

$n=4$ ;  $\theta_{max}=1400$  °С. Тоді  $\theta/\theta_{max}=0,522$  і  $\theta=730,8$  °С. При  $V=100$  м/хв експериментальне значення температури різання  $\theta=700$  °С (за даними професора Коломійця В. В.), тобто досягається висока збіжність розрахункових та експериментальних значень температури різання.

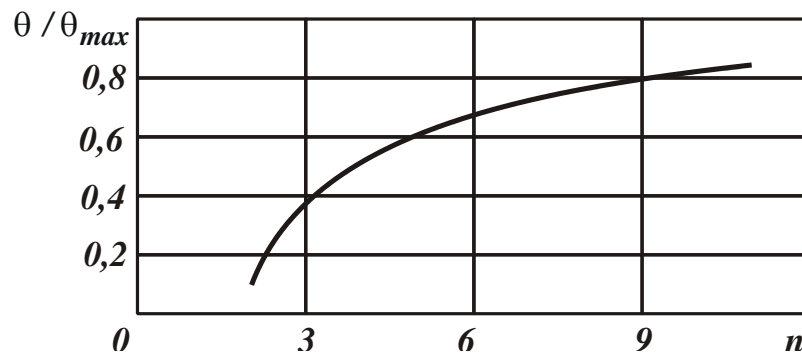


Рисунок 3 – Залежність  $\theta/\theta_{max}$  від  $n$

Розрахунками встановлено, що під час точіння з мінімально можливою кількістю елементарних об'ємів оброблюваного матеріалу, що утворюються за час проходження різцем зони різання, рівною 2, температура різання може бути зменшена до 10 разів щодо максимальної температури різання при шліфуванні. Це указує на те, що на фінішних операціях ефективно використовувати сучасні технології лезової обробки замість технологій шліфування із метою зниження температури різання та забезпечення високих показників якості й продуктивності обробки.

*Полянський В.І.*  
 ТОВ «Імперія металів»,  
 Харків, Україна  
*Новіков Ф.В.*

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,  
 Харків, Україна

### **УМОВИ ЗНИЖЕННЯ СИЛОВОЇ НАПРУЖЕНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ**

Для забезпечення більш високих показників якості, точності та продуктивності механічної обробки важливо досягти зниження її силової напруженості шляхом зменшення енергоємності обробки або умовного напруження різання, що визначається залежністю:  $\sigma = \sigma_{cm} / \text{tg}\beta$ , де  $\sigma_{cm}$  – межа міцності на стиск оброблюваного матеріалу, Н/м<sup>2</sup>;  $\beta$  – умовний кут зсуву оброблюваного матеріалу. Для цього у роботі отримано уточнену залежність для визначення кута  $\beta$ , ос-

кільки відома формула професора Зворикіна К. О.:  $\beta = 45^0 + (\gamma - \psi)/2$  приводить до завищених значень кута  $\beta$ , де  $\psi$  – умовний кут тертя стружки із передньою поверхнею різця ( $tg \psi = f$  – коефіцієнт тертя);  $\gamma$  – позитивний передній кут різця. Роботу різання  $P_z \cdot \Delta z$  представлено сумою робіт  $P \cdot \Delta l$  і  $P_y \cdot \Delta y$ :

$$P_z \cdot \Delta z = P_y \cdot \Delta y + P \cdot \Delta l \quad \text{або} \quad P_z \cdot \cos \beta = P_y \cdot \sin \beta + P, \quad (1)$$

де  $P_z$ ,  $P_y$  – тангенціальна та радіальна складові сили різання, Н;  $P = \tau \cdot \epsilon \cdot l$ ,  $\tau$  – сила та дотичне напруження, що виникають в умовній площині зсуву оброблюваного матеріалу, Н та Н/м<sup>2</sup>;  $\epsilon$  – ширина зрізу, м;  $l = a_{зріз} / \sin \beta$  – довжина умовної площини зсуву оброблюваного матеріалу, м;  $a_{зріз}$  – товщина зрізу, м;  $\Delta z$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta l$  – переміщення в напрямі осей  $\Delta z$ ,  $\Delta y$  і лінії  $\Delta l$ ;  $\cos \beta = \Delta z / \Delta l$ ;  $\sin \beta = \Delta y / \Delta l$ .

Тангенціальну складову сили різання  $P_z$  представлено сумою складових сил  $P_{z1}$  і  $P_{z2}$ , що забезпечують відокремлення елементарних об'ємів оброблюваного матеріалу від основного матеріалу та їх пружно-пластичне переміщення вздовж умовної площини зсуву оброблюваного матеріалу. При визначенні кута  $\beta$  необхідно враховувати першу складову сили різання  $P_{z1}$ , приймаючи її в першому наближенні рівною половині  $P_z$ . Тоді із залежності (1) отримано:

$$\tau = \frac{1}{a \cdot \epsilon} \cdot (0,5 \cdot P_z \cdot \sin 2\beta - 2 \cdot P_y \cdot \sin^2 \beta). \quad (2)$$

