

МАШИНОЗНАВСТВО. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 621.9.04

П.П. Мельничук, д.т.н., проф.
В.Ю. Лоев, к.т.н., проф.

Житомирський державний технологічний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА СПОСОБУ ЛЕЗОВОЇ ОБРОБКИ НЕЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ З УРІВНОВАЖЕННЯМ РАДІАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ СИЛИ РІЗАННЯ

У статті наведено теоретичне підґрунтя розробленого авторами способу обробки різанням нежорстких деталей, виконано аналіз експериментальних досліджень, проведених з метою його перевірки в лабораторії Житомирського державного технологічного університету на токарно-гвинторізному верстаті. Запропонований спосіб лезової обробки з урівноваженням радіальної складової сили різання передбачається застосовувати як для деталей типу тіл обертання (токарна обробка), так і для площинних деталей (фрезерна обробка).

Вступ. Постійно зростаючі вимоги до якості виробів машинобудування невід'ємно пов'язані з точністю виготовлення деталей. Функціональне призначення окремих деталей, а також тенденція до зниження металоємності машин і механізмів обумовлюють необхідність використання значної кількості нежорстких деталей, до яких висуваються високі вимоги точності форми та розташування поверхонь, розмірної точності, якості поверхонь. Процес обробки таких деталей характеризується наявністю великої кількості дестабілізуючих факторів, що призводить до необхідності пошуку нових шляхів забезпечення їх точності та якості, оскільки традиційні способи обробки є недостатньо ефективними для їх виготовлення [1].

Авторами пропонується спосіб лезової обробки нежорстких деталей (як площинних, так і тіл обертання), при якому урівноважуються сили, що спричиняють їх пружні деформації та призводять до похибки у вигляді бочкоподібності (точіння в центрах), конусоподібності (точіння консольно закріплених заготовок) та опуклості (фрезерування) [2].

Найбільший вплив на точність обробки чинить складова сили різання, перпендикулярна до оброблюваної поверхні. Переважна більшість процесів лезової обробки відбувається в умовах невірного різання, при якому нарівні з головною різальною кромкою допоміжна, залежно від геометричних параметрів різальної частини інструмента та режимів обробки, також бере участь у процесі різання більшою чи меншою мірою.

Напрямок сходу стружки на початковому етапі її утворення збігається з напрямком рівнодіючої сил різання в основній площині (P_{xy}) [3, 4]. Кут η відхилення стружки від площини, перпендикулярної до проекції головної різальної кромки на основну площину, визначає співвідношення між радіальною P_y та осьювою P_x складовими сили різання:

$$\begin{aligned} P_y &= P_{xy} \cdot \cos(\varphi - \eta); \\ P_x &= P_{xy} \cdot \sin(\varphi - \eta). \end{aligned} \quad (1)$$

Суть запропонованого авторами способу полягає в тому, щоб для заданих вихідних умов на основі теоретичних залежностей між геометричними параметрами різальної частини інструмента та режимами обробки встановити таке значення головного кута в плані φ інструмента, при якому мінімізується радіальна складова сили різання. Виходячи з залежностей (1), складова $P_y = 0$ у випадку, коли $\cos(\varphi - \eta) = 0$, тобто $\varphi - \eta = 90^\circ$.

Автори вважають за доцільне виділити два підходи до визначення такого значення головного кута в плані φ .

Перший метод базується на тому, що, згідно з міркуваннями, викладеними в [4] та [5] для загального випадку, коли різальна частина інструмента являє собою поєднання двох прямолінійних частин головної та допоміжної різальних кромки і заокругленої вершини, кут η відхилення стружки від площини,

перпендикулярної до проекції головної різальної кромки, слід шукати, розглядаючи окремо кожен з трьох активних ділянок різальної кромки.

В роботі [2] були встановлені теоретичні залежності для визначення значення η при нульових значеннях головного переднього кута та кута нахилу головної різальної кромки ($\gamma = 0^\circ, \lambda = 0^\circ$) для двох випадків залежно від величини подачі: 1 – коли попереднє і наступне положення різального інструмента перетинаються своїми криволінійною та прямолінійною ділянками відповідно (рис. 1, а), 2 – обом криволінійними ділянками, що залежить від величини подачі (рис. 1, б).

