

ЕВОЛЮЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЛАДАМИ ВИМІРУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПІВ

Розглядаються зміни метрологічного забезпечення приладами виміру геометричних параметрів деталей штампів. Ці зміни відбувалися в результаті підвищення вимог до забезпечення якості і конкурентоспроможності продукції що виготовляється з використанням штампів холодного листового штампування. Ці показники, в першу чергу, залежать від забезпечення виробництва контрольно-вимірювальними приладами, як вітчизняними так і зарубіжними, соответствующей точності.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, прилади виміру, деталі штампів, геометричні параметри, контрольно-вимірювальні прилади, забезпечення виробництва, вітчизняні і зарубіжні прилади.

G. KLESCHEV

Odesa state academy of the technical adjusting and quality, Odesa

EVOLUTION OF METROLOGY PROVIDING BY DEVICES OF MEASURING OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF DETAILS OF STAMPS

The changes of the metrology providing of measuring of geometrical parameters of details of stamps devices are examined. These changes took place as a result of increase of requirements to providing of quality and competitiveness of products that is made with the use of stamps of the cold sheet punching. These indexes, first of all, depend on providing of production of control-measuring devices, as domestic so foreign, corresponding accuracy.

Keywords: metrology providing, devices of measuring, detail of stamps, geometrical parameters, control-measuring devices, providing of production, domestic and foreign devices.

Вступ

Найважливішу роль в забезпеченні якості і конкурентоспроможності продукції практично усіх галузей промисловості грає контрольно-вимірювальна техніка, в якій особливе місце займають засоби виміру і контролю геометричних параметрів відповідальних деталей, оснащення (штампів) вузлів машин і механізмів. У умовах сучасного ринку, жорсткої конкуренції і постійного вдосконалення технологій на підприємствах різних областей промисловості, гостро встає проблема швидкого і усебічного контролю деталей, оснащення (штампів), заготівель, а також отримання прототипів майбутніх виробів. Сказане примушує безперервно удосконалювати методи виміру і контролю, а звідси і створювати досконаліші засоби виміру у тому числі - вимірювальні прилади. Тому впровадження оптоелектронних приладів (ОП) - найсерйозніше досягнення сучасної техніки лінійних вимірів.

Проблеми

В умовах сучасного ринку, жорсткої конкуренції і постійного вдосконалення технологій на підприємствах різних областей промисловості, **гостро встає проблема швидкого і усебічного контролю** деталей, оснащення (штампів), заготівель

Мета роботи

Показати еволюцію метрологічного забезпечення приладами виміру геометричних параметрів на прикладі деталей штампів

Основні результати досліджень

Засоби вимірювання відхилень від форми в залежності від методів матеріалізації криволінійної системи координат можна розділити на спеціалізовані і універсальні [12]. Тенденції розвитку методів і засобів вимірювання відхилень від форми складної просторової поверхні (СПП) орієнтовані на універсальні засоби вимірювання (ЗВ). Поки вимоги по точності виробництва деталей штампів із СПП форми були не високими, її забезпечували технологічно, або застосовували комплекс систем вимірювання і спеціалізованих пристроїв - штангенциркуль (ШЦ), вимірювальних мікроскопів, оптиметрів, вимірювальних машин (ИЗМ- 1 - ИЗМ- 12), двохкоординатних вимірювальних машин (ДИП- 1 - ДИП- 6), вимірювальних голівок і т.д. Штангенциркуль (ШЦ) - найпопулярніший інструмент для виміру лінійних розмірів виробів, який застосовується вже більше 100 років. Традиційний механічний штангенциркуль складається з прямокутної штанги (звідси і назва штангенциркуль і штангенінструмент) з вимірювальною губкою і нанесеною на штангу міліметровою шкалою і що переміщається по штанзі повзуна (рамки) з іншою вимірювальною губкою і ноніусом. У такому конструктивному виконанні ШЦ випускається і нині. Штангенциркулі випускають багато зарубіжних фірм Tesa (Швейцарія), Mitutoyo (Японія), Carl Mahr (Німеччина) і фірми - Челябінський інструментальний завод (ЧІЗ) і Кировский інструментальний завод (КРІЗ). Також у продажів є китайські ШЦ. ШЦ із звітвом за штриховою шкалою випускають з діапазоном виміру від 125 до 2000 мм і з ціною ділення ноніуса 0,1; 0,05 і 0,02 мм. Проте механічний ШЦ з штриховим відліком має серйозний експлуатаційний недолік - незручність відліку за штриховою шкалою і ноніусом особливо в умовах поганого освітлення. Цей недолік був повністю виключений, коли почали випускати електронний штангенциркуль з цифровим відліком. На повзуні електронного ШЦ (рис.1.а) також розташована

