

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, ІНФОРМАЦІЙНІ І ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

УДК 621.001

Ю. В. Кодра, А. Р., Завербний, Ю. В. Шенбор
Національний університет “Львівська політехніка”

АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ПРЕЦИЗІЙНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

© Кодра Ю. В., Завербний А. Р., Шенбор Ю. В., 2017

Проаналізовано існуючі методи контролю геометричних розмірів деталей. Описана принципова схема автоматичної установки для контролю діаметра і овальності прецизійних циліндричних деталей пневматичним методом. Наведені рекомендації щодо вибору основних параметрів пневмовимірювальної системи для забезпечення високої точності процесу контролю за максимальної продуктивності. Описаний пристрій забезпечує контроль діаметра та овальності циліндричних деталей з точністю 0,002 мкм та сортування проконтрольованих деталей на три групи: придатні, брак малий, брак великий.

Ключові слова: деталь, пневмовимірювальна система, метод, автоматизація, точність контролю, діаметр, овальність, сортування.

AUTOMATIC CONTROL OF PRECISION CYLINDER PARTS

The existing methods for control of geometrical dimensions of details were analyzed. The basic scheme of automatic plant for controlling the diameter and ovality of precision cylindrical details by pneumatic method was described. There was given recommendations for the choice of basic parameters of pneumatic measuring system for providing the high precision control process at maximum performance. The described device provides control of diameter and ovality of cylindrical details with an accuracy of 0.002 microns and sorting of controlled details into three groups: fit, small reject, big reject.

Key words: detail, pneumatic measuring system, method, automatic, precision control, diameter, ovality, sorting.

Вступ. Постановка проблеми. До прецизійних деталей належать такі, у яких допуски на лінійні розміри є доволі жорсткими і знаходяться у межах 0,005...0,001 мм. У більшості таких деталей поряд із допуском на діаметральні розміри вказують допуски на овальність і огранку. Очевидно, що допуски на овальність і огранку повинні бути меншими, ніж допуски на лінійні розміри.

Враховуючи необхідність обертання деталі під час контролю овальності і огранки, застосування контактних методів контролю (де відбувається тертя між деталлю і щупом контрольного пристрою), не бажано, оскільки при цьому виникає необхідність підналагодження контрольного пристрою через зношування контактної зони щупа.

Враховуючи це, для контролю таких параметрів можуть бути застосовані тільки безконтактні методи контролю.

Аналіз методів контролю. Із відомих безконтактних (і найпростіших) методів контролю, які можуть бути використані у цьому разі, є такі: емнісний, радіометричний, фотоелектричний і пневматичний.

Під час контролю геометричних параметрів ємнісний, радіометричний та фотоелектричний методи мають істотний недолік – вплив геометричних та фізичних властивостей деталі на точність контролю.

Тому перевагу належить віддати пневматичному методу, який за своїм принципом і є найпростішим за конструкцією і простіше піддається автоматизації [1].

Однак пневматичний метод контролю має істотний недолік – інерційність (тривалість перехідних процесів у пневмовимірювальній системі), що обмежує продуктивність автоматичного контрольно-сортувального обладнання.

Мета і завдання досліджень. Для досягнення максимально можливої продуктивності контролю діаметра деталі достатньо визначити за статичною характеристикою пневмовимірювальної системи момент часу, коли можна опитувати контрольновимірювальний пристрій. Час його стабілізації залежить від діаметрів вхідного і вимірювального сопел і об'єму вимірювальної камери.

Час перехідних процесів зменшується за зменшення об'єму вимірювальної камери і збільшення діаметра вхідного сопла.

Очевидно, що під час контролю форми циліндричної деталі (наприклад, овальності) деталь на позиції контролю повинна обертатися.

Під час безперервного контролю розміру, що періодично змінюється у часі, необхідно правильно визначити кутову швидкість обертання деталі. Для цього необхідно враховувати амплітудно-частотну характеристику контрольно-вимірювального пристрою (пневмоелектроконтактного перетворювача).