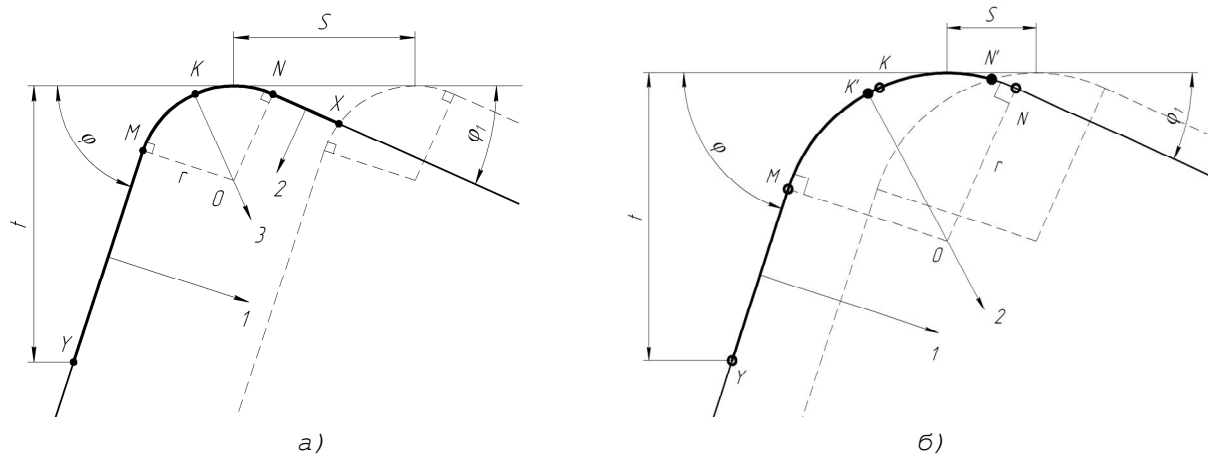


Рис. 1. Схема до визначення кута сходу стружки для загального випадку

Згідно з [2], в першому випадку (рис. 1, а) подача знаходиться в межах:

$$\begin{cases} S < \frac{r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1 + r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1 + r \cdot \sin(\varphi + \varphi_1) - r \cdot \cos \varphi \cdot \sin(\varphi + \varphi_1)}{\sin \varphi \cdot \sin \varphi_1}; \\ S > 2 \cdot (r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} + r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \cdot \cos \varphi_1), \end{cases}$$

де φ – головний кут у плані інструмента; φ_1 – головний кут у плані інструмента; r – радіус при вершині інструмента.

Кут η відхилення стружки визначається за залежністю [2]:

$$\eta = \operatorname{arctg} \left(\frac{\left[\left(S - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\varphi_1 + \alpha)} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right] \cdot \sin(\varphi + \varphi_1)}{\left(\frac{t}{\sin \varphi} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \right) + \left[\left(S - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\varphi_1 + \alpha)} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right] \cdot \cos(\varphi + \varphi_1)} \right) +$$

$$+ \operatorname{arctg} \left[\frac{\left(\frac{\pi \cdot r \cdot (\varphi + \varphi_1)}{180^\circ} \right) \cdot \sin \left(\varphi - \eta_1 - \frac{\varphi - \varphi_1}{2} \right)}{\left[\left(S - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\varphi_1 + \alpha)} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right] \cdot \frac{\sin(\varphi + \varphi_1)}{\sin \eta_1} + \left(\frac{\pi \cdot r \cdot (\varphi + \varphi_1)}{180^\circ} \right) \cdot \cos \left(\varphi - \eta_1 - \frac{\varphi - \varphi_1}{2} \right)} \right]$$

(2)

де t – глибина різання; S – подача; η_1 – перший доданок у залежності (2); α – кут нахилу дотичної до заокругленої частини інструмента в точці X.

