



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **121874**

(13) **U**

(51) МПК

**B23B 27/16** (2006.01)

**G01B 5/02** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: **u 2017 02554**

(22) Дата подання заявки: **20.03.2017**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **26.12.2017**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **26.12.2017, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):

**Кравченко Юрій Григорович (UA),  
Дербаба Віталій Анатолійович (UA),  
Пугач Руслан Сергійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ  
ЗАКЛАД "НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ",  
пр-кт Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, 49000  
(UA)**

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ КОНТАКТА ЗЛИВНОЇ СТРУЖКИ З ЛЕЗОМ**

(57) Реферат:

Спосіб визначення довжини контакта зливної стружки з передньою поверхнею леза включає задання товщини зрізу, переднього кута і коефіцієнта усадки стружки. Попередньо визначають кут зсуву, далі відносний зсув і потім кут текстури стружки, а довжину контакта стружки з лезом.

**UA 121874 U**



Корисна модель належить до обробки матеріалів різанням і призначена для використання при розрахунку сили і температури різання.

Відомий спосіб визначення довжини контакту зливної стружки з передньою поверхнею леза на основі товщини зрізу  $a = s \cdot \sin \varphi$  ( $s$  - подача на оберт,  $\varphi$  - головний кут в плані), переднього кута  $\gamma$  і коефіцієнта усадки стружки  $k$  по формулі  $l_\gamma = a \cdot k^{0.1} [k(1 - \operatorname{tg} \gamma + 1/\cos \gamma)]$  [Поладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. - М.: Машиностроение, 1982. - 320 с. - С. 12, формула (3)].

Недоліком такого способу є недостатньо точні результати визначення.

Найбільш близьким є спосіб визначення довжини контакту стружки з лезом, що включає задання товщини зрізу  $a$ , переднього кута  $\gamma$  і коефіцієнта усадки стружки  $k$  по модифікованій формулі

$$l_\gamma = a \cdot k^{0.1} [k(1 - \operatorname{tg} \gamma + 2/\cos \gamma)] \quad (1)$$

[Розенберг Ю.А. Методы аналитического определения деформации металла стружки при резании // Вестник машиностроителя. - 2001. - № 3. - С. 34-38. - С. 37, формула (21)].

Недолік цього способу полягає в неадекватності результатів визначення, особливо при наростоутворенні на передній поверхні і при негативних кутах леза.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу визначення довжини контакту стружки з лезом, в якій введенням нових параметрів стружкоутворення і формування іншої моделі визначення досягається можливість підвищення точності отриманих результатів, в тому числі при наростоутворенні і негативних передніх кутах.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі визначення довжини контакту зливної стружки з передньою поверхнею леза, що включає задання товщини зрізу, переднього кута і коефіцієнта усадки стружки, згідно з корисною моделлю, попередньо визначають кут зсуву, далі відносний зсув і потім кут текстури стружки, а довжину контакту стружки з лезом визначають із співвідношення

$$l_\gamma = \frac{2a \cdot \cos(\phi - \gamma)}{\sin \phi \cdot \sin[2(\phi - \gamma + \psi)]},$$

де  $a$  - товщина зрізу;  $\gamma$  - передній кут;  $\phi$  - кут зсуву;  $\psi$  - кут текстури.

Схема визначення довжини контакту стружки  $l_\gamma$  з передньою поверхнею леза  $A_\gamma$  зображена на кресленні:

$P_v$  і  $P_n$  - координатна основна площина і площина різання;  $\gamma$  - передній кут леза;  $\phi$  і  $P_\phi$  - кут і площина зсуву;  $\psi$  і  $P_\psi$  - кут і площина текстури.

Ця схема стружкоутворення прийнята на основі відомих досліджень методом миттєвої зупинки процесу різання з наступним виготовленням мікрошліфів коренів стружки.