На рис. 1 показано пневматичну схему автомата для контролю і сортування прецизійних циліндричних деталей. Схема складається із блока живлення А1 і двох пневматичних систем: привідної і вимірювальної. Привідна пневмосистема містить пневмоциліндр Ц1 (призначений для подачі деталей на позицію контролю), стабілізатор тиску КР2 з манометром МН3, розподілювач Р1 і регульований дросель Др1.

Пневмовимірювальна система містить стабілізатор тиску КР1 з манометром МН2, пневмоелектроконтактний датчик А2 і позицію контролю 1 з пневмоскобою А3.

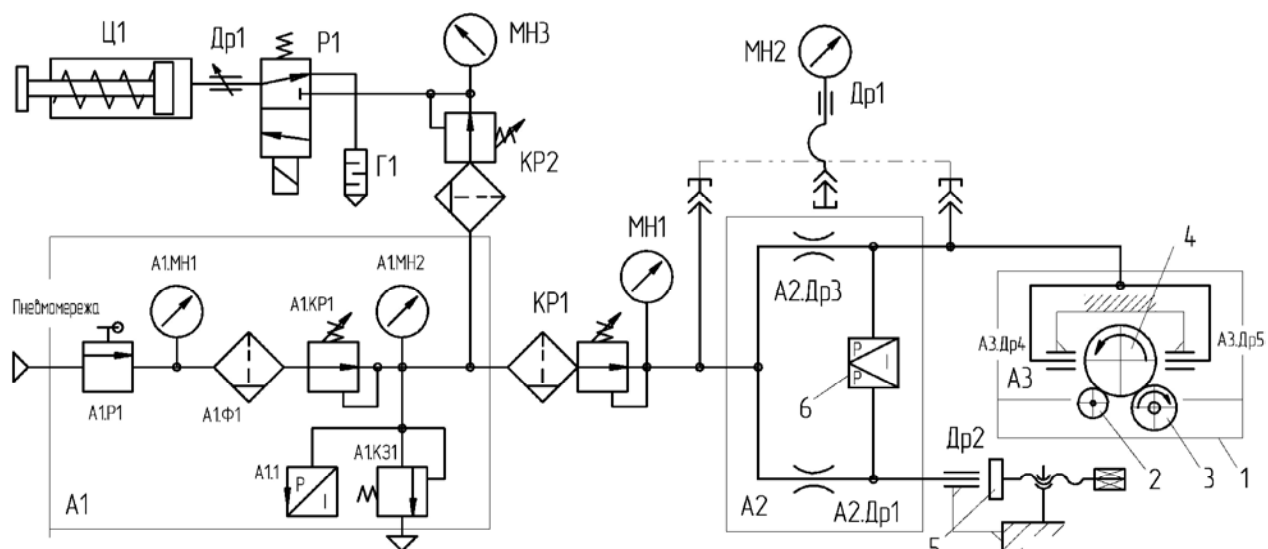


Рис. 1. Пневматична схема контрольно-сортувального автомата:
 А1 – блок живлення; А2 – пневмоелектроконтактний датчик; А3 – пневмоскоба;
 1 – позиція контролю; 2 – опорний ролик; 3 – ведучий ролик; 4 – об'єкт контролю;
 5 – вузол протитиску; 6 – диференціальний сильфонний перетворювач

Пневмоелектроконтактний датчик А2, побудований за диференціальною схемою, складається із двох симетричних пневмовимірювальних камер (пневмоліній) з вхідними соплами А2.Др1 і А2.Др3 і диференціального сильфонного перетворювача б. Верхня пневмолінія є вимірювальною і закінчується жорстко з'єднаними між собою вимірювальними соплами А3.Др4 і А3.Др5, що утворюють пневмоскобу, яка розміщена на позиції контролю.

На позиції контролю 1 деталь 4, що підлягає контролю, встановлюється на ролики 2 і 3, діаметрально по відношенню до вимірювальних сопел. Ролик 3 є привідним. Тут повітря в атмосферу виходить через зазори між торцями вимірювальних сопел і поверхнею деталі 4, що контролюється.

Нижня пневмолінія використовується для налагодження вимірювальної системи. Із неї повітря виходить в атмосферу через регульований дросель Др2 вузла протитиску 5.