Для другого випадку (рис. 1, б) прямолінійна частина допоміжної різальної кромки в процесі різання участі не бере, а подача має значення [2]:

$$S < 2 \cdot (r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} + r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \cdot \cos \varphi_1).$$

За таких умов кут η відхилення стружки дорівнює [2]:

$$\eta = \operatorname{arctg} \left[\frac{\left(\frac{\pi \cdot r \cdot (\varphi + \arcsin[S/(2r)])}{180^\circ} \right) \cdot \sin \left(\varphi - \frac{\varphi + \arcsin[S/(2r)]}{2} \right)}{\frac{t}{\sin \varphi} - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \left(\frac{\pi \cdot r \cdot (\varphi + \arcsin[S/(2r)])}{180^\circ} \right) \cdot \cos \left(\varphi - \frac{\varphi + \arcsin[S/(2r)]}{2} \right)} \right] \quad (3)$$

Другий метод запропоновано автором роботи [3]. Згідно з цим методом η відхилення стружки від площини, перпендикулярної до проекції головної різальної кромки, залежить від площ проекцій умовної поверхні зсуву при невірному різанні:

$$\eta = \operatorname{arctg} \left(\frac{F_x}{F_y} \right), \quad (4)$$

де F_x та F_y - проекції умовної поверхні зсуву при невірному різанні (рис. 2).

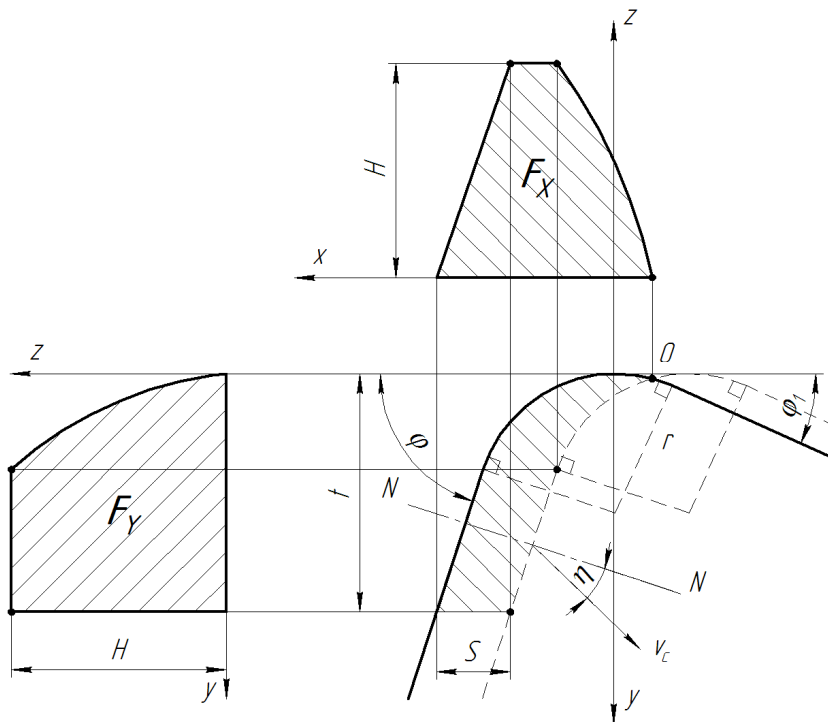


Рис. 2. Схема до визначення кута сходу стружки за методом [3]

На основі цих міркувань автором роботи [3] отримано таку залежність при $\gamma = 0^\circ$, $\lambda = 0^\circ$:

$$\eta = \operatorname{arctg} \left(\frac{0,5 \cdot r \cdot \sin \varphi \cdot \left\{ 1 - \cos \left[\varphi + \arcsin \left(\frac{S}{2r} \right) \right] \right\}}{t + r \cdot (\cos \varphi + 0,5 \cdot \sin \varphi - 1) + 0,5 \cdot S \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi} \right). \quad (5)$$

Результати обчислень за обома наведеними вище методами представлені на рисунку 3 у графічному вигляді.

