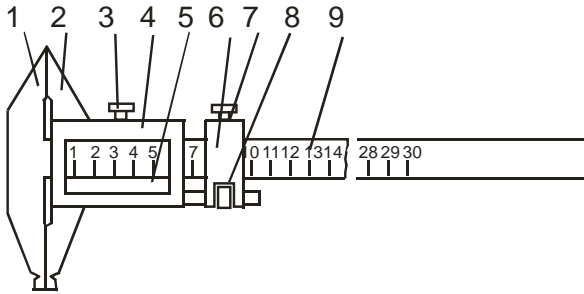


Рис. 2.2

Окрім основної шкали, нанесеної на штангу, на рухомій рамці є додаткова шкала 5, що називається ноніусом і яка призначена для відліку дробової частини поділки основної шкали.

Для пояснення принципу роботи пристрою ноніуса наведемо найпростіший приклад, який дозволяє відраховувати покази через 0,1 мм.

Відрізок L дорівнює дев'ятьом поділкам основної шкали (тобто має 9 мм) і поділений на ноніусі на 10 рівних частин (рис. 2.3), тобто довжина поділки шкали ноніуса буде коротша інтервалу поділки на штанзі на 0,1 мм. Цю різницю називають величиною відліку за ноніусом:

$$b = a - a_H = a - \frac{L}{n} = 1 - 0,9 = 0,1 \text{ мм,}$$

де a – довжина поділки шкали на штанзі; a_H – довжина поділки ноніуса; n – кількість поділок на ноніусі; L – довжина ноніуса та величина відліку за ноніусом.

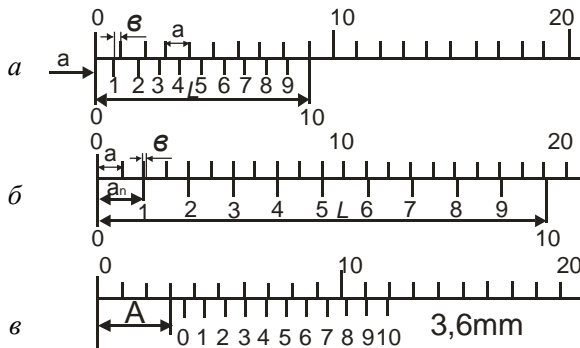


Рис. 2.3

За малої довжини поділки шкали на ноніусі відраховувати покази складно. Для усунення цього недоліку збільшують довжину поділки шкали ноніуса за рахунок збільшення його загальної довжини. Наприклад, щоб збільшити довжину поділки ноніуса для тої самої величини відліку за ноніусом, необхідно збільшити його довжину до 19 поділок штанги (див. рис. 2.3, б), тобто до 19 мм і розділити також на 10 частин. У цьому випадку довжина поділки ноніуса буде $a_H = 1,9$ мм, а величина відліку за ним: $b = 2a - a_H = 2 \cdot 1 - 1,9 = 0,1$ мм.

Якщо довжину ноніуса L залишити без змін, тобто 19 мм, але розділити цю відстань на 20 частин ($n = 20$), то a_H буде дорівнювати 0,95 мм, а величина відліку за ноніусом: $d = 1a - a_H = 1 \cdot 1 - 0,95 = 0,05$ мм.

Величину відліку за ноніусом можна знайти, використовуючи іншу більш просту залежність: $b = a/n$ або формулу $b = \gamma \cdot a - a_H$, де γ – модуль ноніуса. З цих формул, враховуючи, що $a_H = L/n$, одержуємо:

$$\gamma = \frac{L + a}{n \cdot a}.$$

Модуль ноніуса характеризує співвідношення довжини поділки шкали ноніуса та штанги, тобто розтягнутість ноніуса. Він завжди дорівнює цілому числу.

За вітчизняними стандартами, штангенінструменти випускаються з величинами відліку 0,1; 0,05 мм та модулем 1, 2 або 5 мм. Похибка показів не перевищує подвоєної величини відліку за ноніусом, тобто $\pm b$.

При вимірюванні і зміщенні ноніуса відносно штанги, дробова частка міліметра дорівнює порядковому номеру оцінки ноніуса k , що збігається з будь-якою оцінкою шкали штанги, помноженою на величину відліку за ноніусом, тобто $k \cdot b$. Ціле число міліметрів, що входять у розмір деталі, визначається цілим числом поділок шкали, вкладається між нульовою оцінкою шкали штанги і нульовою оцінкою шкали ноніуса, тобто A .

Розмір деталі дорівнює $A + k \cdot b$ (на рис. 2.3 показаний відлік 3,6 мм).

2.4. Порядок вимірювань розмірів за допомогою штангенінструмента

1. Користуючись формулами $b = a/n$ та $\gamma = \frac{L + a}{n \cdot a}$ визначають величину відліку за ноніусом і його модуль.
2. Виміряють довжину деталей штангенциркулем, для чого необхідно: – звільнити рамку та хомутик;

– пересунути їх уздовж штанги і розташувати рамку так, щоб вимірювану деталь можна було б установити між вимірювальними площинами губок;

– застосовуючи мікрометричний пристрій, пересунути рамку, забезпечивши щільне прилягання поверхонь обох губок до поверхонь вимірюваного виробу. У цьому положенні закріпити гвинт рамки, зняти інструмент з виробу і відрахувати покази за шкалою штанги та ноніуса.

3. Надати висновок щодо придатності валиків за довжиною, якщо їхні розміри виконані з відхиленнями $\pm 0,3$.

2.5. Вимірювання радіального биття та величини огранки

Радіальним биттям називається різниця найбільшої і найменшої відстаней від точок реальної поверхні до базової осі обертання в перерізі, перпендикулярному до цієї осі. Радіальне биття виникає внаслідок зміщення геометричного центра розглянутого перерізу щодо осі обертання (ексцентриситету) та відхилень від круглості. Ексцентриситет викликає вдвічі більше за величиною радіальне биття.

Для вимірювання радіального биття циліндричну деталь 10 установлюють у центрах приладу ПБ (рис. 2.4). На напрямні станини 1 установлені дві бабки 2 та 5 з центрами, які можуть переміщуватися, та в заданому положенні закріплюватися затискними пристроями 6 та 7. На цих же напрямних закріплена стійка 3 з індикатором 4.

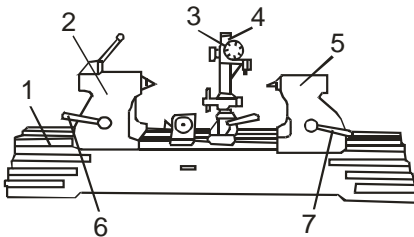


Рис. 2.4

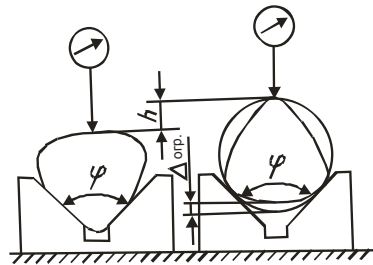


Рис. 2.5

Огранка – це відхилення форми, за якого профіль деталі є многогранною фігурою з криволінійними гранями. Величина огранки $\Delta_{t.ад}$ визначається як найбільша відстань від точок фактичного профілю до прилеглого кола (рис. 2.5).

Для вимірювань величини огранки циліндричну деталь встановлюють у призмі, яка може бути укріплена на напрямних пристрою ПБ або

встановлена на плиті. Для вимірювань деталей з три- та п'ятигранною формою огранки застосовують призму з кутом 90° .

2.6. Вимірювання радіального биття та величини огранки

1. Встановити деталь у центрах 2 та 5, закріпити бабки в заданому положенні затисками 6 та 7.

2. Розташувати вимірювальний наконечник індикатора приблизно по осі деталі і домогтися натягу 0,5–1 мм.

3. Повільно обертаючи деталь у центрах, визначити радіальне биття в заданому перетині деталі як різниця, найбільшого і найменшого показів індикатора за один або кілька оборотів деталі.

4. Призму з деталлю, що установлюють так, щоб вісь вимірювального стрижня індикатора була перпендикулярна до осі деталі та перетинала її. У цьому положенні встановлюють шкалу індикатора на нуль і відзначають на поверхні деталі початкову точку виміру в даному перетині.

5. Повільно обертаючи деталь у призмі (уникаючи осьового зсуву), фіксують найбільше і найменше покази індикатора за повний оборот деталі і заносять до таблиці.

Абсолютна величина різниці h між найбільшими (з урахуванням знака) показами приладу характеризують величину огранки, але не є її абсолютною величиною. При вимірюванні деталі в призмі з кутом 90° величина огранки може бути підрахована за формулою:

$$\Delta = \frac{h}{2}, \quad (2.1)$$

де h – різниця показів приладу.

