

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЗАМІРУ ПАРАМЕТРІВ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК В ОТВОРАХ

Приведено опис конструкцій і принцип роботи вимірних інструментів, методику заміру величини внутрішнього діаметра і ширини кільцевих канавок в корпусних деталях. Дано практичні рекомендації з вибору цих інструментів і розрахунку їх точності.

Умовні позначення

- c - ціна поділки основної шкали;
- n - число поділок ноніуса;
- v - інтервал поділки шкали ноніуса;
- i - точність відліку;
- V - модуль шкали;
- p - крок мікрометричної різі;
- n_1 - число поділок на мікрометричній голівці;
- ES, EI - верхнє та нижнє відхилення оброблюваних поверхонь;
- Δ_{lim} - гранична похибка засобів вимірювання;
- σ - середнє квадратичне відхилення;
- $\sum \Delta_{сист}$ - алгебраїчна сума систематичних похибок;
- $\Delta_{lim_1}, \Delta_{lim_2}, \dots, \Delta_{lim_n}$ - граничні випадкові похибки.

Розточування кільцевих канавок в отворах базових деталей при їх виготовленні і відновленні належить до складних технологічних операцій в плані точності, шорсткості, продуктивності праці і заміру цих параметрів, особливо у великогабаритних деталях [1, 2, 3]. Враховуючи, що питома вага технологічних операцій виготовлення отворів в загальному об'ємі трудоемкості в машинобудуванні і ремонті є великою і ці операції є одними з найбільш складних, то стає проблематичним вимір внутрішніх діаметрів і ширини кільцевих канавок в зв'язку з відсутністю вимірювальних інструментів для виконання відповідних замірів і важкістю доступу до них.

Конкретні засоби вимірювання застосовують в залежності від масштабу виробництва, прийнятої організаційно-технічної форми контролю, конструкції і матеріалу деталі, точності виготовлення.

При масовому та серійному виробництві на машинобудівних та ремонтних заводах, великих спеціалізованих підприємствах в основному використовують високопродуктивні механізовані і автоматичні засоби контролю.

В індивідуальному і мілкосерійному виробництві основними засобами вимірювання є універсальні пристрої, оскільки застосування спеціальних контрольних пристроїв є економічно невиправданим.

На практиці деталі, виготовлені на верстатах, мають відхилення від заданих розмірів та форми. В зв'язку з цим, на точність вимірювання суттєво впливає неточність встановлення вимірного інструмента або приладу, а також неточності, що допускаються при цьому. Це є одним із факторів виникнення похибок, так як за результатами вимірювання можна говорити про точність обробки [4,5].

На основі вищеприведеного розробка вимірювальних інструментів для заміру конструктивних параметрів кільцевих канавок є актуальною і має важливе народногосподарське значення.

Нами розроблені нові типи інструментів для заміру вищевказаних параметрів кільцевих канавок, які подані нище.

При проектуванні враховувались метрологічні показники, до яких можна віднести діапазон показників вимірного приладу та діапазон вимірювання, при якому норма-

вано допустимі похибки засобів контролю. Особливо акцентувалась увага на точності відліку, межі чутливості, передавальному відношенню між інтервалом поділки шкали і її ціни.

На рис. 1 зображено конструкцію інструмента для заміру діаметрів кільцевих канавок в отворах, який виконаний у вигляді штанги 1 і нерухокої вимірювальної видовженої губки 2, яка виготовлена разом зі штангою. Рухома видовжена губка 3 виготовлена разом з рамкою 4, на якій нанесені поділки ноніуса 5, і зверху кріпиться жорстко до штанги за допомогою гвинта 6. На видовжених кінцях рухомої і нерухокої губок із зовнішніх сторін виконані заокруглені виступи 7, середини яких у вертикальній площині розміщені в діаметральній площині розточуваного отвору 8.