На рисунку 3 показана залежність сили P_y від головного кута в плані φ інструмента, причому значення P_y вказані у відсотках від рівнодіючої сил різання в основній площині (P_{xy}). З рисунка 3 видно, що розраховане значення головного кута в плані φ для урівноваження P_y за першим способом ([2, 4,

5]) складає приблизно $\varphi \approx 98-99^\circ$, а за другим способом ([2, 3]) – $\varphi \approx 93^\circ$ (при цих значеннях φ сила $P_y = 0$). В розрахунках були прийняті такі вихідні параметри: допоміжний кут у плані: $\varphi_1 = 10^\circ$; головний передній кут: $\gamma = 0^\circ$; кут нахилу головної різальної кромки: $\lambda = 0^\circ$; радіус при вершині: $r = 0,2$ мм; глибина: $t = 2$ мм; подача: $S = 0,05$ мм/об.

На рисунку 4 зображено залежність головного кута в плані φ , при якому урівноважується сила P_y від глибини різання t за обома наведеними вище методами при таких вихідних даних: допоміжний кут у плані: $\varphi_1 = 10^\circ$; головний передній кут: $\gamma = 0^\circ$; кут нахилу головної різальної кромки: $\lambda = 0^\circ$; радіус при вершині: $r = 0,2$ мм; подача: $S = 0,05$ мм/об.

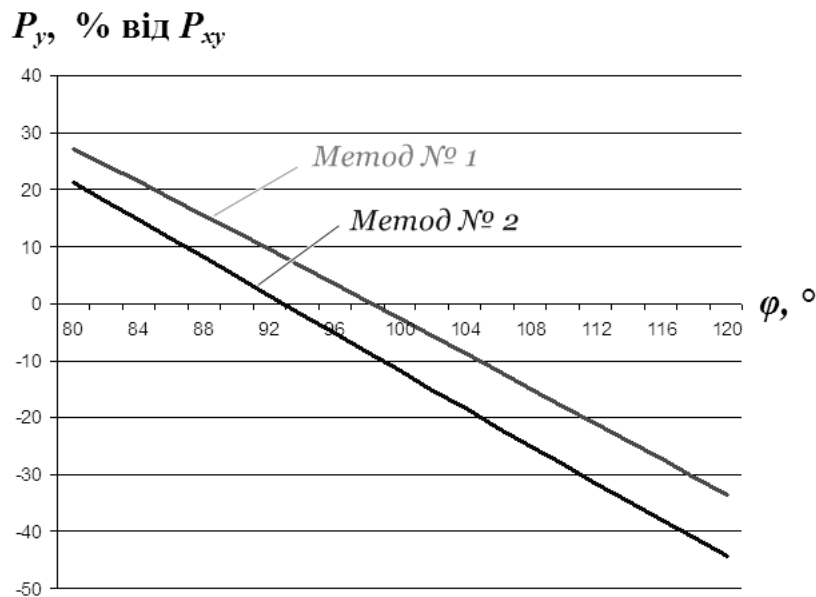


Рис. 3. Результати розрахунків головного кута в плані інструмента, при якому урівноважується радіальна складова сили різання P_y , нормальна до обробленої поверхні:

метод № 1 – за залежностями (2), (3); метод № 2 – за (4), (5)

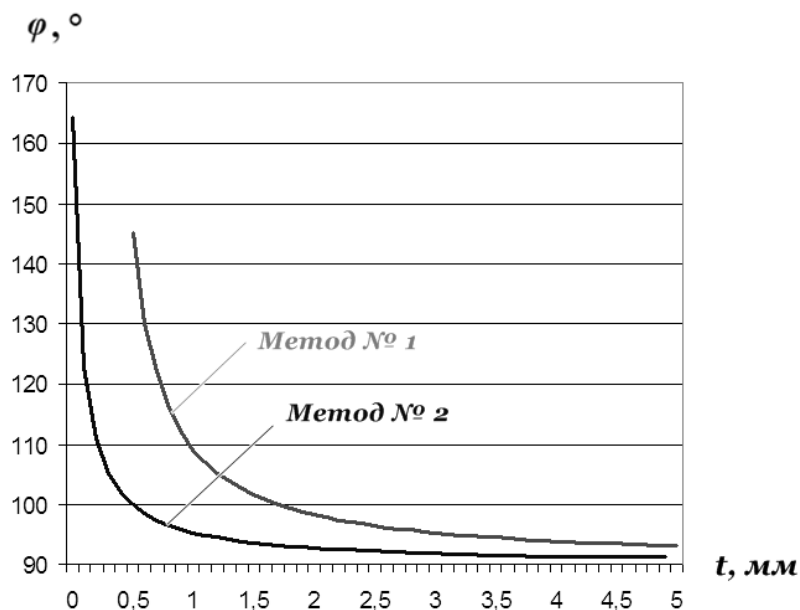


Рис. 4. Залежність головного кута в плані інструмента φ , при якому урівноважується радіальна складова P_y сили різання від глибини різання t : метод № 1 – за залежностями (2), (3); метод № 2 – за (4), (5)