Якщо вимірювання проводять у призмі з кутом 60° , величина огранки обчислюється за формулою:

$$\Delta = \frac{h}{3}. \quad (2.2)$$

2.7. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 2.1–2.3), будуються необхідні поля допусків і робиться висновок щодо придатності контрольованих деталей. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Таблиця 2.1 – Параметри вимірювального інструмента

№ з/п	Найменування	Ціна поділки	Довжина поділки шкали	Межі вимірів	
				за шкалою	в цілому

Таблиця 2.2 – Результати вимірювань мікрометром та штангенінструментом

№ з/п	Позначення діаметра на кресленні	Результати вимірювань						Довжина деталі	Граничні розміри діаметра		Висновок про придатність
		Перерізи, перпендикулярні до осі							Найбільший	Найменший	
		1		2		3					
		I	II	I	II	I	II				

Таблиця 2.3 – Результати вимірювань відхилення форми та радіального биття

Відхилення форми												Радіальне биття		
Овальність			Огранка			Конусо- подібність		Бочко- подібність		Сідло- подібність				
1	2	3	1	2	3	I	II	I	II	I	II	1	2	3

Додатково до табличних даних наводять: ескізи вимірюваних деталей, схеми вимірювань та схеми розташування полів допусків на контрольовані розміри.

Питання для самоперевірки

1. Які існують похибки форми і розташування поверхонь циліндричних деталей?
2. Що називається радіальним биттям?
3. Як виміряти огранку циліндричної деталі?
4. Що таке номінальний розмір і граничні відхилення розмірів?
5. Що таке система вала і система отвору? У якій системі виконані розміри, які ви контролюєте?
6. Як визначається точність відліку за ноніусом у штангенциркулі?
7. Як формується висновок щодо придатності деталей за її формою та розташуванням поверхонь?
8. Як умовно позначають допуски форми і розташування поверхонь на кресленні?
9. Як нормують допуски форми і розташування на кресленнях?

Література: [3–5]

Лабораторна робота 3.

Вимірювання деталей важільною скобою та індикаторним нутромір

Мета та завдання роботи:

1. Ознайомитися з конструкцією важільної скоби та індикаторного нутроміра.
2. Налаштувати важільну скобу за блоком кінцевих мір на номінальний розмір дослідних валиків.
3. Виміряти діаметри валиків відповідно до схеми вимірювань.
4. Налаштувати індикаторний нутромір для вимірювань внутрішнього діаметра втулок і провести заміри їх діаметрів.
5. Зробити висновки про придатність деталей.

3.1. Вимірювання зовнішніх розмірів важільною скобою

Важільна скоба є представником важільно-зубчастих приладів, вимірювання на яких здійснюється відносним методом.

Принципова схема важільної скоби наведена на рис. 3.1.

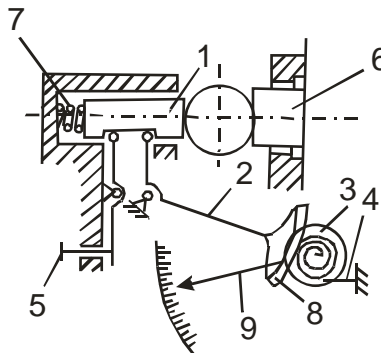


Рис. 3.1

Деталь для вимірювань розташовують між рухомою п'яткою 1 і нерухомою переставною п'яткою 6, що регулюється при налагодженні приладу. Стрілка 9 показує відхилення розміру вимірюваного виробу від розміру блоку, за яким установлювали скобу. До стінки паза рухомою п'яткою 1 і пружиною 7, за допомогою пружинного волоска 4 притискається кінець малого плеча важеля 2, який повертається навколо осі шарніра. На вільному кінці великого плеча того ж важеля 2 є зубчастий сектор 8, що знаходиться у зачепленні з трибом 3, на одній осі з яким жорстко посаджена стрілка 9, яка переміщається по шкалі 10.

Установка і зняття деталі при вимірюванні здійснюється кнопкою аретира 5. Коли рухома п'ятка 1 переміститься на одиницю довжини, то дугове переміщення зубчастого сектора 8 буде становити R/r одиниць довжини, де r та R – відповідно, довжина малого та великого плечей важеля. Це відповідає $R/r \cdot t$, де t – крок зачеплення сектора 8 з трибом 3. Тоді кут повороту триба у радіанах буде дорівнювати:

$$\frac{R}{r \cdot t} \cdot \frac{2\pi}{Z_m},$$

де Z_m – число зубців триба і дугове переміщення кінця стрілки 9, що відповідає переміщенню п'ятки 1 на одиницю довжини, тобто передавальне відношення скоби:

$$K = \frac{R}{r \cdot t} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{Z_m} \cdot L = \frac{2 \cdot R \cdot L}{Z_m \cdot m \cdot r} = \frac{R \cdot L}{r \cdot r_d},$$

тут m – модуль зачеплення зубчастого сектора з трибом; r_d – радіус ділального кола триба; L – довжина стрілки 9.

При налагодженні приладу в нульовому положенні знімають ковпачок, що закриває правий кінець переставної п'ятки 6; за допомогою гвинтової передачі ця п'ятка переміщається настільки, щоб при установчій мірі, яку затискують між п'ятками 6 та 1, стрілка 9 встановилася на нульовій поділці шкали. Після цього рухома п'ятка закріплюється за допомогою стопора і після натискання кнопки 5 установчу міру знімають.

Важільні скоби, що випускає промисловість, мають наступні розміри: $R = 42$ мм, $r = 3,4$ мм (регулюється при налагодженні), $L = 30$ мм, $m = 0,15$ мм та $Z_m = 11$, тому для них передавальне відношення становить:

$$K = \frac{2 \cdot 42 \cdot 30}{3,4 \cdot 0,15 \cdot 11} = 450.$$

Ціна поділки приладу $i = 2$ мкм, межа вимірювань ± 40 поділок, вимірювальне зусилля $G = 700 \pm 200$ сН, а похибка показів $[\Delta_{\text{lim}}] = 2$ мкм.

3.2. Порядок вимірювання зовнішніх розмірів важільною скобою

1. Відповідно до номінального діаметра валика набрати блок кінцевих мір.
2. Встановити важільну скобу на нуль.
3. Виміряти три валики важільною скобою відповідно до запропонованої схеми вимірювань.
4. Зробити висновок щодо придатності деталей, якщо їхні діаметри мають бути виготовлені з відхиленням $h6$, $h7$, $js7$ або $f8$.

3.3. Вимірювання діаметра отвору індикаторним нутромір

Індикаторний нутромір призначений для вимірювань внутрішніх розмірів циліндричних виробів. Він представляє собою поєднання індика-

тора та важільної труби 2 і відноситься до групи приладів порівняння. (рис. 3.2).

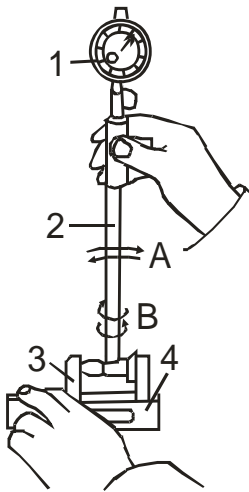


Рис. 3.2

Набором з десяти індикаторних нутромірів можна виміряти діаметри від 6 до 1000 мм. Кожен прилад охоплює певний діапазон діаметрів: 6–10; 10–18; 18–35; 35–50; 50–100; 100–160 і т.ін.

Гранична похибка показів індикаторного нутроміра не повинна перевищувати 0,012–0,020 мкм залежно від межі вимірювань. У комплекті приладу є набір змінних вимірювальних штифтів та шайб, які відповідають вимірюваним діаметрам. Розміри змінних штифтів зазвичай відрізняються один від одного на 5 мм, а змінні шайби мають розміри 0,5; 1; 2 та 3 мм.

Лічильним механізмом виступає індикатор годинникового типу, принципова схема якого наведена на рис. 3.3. З нього випливає, що переміщення вимірювального наконечника, який має в середній частині зубчасту рейку, передається через шестірни Z_2 та Z_3 , які розміщені на одній осі з малою стрілкою 3 та шестірнею Z_1 , з якою закріплена більша стрілка 4.