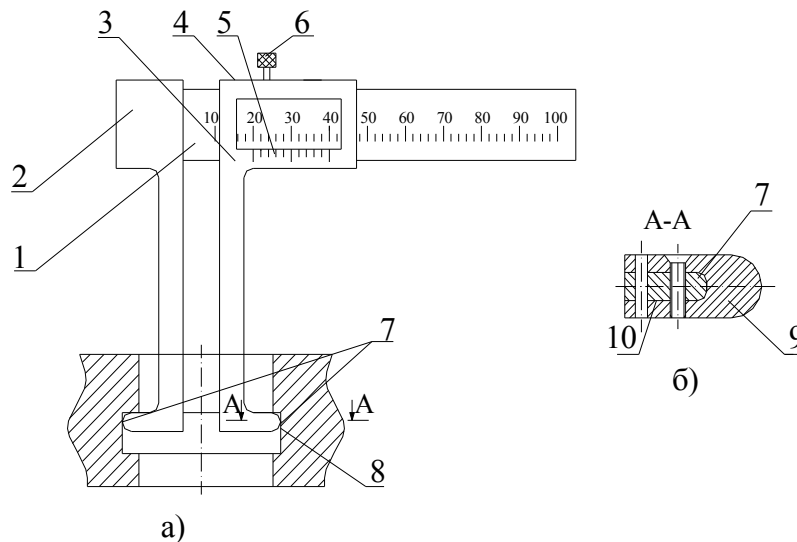


Рис. 1. Інструмент для заміру діаметрів кільцевих канавок в отворах
а) загальний вигляд вимірювання; б) кріплення насадок

На зовнішніх заокруглених виступах рухомої і нерухокої видовжених губок жорстко закріплені насадки 9, які мають П-подібну випуклу форму з внутрішнім пазом 10, що дорівнює товщині губок. Вони взаємодіють по перехідній посадці, і кожна пара закріплена гвинтом і штифтом або іншими відомими жорсткими кріпленнями. Насадки можуть мати різну кривизну і розміри в залежності від величини і форми вимірної канавки. Крім того, вони зручні в експлуатації, при зношуванні їх легко замінити.

Технологічний процес заміру діаметра розточуваного отвору 8 здійснюється наступним чином. Видовжені нерухома і рухома губки стискаються між собою і вводяться в отвір вимірюваної деталі, розводяться таким чином, щоб насадки губок входили в кільцеву канавку. При цьому штанга 1 повинна бути перпендикулярною до вісі вимірюваної поверхні.

В цьому інструменті пристрій для відліку складається зі шкали, розміщеної на штанзі, і ноніуса, що дозволяє відрховувати розміри з відповідною точністю. Число поділок на ноніусі береться на одну більше, ніж на основній шкалі, тобто

$$c(n-1) = \epsilon n. \quad (1)$$

Фактично точність відліку буде залежати від ціни поділки основної шкали і інтервалу ноніуса, $i = c - \epsilon$.

Для забезпечення зручності при відліку шкала ноніуса є розтягнута, поділка його не рівна поділці основної шкали, а в V разів більша. Тоді рівняння (1) прийме вигляд

$$c(v \cdot n - 1) = \epsilon n. \quad (2)$$

Враховуючи величину модуля V , можемо визначити інтервал ноніуса і довжину шкали.

Для заміру внутрішнього діаметра і ширини кільцевої канавки (рис.2) запропоновано конструкцію мікрометричного нутроміра, який складається з корпусу 1 з видо-

вженою циліндричною частиною 2, всередині якої встановлено, по посадці ковзання, з можливістю осьового і кругового переміщення, втулку 3. На верхньому кінці вимірювальної штанги жорстко закріплена мікрометрична голівка 6 із запобіжним механізмом 7. На втулці 3 нанесена вимірювальна шкала 5 для заміру ширини кільцевої канавки 8 в оброблювальному корпусі 9 за допомогою верхніх і нижніх площин вимірювальних елементів 10. Ширина вимірювальних елементів є меншою від ширини кільцевої канавки і мають форму Г-подібних рейок із зубчастою мікрометричною різью 11, розміщених на двох радіально протилежних сторонах, які є у взаємодії з відповідною різьєю, що виконані на нижньому кінці штанги 4. Г-подібні рейкові вимірювальні елементи розміщені в корпусі 12, а для можливості осьового переміщення в ньому виконані вільні виїмки 13. Для зручності встановлення корпусу 12 в отвір обробленої деталі його грані виконані заокругленої форми по всьому периметру.

Робота мікрометричного нутроміра здійснюється наступним чином.

Мікрометричний нутромір корпусом вставляється в оброблюваний отвір таким чином, щоб вимірювальні елементи ввійшли в кільцеву канавку, а основа корпусу 1 щільно прилягала до верхньої площини деталі, яка піддавалась попередній обробці. Після цього за допомогою мікрометричної голівки і запобіжного механізму 7 здійснюється прокручування вимірювальної штанги 4 із мікрометричною різьєю 11. При цьому вимірювальні елементи входять в контакт із внутрішнім діаметром кільцевої канавки 9 і здійснюють його замір. Розмір діаметра кільцевої канавки фіксує мікрометрична голівка з врахуванням відповідних параметрів.

