

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.867

Гевко Б.М. докт. техн. наук; Стойко І.І.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІТИЧНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ ДЛЯ ОБРОБКИ КРИВОЛІНІЙНИХ ВІСЕЙ У ЗМІЩЕНИХ ЦЕНТРАХ

Подано теоретичні залежності розрахунку мінімальних припусків на обробку деталей типу криволінійних вісей, представлено результати експериментальних досліджень у токарних і шліфувальних пристроях із зміщеними вісями.

Умовні позначення

β	– кут зміщення вісі установки і вісі деталі;
ε	– ексцентриситет вісей деталі і установки;
Z_{mi}	– мінімальний припуск на обробку деталі;
n	
R_z	– шорсткість поверхні деталі;
T	– глибина дефектного шару на поверхні деталі;
ρ	– відхилення розміщення поверхні деталі;
ε	– похибка установки деталі;
$K_{зм}$	– коефіцієнт похибки базування у зміщених центрах.

Криволінійні вісі все частіше використовуються в системах автоматичних ліній різної форми і розмірів для подачі деталей на робочі позиції при механічній обробці і складанні пристроїв, конструкцій машин і механізмів для кріплення деталей різного службового призначення, тому виготовлення заготовок, забезпечення точності механічної обробки важливі для народного господарства. Питання виготовлення криволінійних вісей, метод їх базування у зміщених центрах і точність виготовлення вимагає нетипового підходу до розрахунку і розподілу міжопераційних припусків у процесі механічної обробки.

Схема базування заготовки кривої вісі подана на рис.1, з неї видно, що вісь обертання деталі I-I не збігається з віссю установки II-II на величину кута β . Тому кожна оброблювана циліндрична поверхня, встановлена з різним ексцентриситетом ε щодо вісі центрів, що зростає при наближенні до зміщеного центра.

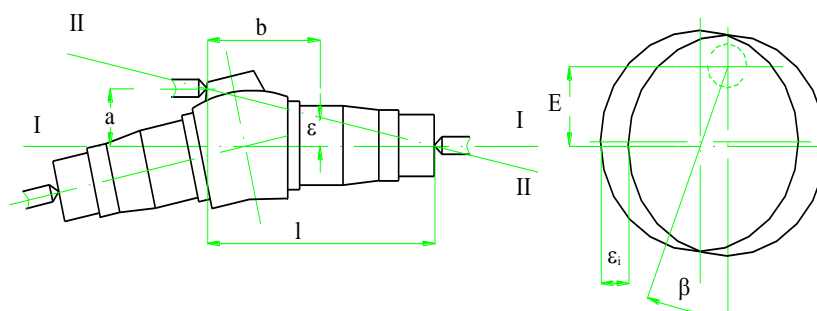


Рис.1. Схема базування заготовки кривої вісі.

Кутова похибка базування встановлення деталі на третій орієнтовний центр, що характеризується кутом β , для різних поверхонь буде різною і становитиме:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon \cdot \sin \beta = \frac{a}{l}(l-b) \cdot \sin \beta \quad (1)$$

Як відомо, мінімальний припуск на обробку зовнішніх циліндричних поверхонь (двобічний припуск) визначається за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2\left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right), \quad (2)$$

де:

Rz_{i-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

T_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

ρ_{i-1} - сумарне відхилення розміщення поверхні на попередньому переході;

ε_i - похибка установки заготовки на виконуючому переході.

Особливістю механічної обробки деталі в зміщених центрах є те, що похибка базування на першій операції із зміщеними центрами відповідає загальноприйнятому розрахунку, що характеризується формулою (2).

При центруванні зігнутих деталей три центри завжди лежать в одній площині. Перша чорнова обробка деталі вносить певну величину зміщення оброблених поверхонь від поверхні центрів. Внаслідок цього похибка базування на наступній операції має включати векторну суму похибок попереднього і даного базування, тобто

$$2Z_{i\min} = 2\left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) \quad (3)$$

При виготовленні пристроїв можна із значною достовірністю допустити, що точність пристроїв буде приблизно однаковою як на попередній, так і на поточній операції, тобто

$$\varepsilon_{i-1} = \varepsilon_i \quad (4)$$

Формула розрахунку мінімального припуску для наступної обробки буде такою:

$$2Z_{i\min} = 2\left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + 2 \cdot \varepsilon_i^2}\right) \quad (5)$$

При чистовій обробці – шліфуванні:

$$\begin{aligned} \rho_{i-1} &= 0 \\ 2Z_{i\min} &= 2\left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{2 \cdot \varepsilon_i^2}\right) \end{aligned} \quad (6)$$

Як видно, вектори спрямування похибок базування від різних факторів можуть бути різними і практично зробити точний аналітичний розрахунок похибки базування неможливо. Тому для формули (1) Запропоновано нове поняття – коефіцієнт похибки базування у зміщених центрах - $K_{зм}$.