З рисунка 4 видно, що при малих глибинах різання не існує такого значення головного кута в плані інструмента φ , при якому можливо урівноважити силу P_y (при розрахунках за першим методом $t < 0,5$ мм, за другим – $t < 0,2$ мм). При збільшенні глибини різання знижується величина головного кута в плані φ для урівноваження сили P_y . При подальшому зростанні глибини різання понад декілька міліметрів обидва графіки сходяться до певного значення φ , і при наступному збільшенні глибини різання кут φ для урівноваження сили P_y практично не змінюється (при розрахунках за першим методом це значення становить приблизно $\varphi \approx 93^\circ$, при розрахунках за другим методом – $\varphi \approx 91^\circ$).

Викладення основного матеріалу. Для експериментальної перевірки запропонованого способу лезової обробки нежорстких деталей були проведені дослідження на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20 в лабораторії Житомирського державного технологічного університету. В ході досліджень було оброблено 5 партій заготовок (рис. 5) як традиційним (інструментом з $\varphi = 45^\circ$), так і запропонованим способом ($\varphi > 90^\circ$). У другому випадку значення головного кута в плані φ було визначено на основі викладених вище міркувань. Вихідні дані до проведених досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані до експериментальних досліджень

№ партії заготовок	Матеріал заготовок	Розміри заготовок	Режими обробки	Схема встановлення заготовок
I	сталь 45 $\sigma_B = 600$ МПа	$d = 20$ мм; $l = 235$ мм	$t = 2$ мм; $S = 0,05$ мм/об.; $n = 630$ об./хв.	у центрах
II	сталь 45 $\sigma_B = 600$ МПа	$d = 16$ мм; $l = 125$ мм	$t = 2$ мм; $S = 0,05$ мм/об.; $n = 1250$ об./хв.	консольно
III	сталь 45 $\sigma_B = 600$ МПа	$d = 16$ мм; $l = 100$ мм	$t = 2$ мм; $S = 0,05$ мм/об.; $n = 1250$ об./хв.	консольно
IV	сталь 3 $\sigma_B = 450$ МПа	$d = 20$ мм; $l = 120$ мм	$t = 2$ мм; $S = 0,05$ мм/об.; $n = 800$ об./хв.	консольно
V	сталь 3 $\sigma_B = 450$ МПа	$d = 20$ мм; $l = 235$ мм	$t = 2$ мм; $S = 0,05$ мм/об.; $n = 800$ об./хв.	у центрах
<p>Геометричні параметри різальних інструментів: $\varphi_1 = 10^\circ$; $\gamma = 0^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $\alpha_1 = 0^\circ$; $r = 0,2$ мм; $\varphi = 45^\circ$ – для першої серії дослідів при обробці кожної з партій заготовок; $\varphi = 98^\circ$ – для другої серії дослідів при обробці кожної з партій заготовок. Матеріал різальної частини: твердий сплав T5K10.</p>				