Ширину канавки визначають осьовим переміщенням штанги з вимірювальними елементами 10 з врахуванням ширини останніх.

Точність вимірювання ширини канавки, як і в попередньому випадку, визначається з врахуванням залежностей (1) і (2).

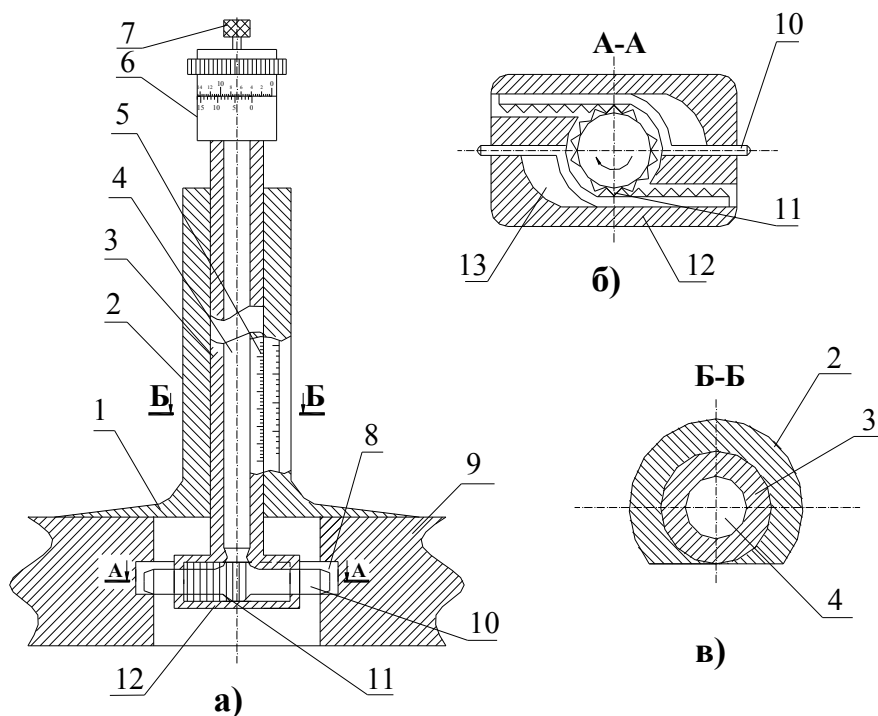


Рис.2. Мікрометричний нутромір для заміру параметрів кільцевих канавок
а) загальний вигляд вимірювання; б) вимірювальний механізм; в) механізм для заміру ширини канавки

Точність вимірювання діаметрального розміру залежить від кроку P мікрометричної різі та числа поділок n_1 на мікрометричній голівці. Відповідно точність відліку

$$i = \frac{P}{n_1} \quad (3)$$

Індикаторний нутромір для заміру параметрів кільцевих канавок (рис. 3) складається зі скоби 1, на якій встановлені установчі і вимірювальні деталі. В нижній частині скоби встановлено механізм, який складається з регулювального барабана 2, що жорстко встановлений в корпус скоби з можливістю осьового повертання. На нижній частині регулювального барабана виконано зубчасте зачеплення у вигляді конічних зубів 3, які взаємодіють з зубами вимірювального наконечника 4, що може рухатися у вертикальній площині, а нижні кінці наконечника виконані під кутом 90° . Товщина зігнутого кінця вимірювального наконечника є меншою від ширини кільцевої канавки 5, а його довжина є більшою від її глибини. Аналогічних розмірів є опорний наконечник 6, який вставлений у діаметрально протилежному кінці скоби і своїм вільним зігнутим кінцем взаємодіє з кільцевою канавкою. Опорний наконечник виконано двоплечим і жорстко встановлено на шарнір 7 з можливістю колового повертання на кут вільного заходу і виходу з кільцевої канавки 5 лівого плеча, а праве плече 8 взаємодіє з торцем щупа 9. Останній встановлено в корпус 10 з можливістю осьового переміщення і підтиснутий пружним елементом 11 вертикально вниз. Верхнім кінцем щуп взаємодіє з вимірювальним елементом 12 індикатора 13. Жорстка фіксація індикатора до скоби здійснюється затискним елементом 14.