електронна мікропроцесорна схема і цифровий дисплей з дискретністю свідчень 0,01 мм. Висота цифр складає 7 - 9 мм. На корпусі повзуна є дві кнопки "Вкл/викл" і установка нуля. Установка нуля можлива як при зведених губках ШЦ, так і в будь-якому місці штанги (наприклад, для контролю партії однакових деталей). Деякі моделі мають додаткові функції, наприклад, сортування по розмірах, кодовий вихід на зовнішні пристрої та ін. Уся електронна система живиться від невеликої літєвої батареї, термін служби якої 1,5 року або 20000 годин. Електронні ШЦ випускаються з мірою захисту від IP40 - до IP67 (герметичні) за стандартом DIN EN 60529 і ГОСТ 14254- 96. Також випускаються циферблатні ШЦ (див.рис 1.б).



Рис.1. Штангенціркуль: а) електронний б) циферблатний

Було розроблено і випускалося декілька цілком вдалих конструкцій оптиметрів з хорошими метрологічними характеристиками (див. рис.2), контактний інтерферометр Уверского, оптикатор. Ці прилади широко застосовувалися в цехах і лабораторіях машинобудівних заводів. Недоліком цих приладів був невеликий діапазон вимірів і дуже незручний і трудомісткий процес виміру, що вимагає високої кваліфікації оператора. Для відліку свідчень оптиметра і інтерферометра потрібно було дивитися в окуляр, відлічувати долі ділення шкали або інтерференційної смуги і тому подібне. Це було незручно і стомливо. Усі вказані прилади застосовувалися тільки для відносних вимірів, тому що мали невеликий діапазон вимірів. Прогрес технології і електроніки здолав усі недоліки растрових перетворювачів і привів до розробки оптоелектронних приладів (ОП) з інкрементними (що дискретними підсумовують) фотоелектричними перетворювачами. Ці прилади мають дуже високі метрологічні характеристики, великі діапазони вимірів і цифровий відлік (див. рис.3).

Впровадження ОП - найсерйозніше досягнення сучасної техніки лінійних вимірів і їх метрологічні характеристики порівнянні з характеристиками безконтактного лазерного інтерферометра і часто перевершують потреби сучасного машинобудування [1].

ОП складається з вимірювальної голівки з інкрементним растровим фотоелектричним перетворювачем і мікропроцесорного блоку з цифровим відліком (пристрої цифрової індикації). Іноді в комплект приладу включають стійку з масивним, як правило, кам'яною основою (рис.3). На стійку встановлена вимірювальна голівка і виходить невеликий висотомір з коротким і жорстким вимірювальним контуром.

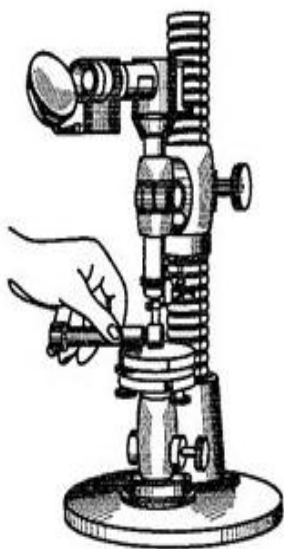


Рис. 2 - Оптиметр



Рис. 3. ОП з інкрементним фотоелектричним перетворювачем

Основу приладу представляє вимірювальна голівка з інкрементним фотоелектричним перетворювачем. Голівка має дуже просту і ефективну конструкцію. У жорсткому корпусі на тій, що направляє з насипних куль встановлений довгий стержень (шток), на якому закріплена шкала 1, що переміщається разом із стержнем. У корпусі нерухомо закріплений прочитуючий пристрій, відносно якого переміщається шкала. Пристрій містить індикаторну пластину 2, освітлювач 3, конденсор 4 і чотири фотодіоди 5 (чи один фотодіод, що має чотири поля).