Процес відокремлення елемента зрізуваного шару товщиною  $a$  від заготовки здійснюється в результаті пластичної деформації зсуву під впливом сил зсуву в площині  $P_\phi$  і тертя на поверхні  $A_\gamma$ , які утворюють поле напружень в чотирикутнику  $ocde$ .

Первинна деформація починається в зоні площини  $P_\phi$  і закінчується в площині  $P_\psi$ , де осі від деформованих елементів з початковою формою квадрата під дією нормальних напружень стають витягнутими в одну лінію  $od$ . Сили гальмування сходу стружки на опорній поверхні  $A_\gamma$  призводять прилезову зону  $oe$  до вторинної деформації.

Як відомо, в обох зонах деформація супроводжується зміцненням матеріалу стружки, поле пружності якого обмежується прямокутним катетом  $de$  до площини  $P_\psi$ .

Вихідними даними визначення довжини  $l_\gamma$  постають товщина зрізу  $a$ , передній кут  $\gamma$ , кут зсуву  $\phi$  і кут текстур  $\psi$ .

Спосіб виконується в наступному порядку.

Для заданих умов обробки (товщини зрізу  $a$ , швидкості різання  $v$  і переднього кута  $\gamma$ ) попередньо експериментально визначить коефіцієнт усадки стружки (укорочення  $k_L = L_s/L_c$  з довжиною зрізу  $L_s$  і стружки  $L_c$  або потовщення  $k_a = a_c/a$  з товщиною зрізу  $a$  і стружки  $a_c$ ).

Далі згідно з відомими в теорії різання формулах визначають кут зсуву

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{\cos \gamma}{k - \sin \gamma} \quad (2)$$

і відносний зсув

$$\varepsilon = \frac{1}{\operatorname{tg} \phi} + \operatorname{tg}(\phi - \gamma) = \frac{k^2 - 2k \cdot \sin \gamma + 1}{k \cdot \cos \gamma}. \quad (3)$$

Потім визначають кут текстури після деформації зсуву по відомій в теорії пластичності формулі

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{2}{\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 + 4}}. \quad (4)$$

- 5 Моделювання визначення довжини  $l_\gamma$  здійснено з урахуванням параметрів трьох трикутників obc, ocd і ode (див. Фіг.).

1. Δobc. Із початкових умов  $\angle obc = 90 - \gamma$  і в наслідку  $\angle bco = 90 + \gamma - \phi$ .

2. Δocd.  $\angle ocd = 90 - (\gamma - \phi)$ , а з урахуванням кута  $\psi$  отримуємо  $\angle cdo = 90 - (\phi - \gamma + \psi)$ .

Довжина площини зсуву  $oc = l_\phi = a / \sin \phi$ .

- 10 Із пропорції  $\frac{l_\phi}{\sin \angle cdo} = \frac{l_\psi}{\sin \angle ocd}$  довжини площини текстури дорівнює

$$od = l_\psi = \frac{a \cdot \cos(\phi - \gamma)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi - \gamma + \psi)}.$$

3. Δode.  $\angle ode = 90^\circ$  як постановочний і тоді  $\angle doe = 90 - (\phi + \psi) + \gamma$ . При відомих  $l_\psi$  і  $\angle doe$

довжина  $l_\gamma$  дорівнює:  $oe = l_\gamma = \frac{l_\psi}{\cos \angle doe}$ .

Остаточна пошукова довжина контакту визначається із співвідношення

15 
$$l_\gamma = \frac{2a \cdot \cos(\phi - \gamma)}{\sin \phi \cdot \sin[2(\phi - \gamma + \psi)]}. \quad (5)$$

Результати визначення довжини контакту  $l_\gamma$  згідно з пропонованим (5) і відомого (1) співвідношень в широких межах швидкості різання  $v$  і переднього кута  $\gamma$  (основних параметрів впливу на макродеформацію стружки) для прикладу наведені в табл. 1 і 2 при точінні сталей 45 і 12X18H9T з різним рівнем оброблюваності.