Для заміру ширини канавки 5 використано корпус 15 нутроміра 3, з рамкою 16 і ноніусом, який жорстко закріплений до скоби з правого боку регулювального 4 і вимірювального 6 наконечників. В корпусі нутроміра посадкою ковзання встановлено рухому штангу 17, причому кінець штанги з боку вимірювальної кільцевої канавки виконано під кутом 90° товщиною і довжиною меншою відповідно ширини і глибини кільцевої канавки. На рухомій штанзі з двох боків однієї площини нанесено дві шкали, одна з яких починається з нижньої, а друга з верхньої площини зігнутого кінця. До рамки корпусу 15 нутроміра жорстко закріплено регулювальний елемент 19 з фіксуючою рамкою 18 і гайкою 20. На передній площині вимірювального наконечника 4 нанесена ноніусна сітка 21. Конічні зуби 3 зубчастого барабану 2 взаємодіють з аналогічними зубами 22, виконаними на тілі вимірювального наконечника з можливістю прямолінійного переміщення, в корпусі 23, який жорстко приєднаний до скоби.

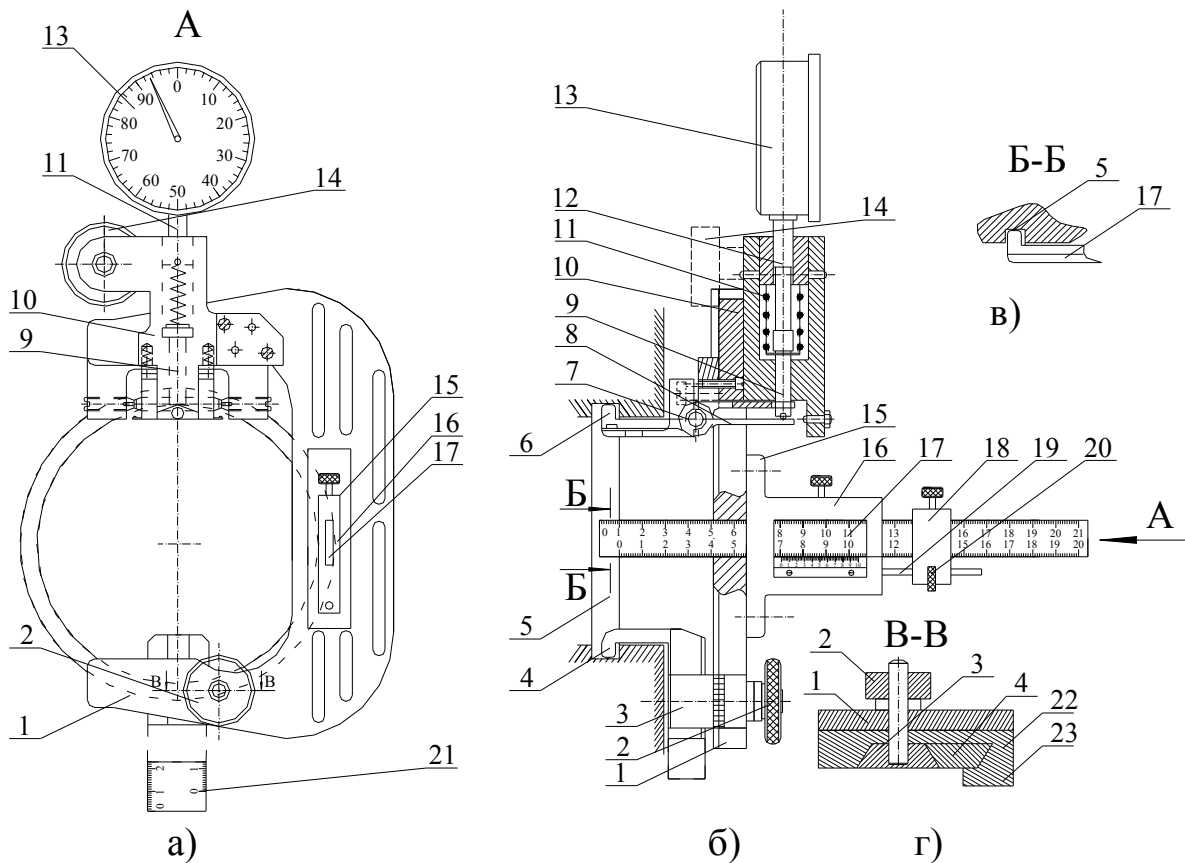


Рис.3. Індикаторний нутромір для заміру параметрів кільцевих канавок
 а, б) загальна схема базування індикаторного нутроміра; в) схема заміру ширини канавки;
 г) регулювальний механізм

Робота індикаторного нутроміра для заміру параметрів кільцевих канавок здійснюється наступним чином.