У цьому випадку формула виглядатиме так:

$$\varepsilon_i = \frac{a}{l}(l-b) \cdot K_{зм} \quad (7)$$

Для визначення показника $K_{зм}$ виконано експеримент на трьох токарних, для уточнення, і трьох шліфувальних пристроях, що використовувалися при розрахунку припусків в умовах базування деталей на зміщені центри.

Ескіз деталей, що оброблялися на вищевказаних пристроях, і схема базування подані на рис.2.

Пристрої для токарної обробки були встановлені на токарно-гвинторізних верстатах – 16А20Ф3, 16А20Ф3, 1М63, шліфувальні - встановлювалися на круглошліфувальний верстат 3М151 послідовно. Виконувалися заміри радіального биття поверхні деталі при другій установці на круглошліфувальному верстаті на відстані 75 мм від зміщеного центру.

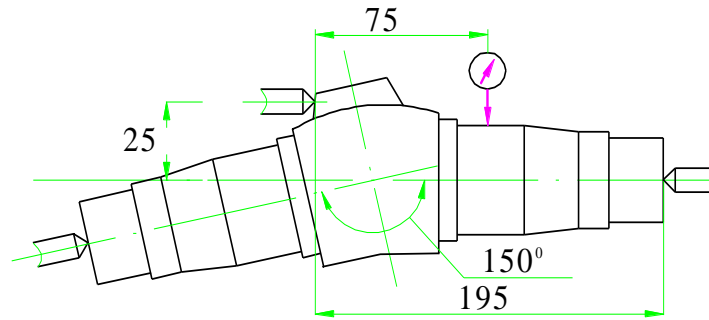


Рис.2. Схема замірювання точності обробки циліндричних поверхонь кривих вісей.

Практична перевірка на 46 деталях, на десятих з яких центрувалися отвори на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135 у поворотному пристрої через кондукторні втулки, і десять деталей були центровані на оброблювальному центрі моделі 2206ВФ4. Механічна обробка шістьох деталей проводилась на кожному токарному верстаті, і кожна деталь перевірялася на трьох різних шліфувальних пристроях за схемою, як подано на рис. 4, що дало по 54 заміри у кожному варіанті.

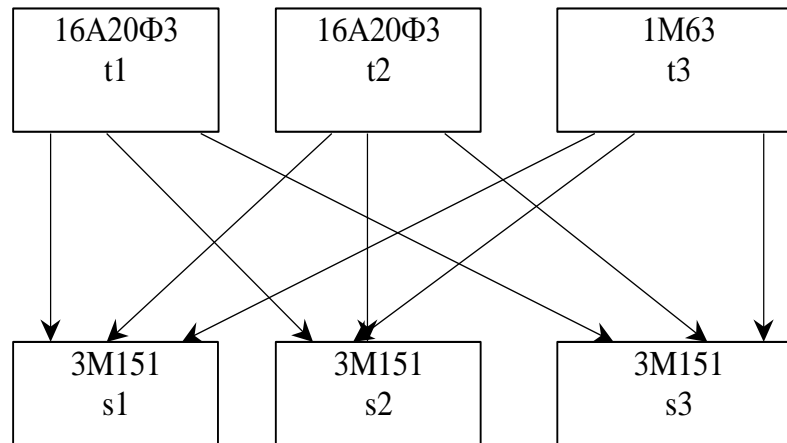


Рис. 3. Схема замірювань.

Отримані експериментальні результати подані у таблиці 1.

Середнє радіальне биття поверхні при центруванні деталей на універсальному обладнанні становить 0,29 мм., на оброблювальному центрі – 0,17 мм.

Із середнього радіального биття можна визначити похибку базування криволінійних вісей у зміщених центрах.