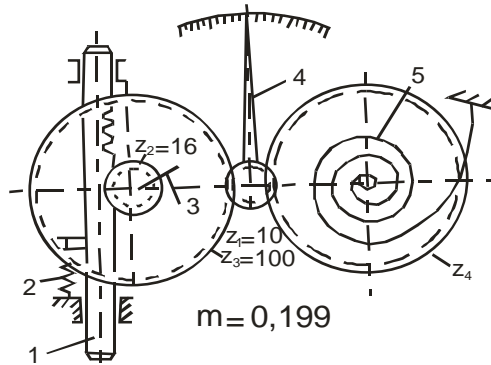


Рис. 3.3

Один оборот великої стрілки відповідає переміщенню вимірювального наконечника 1 мм. Шкала великої стрілки має 100 поділок, тому ціна поділки шкали дорівнює 0,01 мм. Цілі міліметри відраховують малою стрілкою. Шестерня зі спіральною пружиною 5 забезпечує роботу зубчастой передачі приладу по одній стороні профілю зубів, що усуває «мертвий» хід. Гвинтова пружина 2 забезпечує вимірювальне зусилля.

Важільна трубка 9 (рис. 3.4) закінчується трійником 10, в якому знаходяться два штифти: вимірювальний 1 та нерухомий 12.

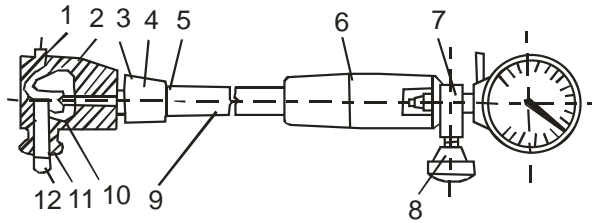


Рис. 3.4

Переміщення вимірювального штифта через важіль 2 і стрижень 5 передає зусилля на індикатор, закріплений на іншому кінці трубки на хомутику 7 і зафіксований стопорним гвинтом 8. Пружина 6 забезпечує сталість вимірювального зусилля і надійний контакт стрижнів. Змінний штифт 12 нерухомо закріплений в трійнику гайкою 2. З боку рухомого штифта 1 є центрувальний місток з втулкою 3 та пружиною 4, який необхідний для установки нутроміра в положення, при якому осі штифтів розташовуються не по хорді, а по діаметру отвору, що вимірюється.

3.4. Порядок вимірювання діаметра отвору індикаторним нутроміром

1. Заміряти штангенциркулем діаметр контрольованого отвору, якщо не зазначений його номінальний розмір.

2. Підібрати змінний штифт та змінні шайби так, щоб їхній сумарний розмір (відповідно до маркування) відрізнявся від розміру, встановленого штангенциркулем, не більше ніж на 0,5–1 мм, і встановити їх у трійник. Для цього відгвинтити гайку 1, вставити у гніздо трійника змінний штифт з попередньо надітими на нього змінними шайбами й закріпити їх гайкою. Встановити у гнізді важільної трубки індикатор таким чином, щоби при цьому більша стрілка повернулася приблизно на один оборот. У цьому положенні закріпити індикатор гвинтом.

3. Відповідно до номінального діаметра отвору набрати блок мір, притерти до них боковички 3 та затиснути у струбцину 4 (див. рис. 3.2).

4. Виставити індикаторний нутромір на нуль. Для цього помістивши вимірювальні наконечники нутроміра між боковичками, коливним рухом приладу за стрілкою А і повертаючи його за стрілкою В, знайти положення, за якого будуть отримуватися найменші значення показів індикатора. У цьому положенні повернути циферблат індикатора до збігу нульової поділки зі стрілкою.

5. Виміряти діаметр отвору деталі, для чого нахилити нутромір відносно отвору убік центрувального містка, ввести його в цьому по-

ложенні у вимірюваний отвір, а потім розташувати вісь трубки нутроміра паралельно осі отвору. Коливним рухом приладу знайти положення, що відповідає найменшим значенням показів індикатора і виконати відлік.

Зауважимо, що відхилення стрілки від нуля за годинниковою стрілкою свідчить про зменшення фактичного розміру. Вимірювання необхідно виконати шість разів у трьох різних перерізах і двох напрямках.

6. Зробити висновок щодо придатності деталі, якщо отвір повинний бути виготовлений з відхиленням $H11$ або $Js11$.

3.5. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 3.1 та 3.2), будуються необхідні поля допусків і робиться висновок щодо придатності деталі. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

Таблиця 3.1 – Характеристики вимірювального інструмента

№ з/п	Найменування	Ціна поділки	Довжина поділки шкали	Межі вимірів	
				за шкалою	в цілому
1	2	3	4	5	6

Таблиця 3.2 – Результати вимірювань

№ з/п	Позначення діаметри на кресленні	Розмір блоку кінцевих мір	Покази приладу						Вимірний розмір		Граничний розмір за ГОСТ		Висновок про придатність	
			Переріз, перпендикулярний до осі											
			1		2		3							
			напрямок											
			I	II	I	II	I	II	Найбільший	Найменший	Найбільший	Найменший		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Додатково до табличних даних наводять: ескізи вимірюваних деталей, схеми вимірювань та схеми розташування полів допусків на контрольовані розміри. Також у звіті наводять схеми важільної скоби та індикатора годинникового типу (рис. 3.1 та 3.3).

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Питання для самоперевірки

1. Що таке відносний (порівняльний) і абсолютний методи вимірювань?
2. Які існують прилади, вимірювання на яких здійснюються відносним методом?
3. Чим відрізняються межі вимірювань приладу за шкалою та в цілому?
4. Який метод вимірювання – абсолютний чи відносний – застосовують при вимірюванні діаметрів валиків та отвору втулки?
5. Як формується висновок щодо придатності деталей за розмірами?
6. Як налагодити важільну скобу та індикаторний нутромір для виміру деталей?
7. Чи можна виміряти деталь абсолютним методом індикатором годинникового типу?
8. Наведіть визначення основних метрологічних характеристик вимірювальних приладів та інструментів.
9. Наведіть визначення методів вимірювань.

Література: [3–5]

Лабораторна робота 4.

Вимірювання калібру-пробки на мікрокаторі

Мета та завдання роботи:

1. Накреслити схему розміщення полів допусків за ЄСДП на виробі та калібрі, які перевіряються.
2. Підрахувати граничні розміри калібрів за ГОСТ 24853–81.
3. Визначити фактичні розміри калібру-пробки на мікрокаторі.
4. Зробити висновки щодо придатності калібрів.

4.1. Вимірювання гладкого калібру мікрокатором

Вимірювальна пружинна головка (мікрокатор) призначена для вимірювань зовнішніх розмірів гладких виробів і калібрів. За конструкцією прилад є механічним, а за методом вимірювань – порівняльним.

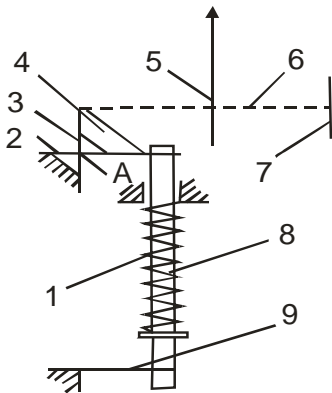


Рис. 4.1

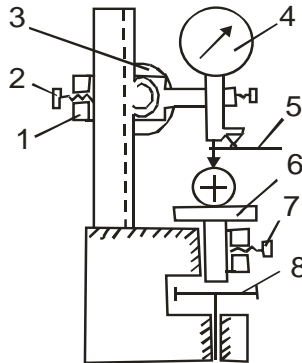


Рис. 4.2

Мікрокатор заснований на використанні пружних властивостей плоскої скрученої стрічки. Товщина бронзової стрічки – 0,004–0,006 мм, ширина – 0,15–0,30 мм. Плоска стрічка 6 (рис. 4.1), скручена від середини у різних напрямках (права та ліва навивка), прикріплена з однієї сторони до нерухомого кронштейна 7, а з іншої – до косинця 4, що може коливатися навколо точки А на двох плоских пружинах 2 та 3. У середній частині стрічки прикріплена тонка скляна стрілка 5.

Вимірювальний стрижень 8 підвішений у корпусі приладу на двох плоских пружинах 2 та 9 і виконує поступальний рух. При переміщенні

вимірювального стрижня відбувається поворот косинця і розтягнення стрічки, яка розкручуючись, викликає поворот стрілки навколо осі стрічки. Вимірювальне зусилля забезпечується пружиною 1.

Мікрокатори випускають з ціною поділки шкали 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 та 10 мкм. У роботі використовують мікрокатори 1-ИПГ та 2-ИПГ, тобто з ціною поділки 1 та 2 мкм. У цьому випадку межа вимірювань за шкалою приладу становить ± 30 мкм та ± 60 мкм, а допустима похибка – 1 та 2 мкм. При вимірюванні калібру-пробки мікрокатор встановлюється на стійці з плоским столиком (рис. 4.2).