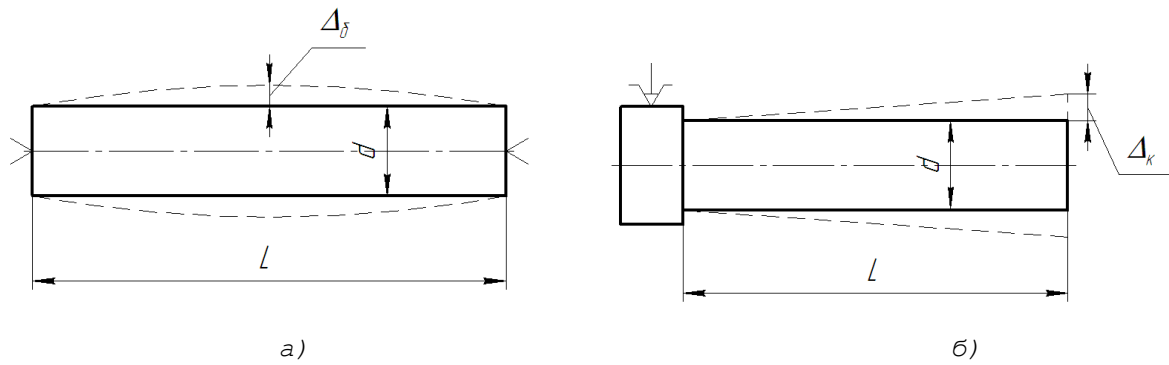
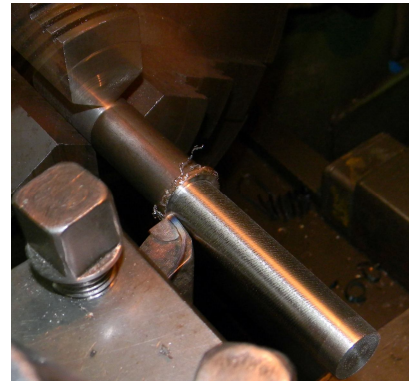


Рис. 5. Ескізи оброблюваних заготовок:
 а - встановлених у центрах; б - закріплених консольно в патроні
 (Δ_{δ} і Δ_{κ} - відповідно величини бочкоподібності та конусоподібності, що виникають унаслідок прогину заготовки під дією радіальної складової сили різання)

Обробка кожної з партій заготовок проводилася двома способами (рис. 6): традиційним - прохідним різцем Т5К10 з $\varphi = 45^\circ$ та запропонованим - підрізним різцем з $\varphi = 98^\circ$ (тут $\varphi = 98^\circ$ - розрахункове значення головного кута в плані, при якому урівноважується радіальна складова P_r сили різання для заданих у таблиці 1 вихідних умов). В обох випадках люнет не застосовувався.



а)



б)



в)



г)

Рис. 6. Фотографії процесу обробки:
 а - консольно закріплених заготовок традиційним способом; б - консольно закріплених заготовок запропонованим способом; в - заготовок, закріплених у

центрах, традиційним способом; г - заготовок, закріплених у центрах, запропонованим способом

Результати вимірювань оброблених заготовок кожної партії наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати вимірювання оброблених заготовок, дійсні та розрахункові значення похибок при обробці

№ партії заготовок	№ заготовки	Діаметр обробленої заготовки у перерізі d, мм			Фактичне значення похибки Δ, мм	Розрахункове значення сили P _y при обробці звичайним способом, Н	Теоретичне значення прогину при обробці звичайним способом Δ, мм	
		біля задньої бабки	посередині	біля шпинделя			консольно	в центрах
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Оброблені звичайним способом: φ = 45°							
	1	15,89	16,02	15,70	0,16	553,5		0,10
	2	16,23	16,62	16,25	0,195			
	3	16,08	16,50	16,12	0,21			
	Оброблені запропонованим способом: φ = 98°							
	4	15,78	15,75	15,78	0,015			0,10
5	15,46	15,47	15,50	0,02				
6	15,50	15,50	15,50	0				

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
II	Оброблені звичайним способом: φ = 45°							
	1	13,96	13,46	12,96	0,5	549,1	0,56	
	Оброблені запропонованим способом: φ = 98°							
2	12,50	12,47	12,45	0,025			0,56	
III	Оброблені звичайним способом: φ = 45°							
	1	13,72	13,47	13,22	0,25	549,1	0,28	
	Оброблені запропонованим способом: φ = 98°							
2	12,38	12,37	12,37	0,005			0,28	
IV	Оброблені звичайним способом: φ = 45°							
	1	16,77	16,66	16,58	0,095	492,5	0,18	
	2	16,18	16,07	16,07	0,055			
	Оброблені запропонованим способом: φ = 98°							
3	16,27	16,24	16,27	0,015			0,18	
4	16,04	16,02	16,04	0,01				
V	Оброблені звичайним способом: φ = 45°							
	1	16,24	16,41	16,28	0,085	492,5		0,08
	Оброблені запропонованим способом: φ = 98°							
2	15,78	15,80	15,78	0,01				0,08