Виклад основного матеріалу. Із досвіду конструювання пневматичних вимірювальних пристроїв впливає рекомендація [2]: параметри пневмовимірювальної системи і частота обертання деталі повинні бути такими, щоб

$$\frac{A_{\text{дин}}}{A_{\text{ст}}} = 0,6...0,7, \quad (1)$$

де $A_{\text{дин}}$ і $A_{\text{ст}}$ – динамічна і статична амплітуди переміщення чутливого елемента приладу.

Якщо виразити відношення амплітуд $\frac{A_{\text{дин}}}{A_{\text{ст}}}$ як функцію частоти n обертання деталі ($\frac{A_{\text{дин}}}{A_{\text{ст}}} = f(n)$), то отримаємо такий вираз:

$$\frac{A_{\text{дин}}}{A_{\text{ст}}} = \frac{1}{1 + \alpha \cdot \left(\omega \frac{V}{100} \right)^{3/2}}, \quad (2)$$

де ω – число періодів у хвилину синусоїдальної зміни розміру; V – об'єм вимірювальної камери у см^3 ; α – коефіцієнт, що залежить від параметрів пневмовимірювальної системи.

Під час контролю деталей із заданою точністю $\pm 0,005$ мм вибираємо основні параметри пневмовимірювальної системи [3]: вимірювальний тиск $P = 0,2$ МПа, вхідні сопла $d_1 = 0,7$ мм (А2.Др1 і А2.Др3), вимірювальні сопла $d_2 = 1,5$ мм (А3.Др3 і А3.Др5). При цьому прямолінійна ділянка статичної характеристики – $\Delta s = 30$ мкм, вимірювальний зазор, що відповідає середині прямолінійної ділянки характеристики, – $s = 100$ мкм.

Відповідно до вибраних параметрів пневматичної вимірювальної системи, коефіцієнт $\alpha = 150 \cdot 10^{-4}$, об'єм вимірювальної камери – $V = 45 \text{ см}^3$ [3]. Заданий час вимірювання овальності деталі – $t = 3$ с.

Для вимірювання овальності деталь повинна зробити не менше $\frac{3}{4}$ оберта під час вимірювання. Частота обертання деталі може бути визначена з такого виразу:

$$n = \frac{3}{4} \cdot \frac{60}{t} = \frac{3}{4} \cdot \frac{60}{3} = 15 \text{ об/хв.}$$

Кількість періодів за хвилину синусоїдальної зміни розміру у процесі контролю овальності $\omega = 2 \cdot n = 2 \cdot 15 = 30$.

За вибраних і визначених параметрів пневматичної вимірювальної системи перевіряємо відповідність відношення $A_{\text{дин}}/A_{\text{ст}}$ рекомендованим значенням:

$$\frac{A_{\text{дин}}}{A_{\text{ст}}} = \frac{1}{1 + 150 \cdot 10^{-4} \left(30 \frac{45}{100} \right)^{3/2}} = 0,57.$$

Можна вважати, що отримане значення відповідає рекомендаціям.

Для зручності вибору вимірювального зазору залежно від діаметра вхідного сопла і визначення чутливості вимірювальної системи для найпоширенішого значення діаметра вимірювального сопла $d_2 = 1,5$ мм були побудовані відповідні графіки, які показані на рис. 2, 3.

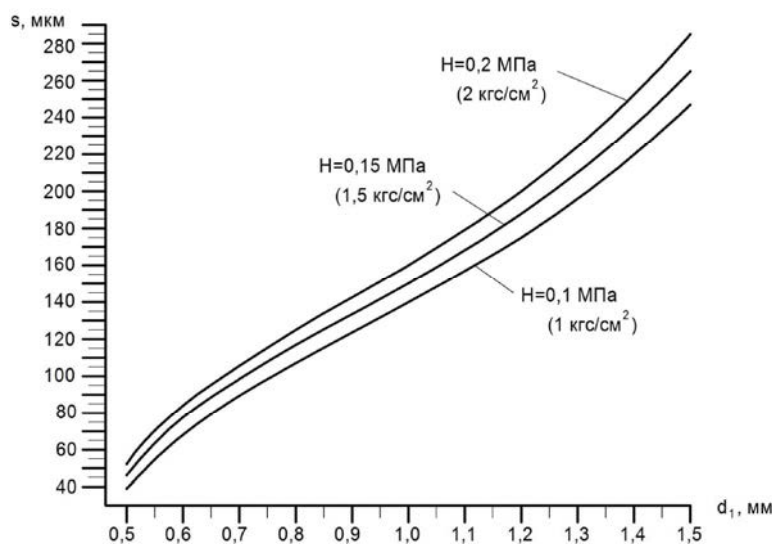


Рис. 2. Залежність вимірювального зазору s від діаметра вхідного сопла d_1 за діаметра вимірювального сопла $d_2 = 1,5$ мм