4.2. Порядок вимірювання гладкого калібру мікрокатором

1. Відповідно до номінального розміру контрольованого калібру набираємо блок кінцевих мір.

2. За цим блоком виставляють прилад на нуль, для чого встановлюють блок на столик 6 приладу (див. рис. 4.2) і відпускають гвинт 2. Плавним переміщенням кронштейна 1 по колоні, за допомогою маховичка 3 встановлюють мікрокатор 4 так, щоб між вимірювальним наконечником і площиною міри залишився зазор 0,5–1 мм, після чого закріплюють кронштейн стопорним гвинтом 2.

Відпускають стопорний гвинт 7 столика та обертанням мікрогвинта 8 піднімають його, для встановлення стрілки приладу на нульовий штрих шкали, після чого столик закріплюють. Якщо стрілка не збігається з нульовим штрихом, то поворотом шкали, гвинтом з правої сторони мікрокатора досягаємо цього збігу. Перевіряють стабільність установки, для чого кілька разів натискають та відпускають аретир 5. Якщо стрілка приладу зміститься із встановленого положення, то необхідно перевірити кріплення стопорних гвинтів і знову виставити шкалу на нуль.

Натискають на аретир і знімають блок мір зі столика.

3. Вимірюють діаметр калібру, для чого встановлюють деталь на столик під вимірювальний наконечник. Необхідно притиснути калібр до столика за робочу частину так, щоби твірна вимірюваної поверхні щільно прилягла до площини столика. Для визначення діаметра деталі (найбільшої хорди) її необхідно переміщати або перекочувати по столику приладу. Відлік на шкалі приладу знімають у момент, що відповідає максимальному відхиленню, при цьому необхідно звернути увагу на знак відхилення. Вимірювати діаметр калібру необхідно як і для циліндричної деталі – у трьох перерізах, перпендикулярних до осі, та у двох напрямках.

4. Зробити висновок щодо придатності калібру, для чого побудувати схеми розташування полів допусків прохідної та непрохідної сторін інструмента.

4.4. Порядок вимірювання гладкого калібру оптиметром

1. Набираємо блок кінцевих мір для зазначеного номінального розміру калібру.

2. Налагоджуємо оптиметр за блоком кінцевих мір на нуль. Для чого встановлюємо його на столик оптиметра і, переконавшись у тому, що опорний кронштейн опирається на кільце, відпускаємо стопорний гвинт та, обертаючи кільце, переміщаємо кронштейн разом з трубкою оптиметра таким чином, щоб між вимірювальним наконечником і площиною блоку мір залишався зазор 0,5–1 мм. Після цього закріплюємо кронштейн на стійці стопорним гвинтом.

Звільнивши стопорний гвинт столика і спостерігаючи за показами шкали оптиметра, обертаємо його гайку за годинниковою стрілкою (піднімання стола) доти, поки нульовий штрих шкали не співпаде з нерухомим штрихом. Після цього закріплюємо стіл гвинтом.

Якщо при цьому покази оптиметра змінюються більш, ніж на 0,2 мкм, необхідно виконати повторне налагодження. Після цього натиснути на аретир і зняти блок мір зі столика.

3. Виміряти калібр, для чого, нажавши на аретир, установити калібр на столик під вимірювальний наконечник. Зробити відлік за шкалою приладу. При вимірюванні необхідно уважно стежити за тим, щоб твірна вимірюваної деталі прилягала до поверхні столика. При вимірюванні калібр необхідно притискати до столика приладу лівою рукою, але не за рукоятку, а за робочу частину. Рукоятку калібру підтримувати правою рукою, а самою рукою спиратися на столик оптиметра.

4. Для визначення діаметра калібру (найбільшої хорди) його необхідно переміщати або перекочувати по столику приладу. Відлік за шкалою приладу виконувати у момент, що відповідає максимальним показам; при відліку звертати увагу на знаки відхилень, що зазначені на шкалі приладу. Схема вимірювань калібру така сама, як і на мікрокаторі.

5. Зробити висновок щодо придатності вимірюваного калібру відповідно до його маркування.

4.4. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 4.1 та 4.2), будуються необхідні поля допусків і робиться висновок щодо придатності контрольованих деталей або інструмента. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Таблиця 4.1 – Параметри засобів вимірювання

№ з/п	Найменування	Ціна поділки	Межі вимірювань	
			за шкалою	в цілому
1	Кінцеві міри довжини	Клас	Розряд	Кількість мір у наборі
2	Мікрокатор			
3	Оптиметр			

Таблиця 4.2 – Результати вимірювань калібрів

Маркування калібрів	Сторона калібру	Результати вимірювань						Фактичний розмір калібру		Граничний розмір калібру за ГОСТ 24853–81			Висновок щодо придатності	
		Перерізи, перпендикулярні до осі												
		1		2		3								
		I	II	I	II	I	II	Найбільший	Найменший	Найбільший	Найменший	Зношений		
	ПР													
	НЕ													
	ПР													
	НЕ													

Додатково до табличних даних наводять: маркування калібрів, ескізи та схеми вимірюваних деталей і калібрів, схеми розташування полів допусків на контрольовані калібри. Також у звіті наводять принципові схеми мікрокатора та оптиметра.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Питання для самоперевірки

1. Як поділяють калібри за призначенням і конструкцією?
2. Що таке гарантований і виробничий допуски?
3. Автоколімація, як вона використовується у схемі оптиметра?
4. На які калібри призначається допуск на зношування і чому?
5. Для якого методу виміру (абсолютного або відносного) призначений мікрокатор та оптиметр?
6. Як визначають передавальне відношення оптиметра?
7. Яку шкалу – реальну чи відбиту – видно в окуляр оптиметра?
8. Який розмір калібру-пробки приймають за виконавчий?
9. Визначте граничні розміри калібру-пробки для отвору 50H7; 60F9.

Література: [3–5]

Лабораторна робота 5.

Вимірювання кутів та конусів

Мета та завдання роботи:

1. Виміряти транспортирним кутоміром три кути шаблона та зробити висновок щодо придатності деталі, якщо кути виконані за 13-м ступенем точності (ГОСТ 8908–81).
2. Виміряти зовнішній конус за допомогою синусної лінійки, а також внутрішній конус методом двох кульок і зробити висновок щодо придатності деталей.

5.1. Вимірювання кутів кутомірами

Кутоміри використовують для вимірювання кутів. У цій роботі використовують механічні кутоміри, які є двох типів: транспортирний (рис. 5.1) та універсальний (рис. 5.2).

Транспортирний кутомір складається з транспортира 2 з жорстко прикріпленою лінійкою 1 та сектора з рухомою лінійкою 4 і ноніусом 8. У заданому положенні сектор з рухомою лінійкою має бути закріплений гвинтом 7. Для точної установки лінійки 4 призначений мікрометричний гвинт з гайкою 6. При мікрометричних переміщеннях необхідно відпускати гвинт 7 та закріплювати гвинт 5. Кутомір дозволяє вимірювати кути від 0 до 180°, причому для вимірювання кутів від 0 до 90° на рухому лінійку 4 навідається косинець 3.

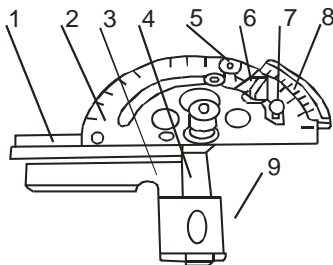


Рис. 5.1

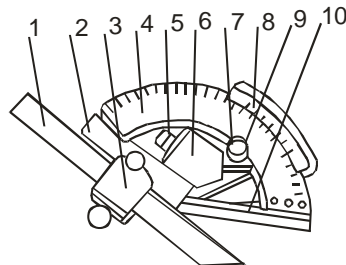


Рис. 5.2

Універсальний кутомір складається із сектора 4, на якому нанесена градусна шкала. До сектора прикріплена планка 10 з вимірювальною площиною. Сектором 4 перемішається пластинка 9 з ноніусом 8 і прижимом 7. До пластинки 9 за допомогою хомутика 6 можна прикріпити косинець 2 або лінійку 1. Лінійку можна кріпити також до косинця 2 за допомогою хомутика 3. Для плавного повороту планки 9 рекомендують

використовувати головку зубчастої передачі, що розташована на зворотній стороні ноніуса. Шляхом різних комбінацій окремих вимірювальних ланок кутоміра можна виконувати різні схеми вимірювання кутів в інтервалі від 0 до 320°, хоча основна шкала кутоміра нанесена на дузі 130°.