Для центрування на універсальному обладнанні:

$$\sqrt{2 \cdot \varepsilon_i} = 0,29/2 = 0,145 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{i\text{сєєр}} = 0,1$$

З формули (7) маємо середнє значення $K_{зм}$:

$$K_{зм.сєєр} = \varepsilon_i l/a(l-b) = 0,1 \cdot 195/25 \cdot (195-75) = 0,0065$$

Максимальнє значення обчислюємо з максимального значення радіального биття вісі:

$$\sqrt{2 \cdot \varepsilon_{i\text{max}}} = 0,42/2 = 0,15$$

$$K_{зм.мак} = 0,15 \cdot 195/(25 \cdot 120) = 0,0097$$

Результати замірів радіального биття

Метод центрування	Токарний пристрій	Шліфувальний пристрій	Радіальне биття (мм)
2Н135	t1	s1	0,34-0,33-0,23,-0,33-0,42-0,27
		s2	0,23-0,37-0,26-0,36-0,18-0,40
		s3	0,32-0,26-0,38-0,30-0,19-0,32
	t2	s1	0,22-0,19-0,30-0,21-0,38-0,22
		s2	0,42-0,37-0,23-0,40-0,26-0,23
		s3	0,25-0,34-0,25-0,30-0,36-0,23
	t3	s1	0,30-0,23-0,25-0,31-0,24-0,28
		s2	0,30-0,26-0,32-0,28-0,30-0,26
		s3	0,40-0,38,-0,21-0,36-0,19-0,28
2206ВМФ4	t1	s1	0,20-0,20-0,18-0,19-0,17-0,21
		s2	0,14-0,15-0,14-0,13-0,12-0,14
		s3	0,19-0,23-0,20-0,18-0,20-0,19
	t2	s1	0,13-0,11-0,14-0,13-0,11-0,13
		s2	0,25-0,23-0,24-0,21-0,23-0,21
		s3	0,15-0,16-0,15-0,18-0,16-0,18
	t3	s1	0,14-0,14-0,16-0,17-0,13-0,13
		s2	0,20-0,18-0,18-0,16-0,17-0,15
		s3	0,24-0,22-0,20-0,21-0,23-0,21

Отже, з експериментальних результатів коефіцієнт похибки базування у зміщених центрах при обробці центрових отворів на універсальному обладнанні становить:

$$K_{зм.} = 0,007...0,01$$

Аналогічно обчислюємо коефіцієнт похибки базування при обробці центрових отворів на верстаті типу “оброблювальний центр”

$$K_{зм.} = 0,004...0,006$$

Грунтуючись на експериментальних результатах, формулі залежності похибки базування і, відповідно, величині припуску для обробки поверхонь криволінійної вісі у зміщених центрах, можна визначити за такою практичною діаграмою (рис.4), що виявляє залежність похибки базування для формул від ексцентриситету поверхні, що обробляється, і методу виконання центрових отворів у деталі.

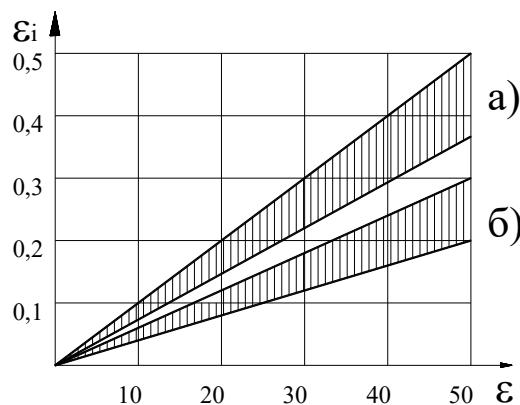


Рис.4 Діаграма залежності похибки базування від ексцентриситету установки оброблюваної деталі:

- а) при центруванні на свердлильному верстаті у поворотному пристрої;
- б) при центруванні на верстаті типу “оброблюваний центр”.

У результаті теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що запропонована методика розрахунку припусків і комплексу пристроїв для обробки криволінійних вісей з двох боків у зміщених центрах при різних видах обробки на різних видах верстатів забезпечує їх якісне виготовлення при мінімальних технологічних затратах, і може широко використовуватись на машинобудівних підприємствах і не залежить від серійності виробництва.

Методика аналітично-експериментального розрахунку припусків для обробки криволінійних вісей і система проектування пристроїв до металорізальних верстатів для їх обробки апробована і впроваджена у виробництво на ВАТ “Тернопільський комбайновий завод”, де з успіхом експлуатується на протязі трьох останніх років.

Theoretical dependencies of minimal working tolerances of the parts of curvilinear axis type are presented. The results of experimental investigations in turning and grinding lathes with displaced axis are shown.

Одержано