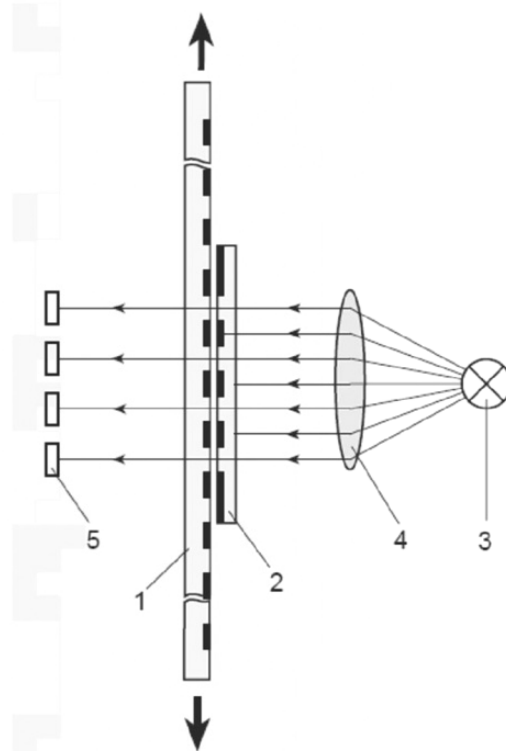


Рис. 4. Схема вимірювальної голівки з інкрементним фотоелектричним перетворювачем

У прочитуючій голівці сучасних перетворювачів замість чотирьох фотодіодів (рис. 4), застосовують фотодатчик, що має матрицю з безлічі фотодіодів. Така конструкція прочитуючої голівки збільшує якість вихідного сигналу навіть при забрудненні шкали. Мікропроцесорний блок приладу забезпечений програмою лінеаризації, що дозволяє при необхідності зменшити систематичні погрішності приладу в діапазоні виміру.

У голівках з інкрементним перетворювачем є дві серйозні метрологічні переваги:

- в голівках дотриманий принцип Аббе. Вимірювальний стержень і інкрементна шкала знаходяться на лінії виміру. Це виключає додаткові погрішності і підвищує точність виміру;

- інкрементний перетворювач має матеріальний носій розміру - фізичну міру довжини у вигляді скляної штрихової шкали з малим кроком штрихів від 4 до 20 мкм. Такі шкали стійкі до зміни зовнішніх умов, а ОП не вимагають частого калібрування, оскільки крок штрихів не міняється з часом.

Для вимірів розмірів деталей штампів нині застосовуються також і двокоординатні вимірювальні машина ДИП- 1. (див. рис.5).



Рис. 5. Двокоординатна вимірювальна машина ДИП-1

У "Іллічівському судноремонтному заводі" для вимірів деталей штампів застосовується вимірювальна машина ИЗМ- 2. Повірка проводиться із застосуванням еталонів: набіра мір довжини кінцевих плоскопаралельних типу МКП Зрозряду, зав. №№ 012; Т- 9148 (див.рис. 6). Умови проведення повірки $t = 20^{\circ}$, відносна вологість 75%. На підставі результатів повірки (протокол №2-09-8.336) робочий

еталон визначено придатним до застосування.