Перед встановленням індикаторного нутроміра в отвір з кільцевою канавкою за допомогою регулювального барабана 2 відводять вимірювальний наконечник 4 в крайнє положення до центра отвору. Після цієї операції опорний і вимірювальний наконечники вводять зігнутими кінцями в отвір деталі і кільцеву канавку 5. За допомогою регулювального барабану відводять вертикально вниз вимірювальний наконечник, а зігнутий кінець рухомої штанги 17 теж вводять в паз кільцевої канавки. Виставивши опорний 6 і вимірювальні наконечники до повного контакту з циліндричною поверхнею кільцевої канавки, а верхню площину зігнутого кінця рухомої штанги 17 до контакту з верхнім торцем кільцевої канавки, виставляємо індикаторну голівку 13 на нуль.

Діаметр кільцевої канавки 5 визначаємо за показами ноніуса 21, індикаторної голівки після їх знімання з вимірювальної деталі еталонним кільцем. Наприклад, якщо розмір еталонного кільця є більший чи менший від діаметра кільцевої канавки, то ці відхилення фіксує індикаторна голівка.

Глибину кільцевої канавки 5 визначають наступним чином. Рухому штангу 17 виставляють в два крайні положення на верхній і нижній площинах зігнутого її кінця і записують заміри двома шкалами, їх різниця буде визначати ширину канавки. Наприклад верхня шкала має поділки 18,5 мм, а нижня 12,3 мм, тоді різниця буде складати ширину кільцевої канавки 6,2 мм.

Запропоновані інструменти для вимірювання діаметра і ширини кільцевої канавки забезпечують якісний замір конструктивних параметрів, збільшують продуктивність праці контрольних операцій в машинобудуванні.

Проте необхідно враховувати, що оброблювані поверхні під дією багатьох факторів мають відхилення ES, EI . При вимірюванні універсальними інструментами похибки розподіляються за законом, який близький до закону нормального розподілу. Тому для оцінки точності вимірювання використовують метрологічну характеристику – граничну похибку засобу вимірювання $\Delta_{im} = 6\sigma$.

Для підвищення точності вимірювання, при неможливості заміру переліченими вимірними пристроями, необхідно провести багаторазові заміри з повертанням вимірного інструмента відносно вимірювальної поверхні. В такому випадку, для одержання розміру з метою оцінки точності результату необхідно похибки сумувати. Систематичні похибки сумують алгебраїчно із своїми знаками, а випадкові похибки геометрично за законом сумування незалежних випадкових подій [6].

В такому випадку сумарна похибка з врахуванням систематичних і випадкових похибок

$$\Delta_{im\Sigma} = \sum \Delta_{i_{сум}} \pm \sqrt{\Delta_{im1}^2 + \Delta_{im2}^2 + \dots + \Delta_{imn}^2}. \quad (4)$$

Знак у квадратичної суми повинен бути однаковий із знаком суми систематичних похибок, що дозволяє визначити найбільше значення сумарної граничної похибки.

Висновок

Враховуючи важливість і складність технологічних операцій розточування отворів і заміру їх конструктивних параметрів, запропоновані конструкції вимірювальних інструментів можуть мати широке використання в машино- і приладобудуванні.

Описані конструкції зручні в експлуатації, вони забезпечують значне підвищення продуктивності праці і точності вимірювання в контрольних операціях для заміру ширини і глибини кільцевих канавок в отворах.

The specification of constructions and operating principle of measuring instruments as well the technique of measuring the value of interval diameter and width of ring grooves of body details are given. The practical recommendations to choose these instruments and to calculate their accuracy are presented.

Література

1. Егоров М.Ф., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1978. – 534 с.
2. Корсаков С.А. Технология машинобудування - К.: Вища школа, 1984. – 365 с.
3. Руденко П.О. Проективання технологічних процесів у машинобудуванні. - К.: Вища школа, 1993. – 413 с.
4. Каплунов Р.С. Контроль качества деталей типовых групп. - М.: Изд. Стандартов, 1977. – 199с.
5. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: Агропромиздат, 1987. – 367 с.

Одержано 03.04.2003 р.