Кути від 0 до 50° вимірюються, коли до пластинки 9 прикріплений одночасно косинець 2 і лінійка 1 (див. рис. 5.2); кути від 50° до 140° – коли у хомутику 6 кріпиться не косинець, а лінійка; кути від 140° до 230° вимірюються, коли з косинця, закріпленого на хомутику 6, знімається хомутик 3 та лінійка 1. Кути від 230° до 320° (зовнішні) і відповідні кути від 40° до 130° (внутрішні) вимірюють одним кутоміром при знятих хомутиках, косинці та лінійці.

Механічні кутоміри мають ноніус, величина відліку яких визначається за формулою, що справедлива і для ноніуса штангенциркуля:

$$b = \frac{a}{n},$$

де b – величина відліку за ноніусом; a – відстань між штрихами поділок основної шкали сектора; n – число інтервалів шкали ноніуса.

Величина відліку за ноніусом кутомірів – 2' або 5', а похибка показів становить $\pm 2'$ або $\pm 5'$, відповідно.

5.2. Порядок вимірювання кутів транспортирним кутоміром

1. Підрахувати величину відліку за ноніусом транспортирного кутоміра.

2. Транспортирним кутоміром виміряти три кути шаблона. Для вимірювання необхідно відпустити стопорні гвинти 5 та 7 (див. рис. 5.1) і розгорнути сектор відносно транспортира так, щоб вимірювану деталь можна було встановити між вимірювальними площинами. Після цього закріпити гвинт 5 та, використовуючи мікрометричний пристрій, забезпечити щільне прилягання вимірювальних площин до деталі; закріпити гвинт 7 і виконати відлік.

3. Зробити висновок щодо придатності деталі, якщо її кути виконані за 13-м ступенем точності.

5.3. Вимірювання кутів за допомогою синусної лінійки

Синусну лінійку (рис. 5.3) використовують для вимірювання кутів шаблонів, конусів та інших інструментів і деталей. Лінійка представляє собою сталю плиту з двома прикріпленими до неї циліндричними роликками однакового діаметра, розташованими на заданій відстані одна від одної (це може бути 100 або 200 мм між осями роликів).

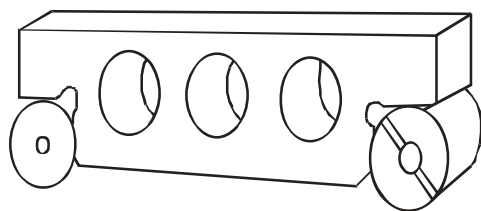


Рис. 5.3

Помістивши на перевірочну плиту лінійку і підкладаючи під один ролик блок кінцевих мір, можна виставити вимірювальну поверхню лінійки під заданим кутом до поверхні плити. При цьому використовують співвідношення: $\sin \alpha = h / L$, де α – кут встановлення лінійки; h – розмір установчого блоку кінцевих мір; L – відстань між осями роликів (базова довжина синусної лінійки).

5.4. Порядок вимірювання кутів за допомогою синусної лінійки

1. Конусна калібр-пробка для інструментів закріплюється на синусній лінійці. На вимірювальній поверхні лінійки є кілька отворів з різьбою, які використовують для різних варіантів закріплення.

2. Встановивши за маркуванням калібру його конусність знаходимо кут конуса α і за формулою $h = L \cdot \sin \alpha$ підраховують величину розміру блоку кінцевих мір, які необхідно підставити під один з роликів, щоби твірна конуса стала паралельною до контрольної плити (рис. 5.4).

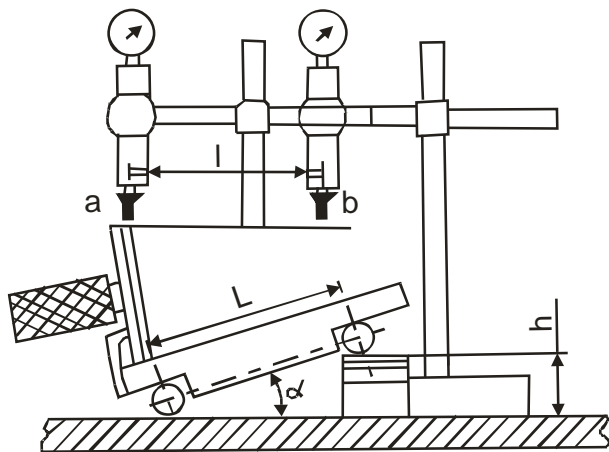


Рис. 5.4

3. На плиті розміщують будь-яку важільно-механічну головку з ціною поділки 0,001 мм, закріплену в штативі. Прилад установлюють на нуль або на будь-яку іншу поділку у точці *a* (зазвичай за цю точку приймають відстань між двома поділками, що обмежують допуск на базову довжину). Потім прилад переносять по плиті і калібр вимірюють у точці *b*. Відстань від неї до переднього торця повинна бути не менша 2 мм. Відстань між точками *a* та *b* вимірюють виміральною лінійкою.

Різниця показів приладу *n* віднесена до відстані між точками *a* та *b*, дає величину відхилення конусності: $\Delta k = n / l$.

Відхилення кута конуса від його номінального розміру, виражене в кутовій мірі $\Delta \alpha$, розраховують за формулою:

$$\Delta \alpha = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{n}{l},$$

де $2 \cdot 10^5$ – коефіцієнт переведення радіан у секунди.

4. Результати вимірювань конусності калібру-пробки на синусній лінійці заносять у звіт.

5.5. Визначення конусності внутрішніх конусів методом двох кульок

Конусність внутрішніх конусів визначають двома кульками непрямым методом вимірювань. Для цього в кінцевий отвір контрольованої деталі послідовно закладають дві атестовані кульки різних діаметрів і вимірюють розміри *H* та *h* від заданої бази (рис. 5.5).

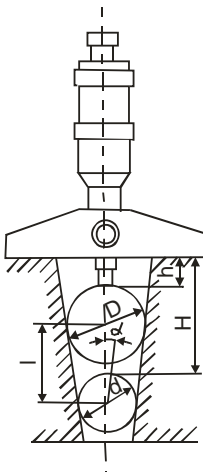


Рис. 5.5

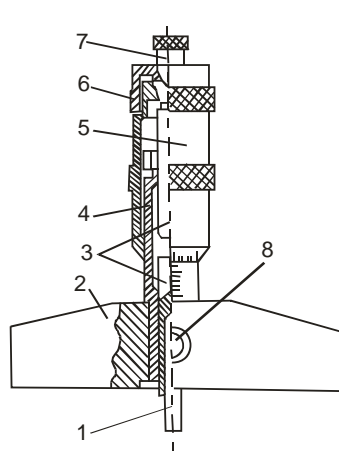


Рис. 5.6

За результатами вимірювань величини H та h і розмірами кульок D_1 та d_1 знаходять синус кута. З рис. 5.5 випливає:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D_1 - d_1}{2 \cdot l}, \text{ де } l = H - h - \frac{D_1 - d_1}{2}.$$

За синусом кута підраховують конусність деталі:

$$K = 2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} \approx \frac{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2}}.$$

Для вимірювання розмірів H та h використовують мікрометричний глибиномір (див. рис. 5.6), який складається з основи 2 із запресованим у ньому стеблом 4, мікрометричного гвинта 3 з вимірювальним стрижнем 1, барабана 5, ковпачка 6 з механізмом тріскачки 7 і стопором 9. Конструкція вузла мікрометричного гвинта та вузла відліку глибиноміра аналогічна до конструкції мікрометра з ціною поділки – 0,01 мм.

Вимірювальними поверхнями мікрометричного глибиноміра є нижня площина основи і торець змінного вимірювального стрижня. Мікрометричні глибиноміри випускають з чотирма діапазонами вимірювань – від 0 до 100 мм. В інтервалі 0–25 мм сумарна похибка глибиноміра не повинна перевищувати 5 мкм.

5.6. Порядок визначення конусності методом двох кульок

1. Перевіряється правильність виставлення глибиноміра на нуль, для чого вимірювальний стрижень з межею вимірювання 0–25 мм установлюють основою вимірювальної поверхні на перевірочну плиту і, злегка притискаючи основу до плити, за допомогою тріскачки переміщують мікрогвинт до появи контакту вимірювального стрижня з поверхнею плити.

2. Після цього закріплюють мікрогвинт стопором 8 і у цьому положенні перевіряють збіг нульової поділки на барабані з осьовою поділкою на мікрометричному стеблі. У випадку їх розходження виставляють глибиномір на нуль. Для цього, підтримуючи прилад за барабан 5, відвертають ковпачок 6 (на 1–2 обороти) і від'єднують конус барабана від конуса мікрогвинта, натискаючи на барабан у напрямі основи. Повертають барабан відносно стебла так, щоб нульова поділка на барабані збіглася з осьовою поділкою на стеблі. У цьому положенні з'єднують барабан з мікрогвинтом ковпачком 6 і, відпустивши стопор 8, перевіряють правильність установки. За необхідності цю процедуру повторяють.