Рис. 6. Вимірювальна машина ИЗМ- 2

У Державному Підприємстві «ОДЕСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ЗАВОД» для вимірів деталей штампів застосовується вимірювальна машина ИЗМ-10М (див. рис.7). На підставі результатів повірки техніки робочий еталон визначено придатним до застосування. ГОСТ 10875 «Машины оптико- механические типа ИЗМ для измерения длин. Основные параметры. Технические требования», ДСТУ ГОСТ 8. 336 «ГСИ. Машины оптико- механические типа ИЗМ для измерения длин. Методы и средства поверки» Значення метрологічних характеристик $\Delta = \pm(0,3+9 \cdot 10^{-3} L)$ мкм (L- довжина в мм); діапазон вимірювання: 0-1000мм



Рис.7 - Вимірювальна машина ИЗМ-10

Для контролю точності виготовлення виробів і технологічного оснащення (штампів) на більшості підприємств застосовуються стаціонарні координатно-вимірювальні машини (КИМ). На рис.8 представлений КИМ виробництва Швейцарії, а на рис.9 виробництв Італії.



Рис. 8. Контрольно - вимірювальна машина TESA - VISO 300(Швейцарія)



Рис. 9. Контрольно - вимірювальна машина Hexagon MI DEA (Італія)

Проте у ряді випадків, наприклад, при вимірі великогабаритних деталей або важкодоступних порожнин, а також при необхідності провести виміри безпосередньо на складальній лінії, на ливарному заводі або на ремонтній ділянці, ці машини непридатні. У таких ситуаціях можуть використовуватися вимірювальні машини, виконані у вигляді маніпулятора, - вони компактні і легкі і для проведення вимірів встановлюються безпосередньо поряд з вимірюваним об'єктом. Принцип дії таких машин досить простий. Оператор, закріпивши маніпулятор в зручному для роботи місці, наприклад за допомогою магнітної основи, до будь-якої металевої поверхні, торкається щупом вимірюваної точки. За допомогою датчиків, розташованих в зчленуваннях маніпулятора, на комп'ютерну систему поступає інформація про просторові координати кінчика щупа (при використанні точкового) або центру сфери (при використанні сферичного наконечника). Таким чином, знімаючи координати точок з вимірюваної деталі, комп'ютерна система може або розраховувати по них відхилення в порівнянні з комп'ютерною моделлю, або обчислювати геометричні параметри елементів виробу. Останніми роками створено нове покоління приладів активного контролю, призначених для управління процесом обробки валів, отворів і плоских поверхонь з безперервною і переривчастою поверхнею на кругло- і внутрішньошліфувальних верстатах-автоматах, напівавтоматах і верстатах з ЧПУ, що відрізняється від що раніше випускалися істотно вищим технічним рівнем (підвищення в 1,5-2 рази швидкодії і точності, зменшення в 2-3 рази габаритів, маси, енергоспоживання, розширення технологічних можливостей, використання єдиного для усієї гамми приладів активного контролю однієї і тієї ж моделі малогабаритного електронного відліково-командного пристрою на мікропроцесорній базі). Гамма включає 7 основних моделей приладів з різними виконаннями і закриває контроль деталей при усіх видах шліфування, окрім безцентрового. Діапазон розмірів контрольованих валів і отворів: 2,5-200 мм, дискретність цифрового відліку - 0,1 - 1 мкм.

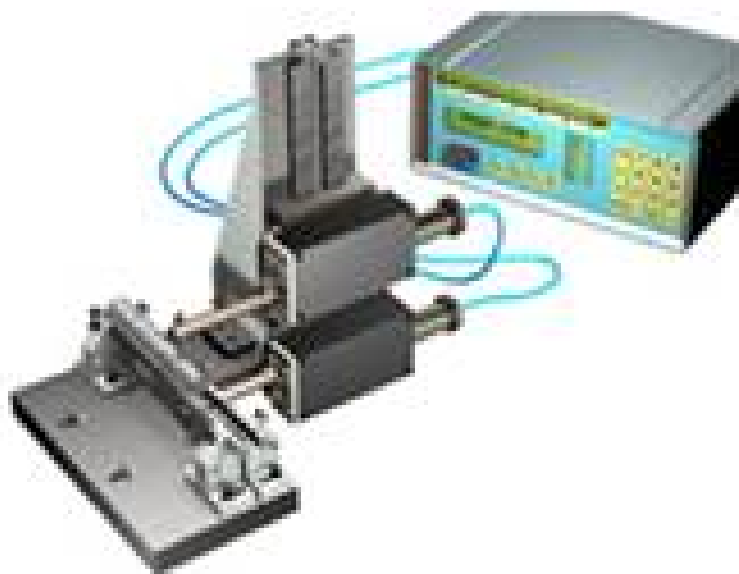


Рис. 10. Прилад активного контролю для управління процесом обробки на кругло- і внутрішньошліфувальних верстатах-автоматах, напівавтоматах і верстатах з ЧПУ