Як видно, умовний кут зсуву оброблюваного матеріалу  $\beta$  для заданих значень  $P_z$  і  $P_y$  неоднозначно впливає на дотичне напруження  $\tau$ , тобто має місце екстремум (мінімум) функції  $\tau$  від кута  $\beta$ . Підкоряючи функцію  $\tau$  необхідній умові екстремуму:  $\tau'_{\beta} = 0$ , із урахуванням відомого відношення  $P_z / P_y = ctg(\psi - \gamma)$  отримано залежність для визначення кута  $\beta$ :

$$tg 2\beta = 0,5 \cdot ctg(\psi - \gamma). \quad (3)$$

Якщо при визначенні кута  $\beta$  враховувати дві складові сили різання  $P_z = P_{z1} + P_{z2}$ , то отримано залежність

$$tg 2\beta = ctg(\psi - \gamma), \quad (4)$$

яка після перетворень приймає вигляд формули професора Зворикіна К. О., тобто  $\beta = 45^0 + (\gamma - \psi)/2$ .

Розрахунками за залежністю (3) встановлено, що для умов точіння сталі 45 різцем із гексаніту-Р ( $\beta = 20^0$ ;  $\gamma = -11^0$ ), маємо:  $\psi = 20^0$ ;  $f = tg \psi = 0,364$ . Це відповідає експериментальним даним. Розрахунками за залежністю (4) за цих умов встановлено:  $\psi = 61^0$ ;  $f = tg \psi = 1,8$ , що не відповідає дійсності, оскільки  $f > 1$ , а кут  $\psi > 45^0$ . Це пов'язано із тим, що кут  $\beta$  в даному випадку повинен приймати значення, більші  $20^0$ . Так, для вихідних даних:  $\gamma = -11^0$ ;  $\psi = 20^0$  розрахункове значення кута  $\beta = 29,5^0$ , що значно перевищує експериментально встановлене значення  $\beta = 20^0$ . Отже залежність (3) дозволяє уточнити залежність (4),

яка визначає формулу професора Зворикіна К. О. Якщо при визначенні кута  $\beta$  враховувати лише першу складову сили різання  $P_{z1}$ , пов'язану із відокремленням елементарних об'ємів оброблюваного матеріалу від основного матеріалу та рівною  $P_z/z$ , то залежність (3) прийме узагальнений вигляд

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{z} \cdot \operatorname{ctg}(\psi - \gamma), \quad (5)$$

де  $z$  – безрозмірна величина ( $z > 1$ ).

Випадок  $z=1$  відповідає формулі професора Зворикіна К. О. Із залежності (5) випливає, що чим більше  $z$ , тим менше кут  $\beta$  (рис. 1, а) і більше енергоємність  $\sigma = \sigma_{cm} / \operatorname{tg}\beta$  порівняно із експериментальними значеннями (рис. 1, б).

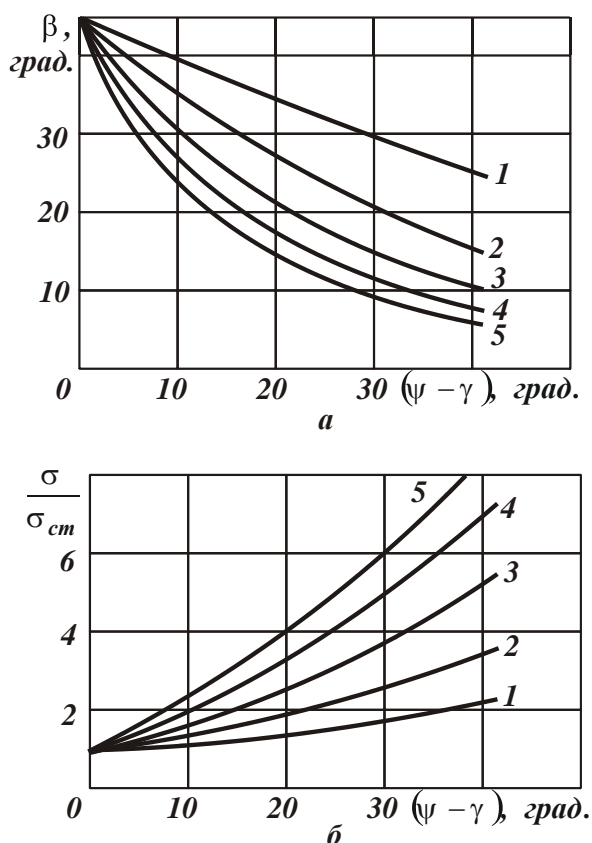


Рисунок 1 – Залежності кута  $\beta$  (а) і  $\sigma/\sigma_{cm}$  (б) від кута  $(\psi - \gamma)$ :  
1, ..., 5 –  $z = 1, \dots, 5$

Цим показано, що у формуванні кута  $\beta$  переважає радіальна складова сили різання, що й приводить до його значного зменшення (у 1,5 разів) відносно розрахункових значень, отриманих за формулою професора Зворикіна К.О. На цій основі обґрунтовано умови зменшення енергоємності обробки та сили різання, які пов'язані, головним чином, зі зниженням інтенсивності тертя у зоні різання. На цій основі обґрунтовано умови зменшення енергоємності обробки та сили різання, які пов'язані, головним чином, зі зниженням інтенсивності тертя у зоні різання.