3. Виміряють гладким мікрометром діаметри кульок.

4. Підбирають необхідний вимірювальний стрижень. Для цього вертикально встановлюють деталь, яка перевіряється, і опускають в отвір кульку меншого діаметра та визначають приблизно відстань H . Поміщаємо у гніздо мікрогвинта відповідний вимірювальний стрижень.

5. Вимірюємо мікрометричним глибиноміром відстань H , для чого встановлюємо на торцеву площину деталі основи глибиноміра та обертанням мікрогвинта за тріскачку здійснюємо контакт вимірювальної поверхні вимірювального стрижня з найвищою точкою кульки (положення, що відповідає найменшим значенням показів глибиноміра), закріплюємо стопор і виконуємо відлік. При вимірюванні необхідно щільно притиснути основу глибиноміра до деталі.

6. Вимірюємо мікрометричним глибиноміром відстань h , для чого повторюємо пп. 4 та 5 з кулькою більшого діаметра.

7. Робимо висновки щодо придатності конічного отвору відповідно до вимог ГОСТ 2849–94.

5.7. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 5.1–5.4), будуються за необхідності поля допусків та відхилень і робиться висновок щодо придатності контрольованих деталей. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Таблиця 5.1 – Засоби вимірювання

№ з/п	Найменування	Ціна поділки	Межі вимірів	
			за шкалою	в цілому
1	2	3	4	5

Таблиця 5.2 – Результати вимірювання кутів

Найменування деталі	Номинальний кут	Найменша сторона кута	Граничне відхилення за СТ РЕВ	Фактичне відхилення кута	Висновок про придатність
1	2	3	4	5	6
	$\alpha =$				
	$\beta =$				
	$\gamma =$				

Таблиця 5.3 – Вимірювання конусності за допомогою синусної лінійки

Найменування деталі	Конусність K (мм) і кут α за ГОСТ 8908–81	Розмір блоку кінцевих мір $h = L \cdot \sin \alpha$, мм	Схема вимірювань
1	2	3	4
Покази приладу, мм		Різниця показів n , мм	
в точці a	в точці b		
Відстань l , мм	Відхилення конуса $\Delta K = \frac{n}{l}$	Допустиме відхилення за ГОСТ	Висновок щодо придатності

Таблиця 5.4 – Вимірювання конусності за допомогою методу двох кульок

Найменування деталі	Конусність K і кут α за ГОСТ	Діаметри кульок		Схема вимірювань
		D_1	d_1	
1	2	3	4	5
Покази приладів, мм		$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D_1 - d_1}{2 \cdot l}$ де $l = H - h - \frac{D_1 - d_1}{2}$		
Для вимірювання H	Для вимірювання h			
Кут конусності α	$K = \frac{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{1 - 0,5 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$	Допустимі відхилення конусності за стандартом	Висновок щодо придатності	

Питання для самоперевірки

1. Які існують методи вимірювання кутів та конусів?
2. Як підрахувати величину підрахунку за ноніусом кутоміра?
3. Від чого залежить точність вимірювання на синусній лінійці?
4. Від чого залежить точність вимірювання внутрішніх конусів за допомогою шариків?
5. Вкажіть два способи нормування допусків на конічні деталі.
6. Назвіть види конічних з'єднань залежно від застосовуваних посадок.
7. Охарактеризуйте системи допусків на кутові міри.

Література: [4; 5]

Лабораторна робота 6.

Вимірювання параметрів циліндричних різьб

Мета та завдання роботи:

1. За допомогою різьбового мікрометра виміряти середній діаметр різьби заданого виробу і зробити висновок щодо його придатності.
2. У різьбовій калібрі-пробці виміряти на інструментальному мікроскопі (БМИ або ММИ) зовнішній та внутрішній діаметри, крок і кут профілю різьби.
3. У різьбовій пробці виміряти за допомогою методу трьох дротиків величину середнього діаметра.
4. Зробити висновок щодо придатності різьби пробки за всіма нормованими параметрами.

6.1. Вимірювання середнього діаметра різьби різьбовим мікрометром

Середнім діаметром різьби d_2 з непарним числом заходів називають відстань (рис. 6.1) між паралельними бічними сторонами профілю витків, виміряну перпендикулярно до осі деталі. Для цієї мети використовують різьбовий мікрометр – вимірює середній діаметр кріпильних різьб 6–8 ступенів точності. За конструкцією він аналогічний до гладкого мікрометра і відрізняється від останнього, головним чином, контрукцією п'ятки та мікрогвинта. У п'ятці 2 (рис. 6.2, а) і на закінченні мікрогвинта 3 мікрометра є отвори, у які вставляють змінні вставки. Барабан різьбового мікрометра є збірним, що полегшує установку мікрометра на нуль. Також є конструкції з регульованою п'яткою 2 (рис. 6.2, б).

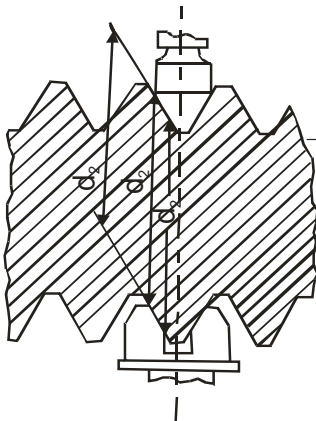


Рис. 6.1

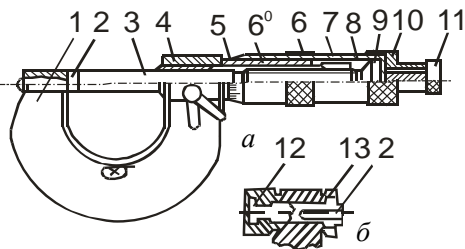


Рис. 6.2

При вимірюванні середнього діаметра різьби використовують дві вставки, одна з яких має конусоподібну форму, друга – призматичну. Кожна пара вставок призначена для вимірювання різьби певного діапазону кроків: 0,4 – 0,5; 0,6 – 0,8; 1 – 1,5; 1,75 – 2,5; 3 – 4,5 мм.

Виготовляють мікрогвинти для вимірювання різьби діаметром від 0 до 350 мм, з інтервалом 25 мм: 0 – 25; 25 – 50;...; 325 – 350 мм. Ціна поділки барабана – 0,01 мм. Гранична похибка мікрогвинта залежить від кроку та діаметра різьби і може змінюватися від ± 10 до ± 30 мкм.

6.2. Порядок вимірювання середнього діаметра різьбовим мікрометром

1. Визначаємо за допомогою різьбоміра крок різьби, що буде вимірюватися.

2. Підбираємо відповідні вставки і вставку з конусом поміщаємо у гніздо мікрогвинта, а призматичну – у гніздо п'ятки.

3. Перевіряємо установку мікрогвинта на нуль, для чого відпускаємо стопорну гайку мікрогвинта 4 і, обертаючи мікрогвинт за тріскачку 11, забезпечуємо контакт між вставками. Контакт вважаємо правильним при трикратному потріскуванні тріскачки. Мікрометри з діапазоном вимірювань більше 25 мм налагоджуються спеціальними установчими мірами.

Якщо при цьому нульова поділка барабана не збігається з осьовою поділкою на стеблі (5 мкм), то необхідно відрегулювати розташування шкал, для чого:

– фіксуємо положення мікрогвинта стопорною гайкою, відпустивши кільце барабана 6 і, притримуючи іншу частину барабана 8 за насічку ковпачка 10, висуваємо частину барабана зі шкалою 6⁰ і встановлюємо її так, щоб нульова поділка цієї частини барабана збігалася з осьовою поділкою на стеблі мікрометра, а торець барабана – з нульовою поділкою на стеблі; у цьому положенні поворотом кільця 6 закріплюємо частину барабана зі шкалою;

– відпускаємо стопор 4 і відкрутивши мікрогвинт на 1–2 обороти, після цього знову забезпечуємо контакт між вставками (мікрогвинт обертати лише за тріскачку 11, перевіряючи правильність нульового показу). За необхідності повторити установку.