Проведення вимірів на верстаті доки викликає багато питань як у технологів, так і у метрологів. 3

одного боку, верстат повинен використовуватися для випуску продукції, а не для непродуктивних вимірів. Це вагомий аргумент, якщо не враховувати, скільки часу можна заощадити, якщо виявити брак на ранній стадії. В даному випадку PowerINSPECTOMV може виступити засобом проміжного контролю. При виробництві складних великогабаритних деталей, коли ціна помилки дуже висока, проміжний контроль підвищує вірогідність досягнення бажаного результату. З іншого боку, метрологи доки не хочуть визнати, що верстат може бути засобом виміру. Формально з цим теж можна погодитися, хоча точність позиціонування сучасних верстатів з ЧПУ навіть сьогодні забезпечує погрішність виміру, достатню для контролю більшості розмірів, особливо великогабаритних виробів. Використання PowerINSPECTOMV як засіб контролю вже зараз виправдано економічно і технічно.

Висновки

Таким чином, проведення аналіз еволюції зміни метрологічного забезпечення приладами виміру геометричних параметрів показав істотні зміни (у бік підвищення точності, надійності і безпеки) контрольно-вимірних приладів для машин і приладобудування.

Використання КИМ і лазерних сканерів для безконтактного знімання інформації дозволяє значно скоротити терміни, необхідні для проектування нових і модернізації виробів, що серійно випускаються, досягти високої точності проведення контрольно-вимірних робіт, а також значно скоротити час і понизити витрати на проектування і виготовлення контрольних пристосувань.

Література

1. Клещев Г. М. Патент «Спосіб реалізації активного методу вимірювання і корегування зносу інструменту з використанням лазерних приладів на основі інтегрованої системи автоматизації виробництва штампів», № 111088, зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.10.2016.
2. Клещев Г.М. Новая технология производства штампов холодной листовой штамповки для строительства и сельхозмашиностроения/Г.М. Клещев, Л.В. Коломиец, М. Г. Клещев// Збірник Міжнародних науково-технічних праць MOTROL'2014, Том15, №1 LUBLIN, Польща, С.157- 161
3. Клещев Г.М. Интегрированная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов холодной листовой штамповки / Г.М.Клещев //Збірник наукових праць військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка – Київ, 2011. – Вип. 30.– С. 110–114.

References

1. Kleshev G. Patent "Sposiv realizacii aktivnogo metody vumiryvanna i koregyvanna znocy instrymenty s vukoristannam lazernux pruladiv na osnovi integrovanoi systems of the avtomatuzazi vurobnuzva of stampiv» № 111088, zareestrovano v Derzavnomy reestri patentiv Ukrainu na korusnu modely 25.10.2016.
2. Kleshev G. Nova texnologija proizvodstva stampov xolodnoiy listovoi shtampovki dla stroitelstva I selxozmaschinostroenia/G. Kleshev, L. Kolomiez, M. Kleshev//Zbornik Mixnarodnux naykovo- texnisnux praz MOTROL'2014, Tom15, №1 LUBLIN, Polyscha, C.157- 161.
3. Kleshev G. Integrirovanna adaptivna skvoznay komputer technology mechanoobrabotki detales stampiv xolodnouy listovoy stampovki/G.Kleshev//Zbirnik naykovo praz vuyckovogo instyuty Kuevskogo nazionalnogo universutety imeni Tarasa Schevchenko- Kuiv, 2011.-Vup.30.-C.110-114.

Рецензія/Peer review : 10.1.2017 р. Надрукована/Printed :27.2.2017 р.
Стаття рецензована редакційною колегією