У таблиці 2 за результатами вимірювань визначені фактичні величини похибок, що виникли в результаті обробки заготовок (бочкоподібності при закріпленні в центрах та конусоподібності при консольному закріпленні), за залежністю:

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2},$$

де d_{max} і d_{min} - відповідно максимальний та мінімальний виміряні діаметри оброблених заготовок в одному поздовжньому перерізі.

У таблиці 2 наведені також розрахункові значення похибок, що виникають унаслідок прогину заготовок під дією сили P_y при обробці традиційним способом.

Схеми до визначення прогину заготовок наведені на рисунку 7.

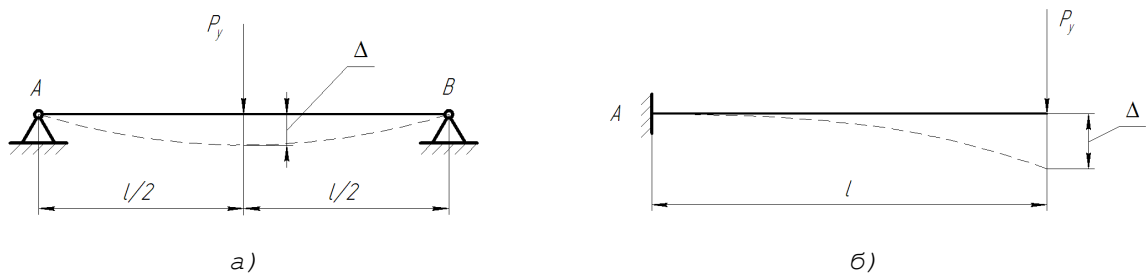


Рис. 7. Схеми до визначення розрахункової величини прогину під дією радіальної складової сили різання P_y при закріпленні заготовки: а - в центрах; б - консольно в патроні

Максимальний прогин вала, закріпленого консольно, під дією радіальної складової сили різання буде у випадку, коли сила докладена на вільному кінці вала, і складає [7]:

$$\Delta = \frac{P_y \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad (6)$$

Для вала, закріпленого в центрах, максимальний прогин під дією радіальної складової сили різання буде у випадку, коли сила докладена посередині вала, і складає [7]:

$$\Delta = \frac{P_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (7)$$

У залежностях (6), (7) $E \approx 2 \cdot 10^5$ МПа - модуль пружності матеріалу вала;

$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ - момент інерції перерізу вала; l - довжина вала; d - його діаметр.

Радіальна складова сили різання P_y визначена за методом розрахунку проєкцій сил різання при постійній стійкості, викладеним у [6] з урахуванням проєкції сили стружкоутворення R_y та проєкції R'_y сили на задній поверхні:

$$P_y = R_y + R'_y, \quad (8)$$

де

$$R_y = s \cdot t \cdot Q_c \cdot K_y; \quad (9)$$

$$R'_y = q'_N \cdot \delta \cdot \left(t \cdot \text{ctg} \varphi + r \cdot \text{tg} \frac{\varphi}{2} + s \right).$$

У цих залежностях: s - подача; t - глибина різання; φ - головний кут у плані інструмента; r - радіус при вершині інструмента; Q_c - питома робота стружкоутворення [6, фіг. 25]; q'_N - питомий нормальний тиск на задній поверхні при різанні [6, фіг. 15]; δ - ширина фаски зносу на задній поверхні інструмента ($\delta = 0,4$ мм); K_y - коефіцієнт, що характеризує співвідношення проєкцій сили стружкоутворення [6]:

$$K_y = \frac{(\mu \cdot \cos v \cdot \cos \gamma - \sin \gamma) \cdot \cos \varphi + [(\cos \gamma + \mu \cdot \cos v \cdot \sin \gamma) \cdot \sin \lambda + \mu \cdot \sin v \cdot \cos \lambda] \cdot \sin \varphi}{(\cos \gamma + \mu \cdot \cos v \cdot \sin \gamma) \cdot \cos \lambda - \mu \cdot \sin v \cdot \sin \lambda}$$

де μ - середній коефіцієнт тертя [6, фіг. 26]; γ - передній кут інструмента; λ - кут нахилу головної різальної кромки інструмента; v - кут сходу стружки [6]:

$$v = \eta - v^{-0,08} \cdot \operatorname{arctg} \cdot (\operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \eta + \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \eta),$$

де η – кут відхилення стружки від площини, перпендикулярної до головної різальної кромки при прямокутному невідьному різанні.