У деяких конструкціях мікрометрів установка на нуль виконується не барабаном, а регулювальною п'яткою 2. При цьому, регулювання здійснюють таким чином:

– встановлюємо нульові покази на обох шкалах і у цьому положенні стопоримо мікрогвинт стопором 4. Відпускаємо контргайку 12 регулювальної п'ятки та висуваємо її гайкою 13 до контакту вставок. У цьому положенні закріплюємо п'ятку контргайкою;

– відпускаємо стопор 4 і, відкрутивши мікрогвинт на 1–2 обороти, обертанням за тріскачку знову досягаємо контакту вставок і перевіряємо правильність нульових показів. За необхідності установку повторяємо.

4. Вводимо контрольовану різьбу між наконечниками та, використовуючи тріскачку, вимірюємо середній діаметр.

Для самоконтролю рекомендується після вимірювань зафіксувати розташування мікрогвинта стопором 4 і між вставками мікрометра обережно прокотити різьбу. Якщо різьба проходить між вставками мікрометра з незначним зусиллям, то вимірювання виконані правильно. Якщо ж зусилля при прокатуванні різьби достатньо велике або відсутнє зовсім, то вимірювання необхідно повторити.

5. Здійснити відлік за шкалами, а вимірювання повторити 3 рази.

6. Зробити висновок щодо придатності різьбового виробу, якщо різьба виконана за відхиленням 8g.

6.3. Вимірювання елементів різьби на інструментальних мікроскопах

Інструментальні мікроскопи призначені для вимірювання лінійних розмірів та кутів, у т.ч. елементів різьби та різального інструмента. Інструментальні мікроскопи випускаються двох типів: мала модель – ММИ та велика модель – БМИ.

Мала модель інструментального мікроскопа (рис. 6.3) складається з основи 20 з координатно-предметним столиком 18 і колони 7 з тубусом мікроскопа 4.

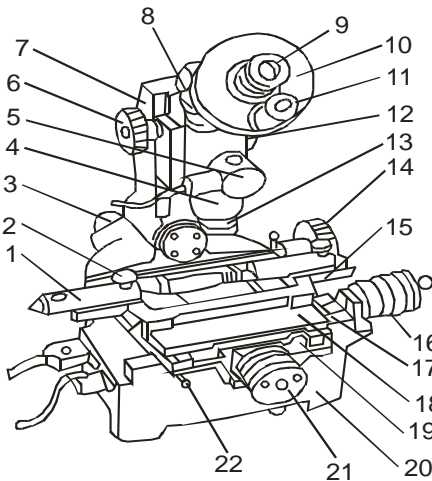


Рис. 6.3

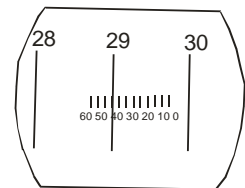


Рис. 6.4

Координатно-предметний столик розміщений на полозках, що пересуваються відносно основи приладу на кулькових опорах, у двох взаємно перпендикулярних напрямках за допомогою двох мікрометричних гвинтів 16 та 21. Цілі значення міліметрів відраховують за шкалою стебла, а частки – за шкалою барабана (ціна поділки – 0,005 мм). За допомогою мікрометричних гвинтів столик може переміщатися на 25 мм. Для збільшення межі вимірювання столик можна пересунути у поздовжньому напрямі рукою разом з мікрометричним гвинтом на 50 мм. Для цього столик відсувають вліво за рукоятку 22 і між ним і мікрогвинтом встановлюють необхідну кінцеву міру 17.

При вимірюванні плоских деталей їх розміщують безпосередньо на предметному склі столика. Деталі з центрувальними гніздами встановлюють між центрами 1 і закріплюють гвинтом 2. Щоб розмістити вісь деталі паралельно до поздовжніх напрямних, верхню частину предметного столика повертають гвинтом 19.

Деталь зазвичай підсвічують знизу паралельним пучком променів від джерела світла 3, розташованого під колоною мікроскопа. Тіньове зображення деталі проектується об'єктивом на штрихову окулярну пластинку головки 10, так, що штрихи і зображення деталі проектується через окуляр 9. Застосовують об'єктиви зі збільшенням 3^{\times} , а окуляри – 10^{\times} , тому загальне збільшення мікроскопа – 30^{\times} .

При вимірюванні кутів окулярна штрихова пластинка може повертатися маховичком 8. Кут повороту обраховується на шкалах кутомірного мікроскопа 11 за основною шкалою з ціною поділки 1° і за додатковою – з ціною поділки $1'$. На рис. 6.4 показаний приклад відліку показу $29^{\circ}43'$. Шкали кутомірного мікроскопа підсвічуються за допомогою дзеркальця від освітлювача 5.

Для фокусування зображення деталі тубус мікроскопа може переміщатися на колоні маховичком 6 і закріплюватися гвинтом 12.

Зображення осьового перерізу різьби буде частково деформоване, тому що воно затуляється витками різьби внаслідок їхнього нахилу. Це спотворення не викликає значної похибки кроку та кута профілю, тому їх можна вимірювати в осьовому перерізі. Однак, це спотворення приводить до значного збільшення середнього діаметра, і тому вимірювати його необхідно при нахилі тубуса, який можна разом з колоною нахилити маховичком 14 на кут підйому різьби, щоб одержати зображення профілю в перерізі, перпендикулярному до її витків.

Кут підйому різьби можна визначити за формулою:

$$\operatorname{tg}\phi = \frac{S}{\pi \cdot d_2},$$

де S – крок; d_2 – середній діаметр.

3. Встановлюємо вісь різьби паралельно поздовжньому переміщенню столика. Для цього горизонтальну поділку окулярної пластини з'єднуємо із зовнішнім діаметром різьби (див. рис. 6.5). За відсутності паралельності повертаємо верхню плиту столика гвинтом 19. Потім столик мікроскопа за рукоятку 22 відводимо вліво, повільно відпускаємо і стежимо за тим, щоб горизонтальна поділка постійно дотикалась до вершини різьби. За необхідності знову повертаємо верхню плиту столика.

4. Виміряємо крок різьби z , для чого встановлюємо перехрестя окулярної пластинки приблизно на середині бічної сторони профілю і маховичком 8 повертаємо її до збігу вертикальної пунктирної лінії з бічною стороною профілю 5. У цьому положенні робимо відлік на шкалах поздовжнього мікрогвинта. Обертанням поздовжнього мікрогвинта 16 переміщаємо деталь до збігу бічної сторони сусіднього витка з тією же пунктирною лінією 6 і в цьому положенні робимо другий відлік. Крок визначається як різниця цих двох відліків. Повторяємо вимірювання кроку різьби на іншій стороні профілю. Фактичне значення кроку визначається як середнє значення кроків, виміряних на правій та лівій сторонах профілю:

$$S = 0,5(S_{r\delta} + S_{\delta a}).$$

Робимо висновок щодо придатності калібру за кроком різьби, якщо він призначений для контролю внутрішньої різьби точності 7H.

5. Виміряємо половину кута профілю $\alpha/2$, для чого, обертаючи маховичок 8 і спостерігаючи в окуляр мікроскопа, встановлюємо нульові поділки на його шкалах. Встановлюємо перехрестя окулярної пластинки приблизно на середину бічної сторони профілю. Після цього повертаємо окулярну пластинку за годинниковою стрілкою до збігу вертикальної пунктирної лінії з бічною стороною профілю 5. Виконуємо відлік по шкалах мікроскопа і повторяємо вимірювання половини кута профілю на іншій стороні.

6. Робимо висновок щодо придатності калібру за кутом профілю, якщо він призначений для контролю різьби точності 7H. При цьому необхідно врахувати, що відхилення половини кута визначається як середнє арифметичне абсолютних величин відхилення обох половинок кута на різних сторонах профілю:

$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \right|_{r\delta} + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \right|_{\delta a}}{2}$$

7. Виміряємо зовнішній діаметр різьби d , для чого підводимо горизонтальну пунктирну лінію штрихової сітки окуляра до вершин профілю різьби і робимо відлік за шкалами мікрогвинта 21. Потім, обер-

таючи мікрогвинт 21, переміщаємо пунктирну лінію до збігу з вершинами різьби нижнього контуру (див. рис. 6.5, поз. 1–2) і робимо другий відлік. Різниця відліків дає фактичне значення зовнішнього діаметра.

За таблицями ДСТУ ГОСТ 16093:2018 знаходимо допустиме відхилення зовнішнього діаметра і робимо висновок щодо придатності різьби калібру по зовнішньому діаметру.

8. Виміряємо внутрішній діаметр різьби d_1 , яке виконуємо аналогічно вимірюванню середнього діаметра, але горизонтальну пунктирну лінію підводимо до западин профілю різьби (див. рис. 6.5, поз. 3–4).

Робити висновок щодо придатності різьби калібру за внутрішнім діаметром.

9. Виміряємо середній діаметр різьби d_2 , яке через спотворення профілю різьби варто робити на мікроскопі виконується з використанням спеціальних вимірювальних ножів.