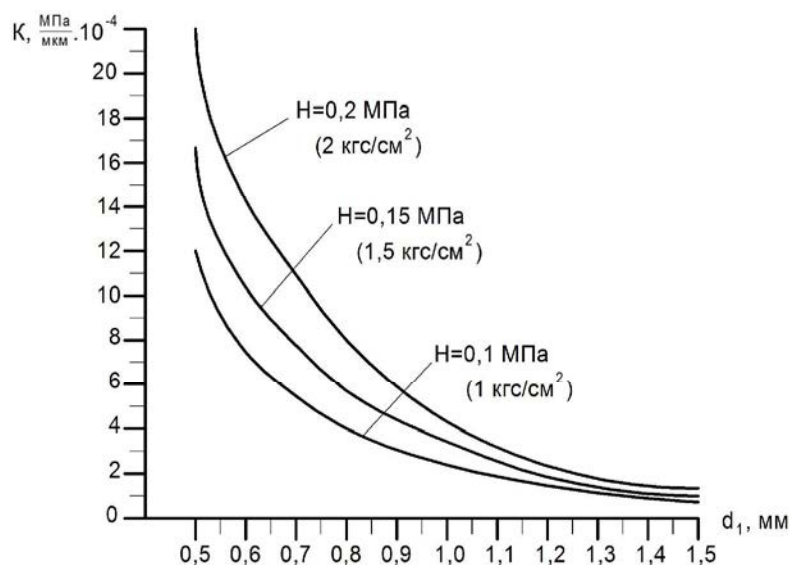


Рис. 3. Залежність чутливості K вимірювальної системи від діаметра вхідного сопла d_1 за діаметра вимірювального сопла $d_2 = 1,5$ мм

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень, на основі вибраних параметрів пневмовимірювальної системи для контролю діаметра та овальності циліндричної деталі на кафедрі проектування і експлуатації машин Національного університету "Львівська політехніка" розроблено автомат для контролю діаметра і овальності циліндричної частини прецизійних деталей з сортуванням проконтрольованих деталей на три групи. Технічні дані автомата контролю наведені нижче. Загальний вигляд цього автомата показано на рис. 4.



Рис. 4. Автомат для контролю діаметра і овальності прецизійних циліндричних деталей

Основні технічні дані автомата

Продуктивність		20 шт./хв
Параметр деталей, що підлягає контролю:	– діаметр	14,1±0,005 мм
	– овальність	0,004 мм
Обслуговування		1 оператор.
Ємкість магазину		35 шт.
Енергетичні джерела: мережа електрична, однофазна		220 В, 50 Гц
пневмомережа		3,2...5 кгс/см ²
Тиск повітря, що подається у машину		3,2 кгс/см ²
Тиск повітря, що подається у пневмоциліндр		1,45 кгс/см ²
Тиск повітря, що подається у пневмовимірювальну систему (робочий тиск)		2,0 кгс/см ²
Споживана потужність		0,1 кВт
Габаритні розміри:	– довжина	630 мм
	– ширина	325 мм
	– висота	535 мм
М а с а, не більше		40 кг

1. Кодра Ю. В., Стоцько З. А. Контрольно-вимірювальні пристрої технологічних машин: навч. посіб. / за ред. З. А. Стоцька. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2008. – 312 с. 2. Волосов С. С., Педь Е. И. Приборы для автоматического контроля у машиностроении. – М.: Машиностроение, 1970. – 310 с. 3. Преобразователь пневмоэлектроконтактный. Модель 324-5. Тип. з-да "Калибр", 1986. – 44 с.