Результати експериментів (табл. 2) свідчать про те, що при обробці кожної з партій заготовок запропонованим способом в усіх випадках похибка у вигляді бочкоподібності або конусоподібності майже на 90 % менша за відповідну похибку при обробці деталей традиційним способом.

При експериментальних дослідженнях запропонованого способу спостерігали практичну відсутність вібрацій при обробці, на відміну від традиційного способу, що позитивно вплинуло на шорсткість обробленої поверхні.

Крім того, інтенсивність зношування інструмента при обробці запропонованим способом значно менша.

Висновки. Позитивні результати при випробуванні запропонованого способу обробки нежорстких деталей підтверджують справедливість теоретичних розрахунків та свідчать про доцільність подальшої розробки нового способу на основі більш глибокого його аналізу. Зокрема, визначення впливу різноманітних факторів на точність та якість оброблюваних поверхонь, інтенсивність зношування інструмента.

В подальшому заплановані дослідження даного способу при обробці нежорстких деталей торцевим фрезеруванням.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Тараненко В.А. Технологические способы и средства повышения точности обработки нежестких деталей / В.А. Тараненко, В.Г. Митрофанов, М.Г. Косов. – М. : ВНИИТЭМР, 1987. – 64 с.
2. Мельничук П.П. Спосіб обробки різанням нежорстких деталей / П.П. Мельничук, В.Ю. Лоев, О.М. Кравчук // Сучасні технології в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Вип. 4. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010.
3. Петрушин С.И. Введение в теорию несвободного резания материалов : учеб. пособие / С.И. Петрушин. – Томск : ТПУ, 1999. – 97 с.
4. Куфарев Г.А. Стружкообразование и качество обработанной поверхности при несвободном резании / Г.А. Куфарев, К.Б. Окенов, В.А. Говорухин. – Фрунзе : «МЕКТЕП», 1970. – 170 с.
5. Армарего И.Д. Обработка металлов резанием / И.Д. Армарего, Р.Х. Браун ; пер. с англ. В.А. Пастунова. – М. : Машиностроение, 1977. – 325 с.
6. Зорев Н.Н. Расчет проекций силы резания / Н.Н. Зорев. – М. : Машгиз, 1958. – 56 с.
7. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 608 с.

МЕЛЬНИЧУК Петро Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем, ректор Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- технологія машинобудування;
- комплексні методи обробки плоских поверхонь деталей машин.

ЛОЄВ Володимир Юхимович – кандидат технічних наук, професор кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- конструювання металообробних верстатів та інструментів;
- комбіновані методи обробки плоских поверхонь деталей машин.

Подано 28.07.2010

Мельничук П.П., Лоев Ю.В. Експериментальна перевірка способу лезової обробки нежорстких деталей з урівноваженням радіальної складової сили різання

Мельничук П.П., Лоев Ю.В. Экспериментальная проверка способа лезовой обработки нежестких деталей с уравниванием радиальной составляющей силы резания

УДК 621.9.04

Експериментальна перевірка способу лезової обробки нежестких деталей с уравниванием радиальной составляющей силы резания / П.П. Мельничук, Ю.В. Лоев

У статті наведено теоретичне підґрунтя розробленого авторами способу обробки різанням нежорстких деталей, виконано аналіз експериментальних досліджень, проведених з метою його перевірки в лабораторії Житомирського державного технологічного університету на токарно-гвинторізному верстаті. Запропонований спосіб лезової обробки з урівноваженням радіальної складової сили різання передбачається застосовувати як для деталей типу тіл обертання (токарна обробка), так і для площинних деталей (фрезерна обробка).