6.5. Вимірювання середнього діаметра різьби методом трьох дротиків

Вимірювання середнього діаметра різьби калібру можна виконати методом трьох дротиків на контактному приладі відповідної точності. Метод трьох дротиків є непрямим методом вимірювань і одним з поширених і точних методів вимірювань середнього діаметра різьби.

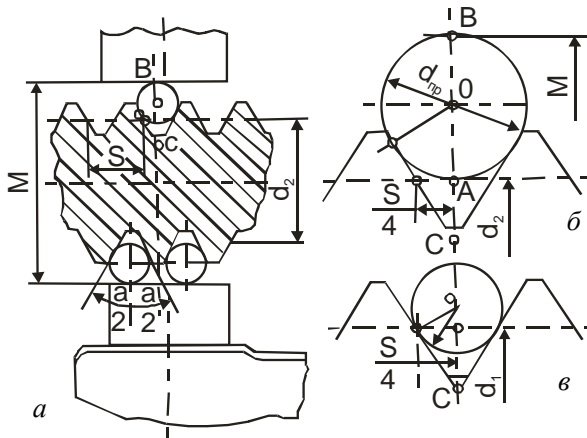


Рис. 6.6

Вимірювання за цим методом базується на визначенні середнього діаметра різьби d_2 (рис. 6.6) як діаметра умовного циліндра, твірна якого ділиться бічними сторонами профілю різьби на рівні відрізки AC :

$$AC = \frac{S}{4} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \text{ де } S - \text{ крок різьби.}$$

$$\text{Тоді } d_2 = M - d_{iD} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) + \frac{S}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

Для метричних різьб $\alpha = 60^\circ$, тому $d_2 = M - 3d_{iD} + 0,866S$.

Для зменшення впливу похибки кута профілю та кроку бажано використовувати дротики такого діаметра, щоби вони дотикалися до бічних сторін профілю у точках, які відповідають діаметру d_2 (рис. 6.6, в).

$$\text{Найвигідніший діаметр дротиків } d_{i\text{д\text{е\text{а}}}} = \frac{S}{2 \cdot \cos \alpha / 2}.$$

Для метричної різьби з $\alpha = 60^\circ$; $d_{i\text{д\text{е\text{а}}}} = 0,557 \cdot S$.

6.6. Порядок вимірювання середнього діаметра різьби методом трьох дротиків

1. Підбираємо дротики найбільш вигідного діаметра. Для цього різьбоміром визначаємо крок різьби і підрахувавши $d_{i\text{д\text{е\text{а}}}}$ підбираємо найбільш близькі за розмірами дротики.

2. Перевіряємо установку мікрометра на нуль і за необхідності виконуємо цю установку. Після установки на нуль закріплюємо мікрометр у підставці (рис. 6.7) і вішаємо на кронштейн підібрані дротики.

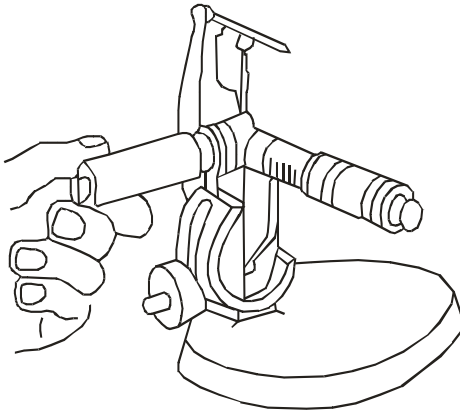


Рис. 6.7

3. Визначаємо середній розмір (діаметр) різьби калібру, для чого розташовуємо вимірювану деталь між п'ятками мікрометра, вводимо дротики у западини різьби і, користуючись тріскачкою, заміряємо відстань M між твірними дротиків. При вимірюванні звертаємо увагу на те, щоби всі три дротики контактували з п'ятками мікрометра. Вимірювання виконуємо не менш трьох разів.

4. Підраховуємо середній діаметр різьби та робимо висновок щодо придатності пробки за середнім діаметром.

6.7. Звіт з лабораторної роботи

У звіті формулюється тема і мета роботи, наводяться основні теоретичні відомості, заносяться табличні результати (табл. 6.1–6.5), будуються поля допусків і робиться висновок щодо придатності деталей або контрольованих калібрів. Завершується звіт зазначенням дати виконання і підписами студента та викладача.

У звіті передбачається місце для відповідей на контрольні питання.

Таблиця 6.1 – Параметри вимірювального інструмента

Елемент, що перевіряється	Назва приладу	Ціна поділки	Межі вимірювання	
			за шкалою	в цілому
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

Таблиця 6.2 – Результати вимірювання середнього діаметра різьби

Крок різьби	Номінальний середній діаметр	Покази приладу			
		1	2	3	Середнє
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

Наводиться схема розташування полів допусків на різьбову пробку та гайку, що контролюється.

**Таблиця 6.3 – Вимірювання середнього діаметра різьби калібру
методом трьох дротиків**

Номінальний середній діаметр, мм		Фактичний розмір дротиків	
Номінальний крок різьби, мм		Змінений діаметр M , мм	
Найбільш доцільний діаметр дротиків $d_{i\text{дв.}}$, мм		Фактичний діаметр d , мм	
Граничні розміри середнього діаметра за ДСТУ, мм			Висновок щодо придатності
Найбільший	Найменший	Зношений	

Таблиця 6.4 – Вимірювання зовнішнього і внутрішнього діаметрів різьби калібру

Діаметр		Зовнішній	Внутрішній	Діаметр		Зовнішній	Внутрішній
Номинальний розмір, мм				Відлік за шкалою	1-й		
					2-й		
Граничні розміри, мм	Найбільший			Фактичний розмір (різниця відліків)			
	Найменший						
	Зношений			Висновок щодо придатності			

Таблиця 6.5 – Результати вимірювань кроку та кута профілю різьби калібру

Крок S для двох сторін профілю			Половина кута профілю		
Покази, мм	Лівої	Правої	Покази, град, хв	Лівої	Правої
1			1		
2			2		
Різниця			Середнє		
$S = 0,5(S_{iD} + S_{eA})$.			Середнє відхилення	$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left \Delta \frac{\alpha}{2} \right _{iD} + \left \Delta \frac{\alpha}{2} \right _{eAA}}{2}$	
Допустиме відхилення			Допустиме відхилення		
Висновок щодо придатності			Висновок щодо придатності		

Питання для самоперевірки

1. На які елементи різьбового виробу призначають допуски?
2. Як компенсується похибка кроку і кута профілю різьбових деталей?
3. Що таке приведений середній діаметр різьби?
4. Як позначають метричну різьбу на кресленні за стандартом ДСТУ ГОСТ 16093:2018?
5. Які елементи різьби контролюють прохідна та непрохідна різьбові пробки?
6. Чим відрізняються профіль різьби прохідного і непрохідного різьбового калібру?
7. Який метод – диференційований або комплексний – застосовують при контролі різьбового отвору різьбовою пробкою?
8. Чому метод трьох дротиків можна віднести до непрямих методів контролю?

Література: [2–5]

Література

1. Исполнительные размеры калибров : справочник / И. А. Медовый и др. – М. : Машиностроение, 1980. – Кн. I. – С. 21–187.
2. ДСТУ ГОСТ 16093:2018. Основні норми взаємозамінності. Різьба метрична. Допуски. Посадки із зазором. – Київ : Держстандарт, 2018.
3. ГОСТ 25346–82, ГОСТ 25347–82. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендованные посадки. – М. : Изд-во стандартов, 1982.
4. Зябрева Н. Н. Лабораторные занятия по курсу «Основы взаимозаменяемости и технических измерений» / Н. Н. Зябрева, М. Я. Шегал. – М. : Машиностроение, 1966. – С. 15–26.
5. Якушев А. И. Взаемозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. И. Якушев. – М. : Машиностроение, 1987. – С. 83–85.

Зміст

<i>Вступ</i>	3
<i>Лабораторна робота 1</i> Вимірювання плоскопаралельними кінцевими мірами довжини	6
<i>Лабораторна робота 2</i> Контроль розмірів, форми та розташування поверхонь циліндричних деталей.....	11
<i>Лабораторна робота 3</i> Вимірювання деталей важільною скобою та індикаторним нутроміром	18
<i>Лабораторна робота 4</i> Вимірювання калібру-пробки на мікрокаторі.....	24
<i>Лабораторна робота 5</i> Вимірювання кутів та конусів	29
<i>Лабораторна робота 6</i> Вимірювання параметрів циліндричних різьб	36
<i>Література</i>	46