- 20 Порівняльні дослідження виконані при однакових параметрах процесу різання (швидкостях  $v$ , товщині зсуву  $a$ , кутах  $\gamma$ ) і відповідних параметрах стружкоутворення на основі попередньо визначених коефіцієнтів усадки  $k$ :

кутах зсуву  $\phi$  по формулі (2);

відносних зсувах  $\varepsilon$  по формулі (3);

- 25 кутах текстури  $\psi$  по формулі (4).

Проведений аналіз показав у більшості випадків близьке (до 1-5 %) сходження отриманих результатів для обох способів при наявності двох відмінностей по точності визначення:

при низьких швидкостях  $v$  для відомого способу встановлено значне заниження значень довжини  $l_\gamma$  (1), особливо для випадку точіння сталі 45 при  $v = 0,5$  м/с з наростоутворенням на

- 30 поверхні  $A_\gamma$  (на 25 %);

при негативних кутах у відомий спосіб призводить до завищених значень довжини  $l_\gamma$  (1) на 6-9 %.

Таблиця 1

Розрахункові значення довжини контакту стружки з лезом  $l_\gamma$  при точінні сталі 45 твердим сплавом T15K6 (товщ. зрізу  $a = 0,25 \cdot 10^{-3}$  м)

Позначення параметрів		Результати визначення			
Швидкість $v$ , м/с ( $\gamma = 10^\circ$ )		0,5	1,25	2	2,75
Коефіцієнт усадки $k$		2,7	2,2	2	1,9
Кут зсуву $\phi$ , град. (2)		21,3	25,9	28	29,7
Відносний зсув $\varepsilon$ (3)		2,76	2,34	2,20	2,10
Кут текстури $\psi$ , град. (4)		17,9	20,2	21,1	21,7
Довжина контакту $l_\gamma \cdot 10^{-3}$ , м	(5)	1,57	1,15	0,99	0,95
	(1)	1,18	1,04	0,99	0,96
Передній кут $\gamma$ , град. ( $v = 2$ м/с)		-10	0	10	20
Коефіцієнт усадки $k$		2,5	2,25	2	1,75
Кут зсуву $\phi$ , град. (2)		20,2	24	28	33,7
Відносний зсув $\varepsilon$ (3)		3,30	2,69	2,20	1,75
Кут текстури $\psi$ , град. (4)		15,6	18,3	21,1	24,4
Довжина контакту $l_\gamma \cdot 10^{-3}$ , м	(5)	1,25	1,13	0,99	0,90
	(1)	1,36	1,15	0,99	0,86

Таблиця 2

Розрахункові значення довжини контакту стружки з лезом  $l_\gamma$  при точінні сталі 12X18H9T твердим сплавом BK8 (товщ., зрізу  $a = 0,31 \cdot 10^{-3}$  м)

Позначення параметрів		Результати визначення			
Швидкість $v$ , м/с ( $\gamma = 15^\circ$ )		0,5	1	1,5	2,
Коефіцієнт усадки $k$		2	1,8	1,7	1,65
Кут зсуву $\phi$ , град. (2)		29	32	33,8	34,8
Відносний зсув $\varepsilon$ (3)		2,05	1,91	1,83	1,80
Кут текстури $\psi$ , град. (4)		22,1	23,2	23,7	24
Довжина контакту $l_\gamma \cdot 10^{-3}$ , м	(5)	1,30	1,13	1,06	1,02
	(1)	1,20	1,11	1,05	1,02
Передній кут $\gamma$ , град. ( $v = 1$ м/с)		-5	5	15	25
Коефіцієнт усадки $k$		2,3	2	1,8	1,6
Кут зсуву $\phi$ , град. (2)		22,6	27	32	37,5
Відносний зсув $\varepsilon$ (3)		2,92	2,35	1,91	1,52
Кут текстури $\psi$ , град. (4)		17,2	20,2	23,2	26,3
Довжина контакту $l_\gamma \cdot 10^{-3}$ , м	(5)	1,43	1,27	1,13	1,04
	(1)	1,52	1,27	1,11	0,99

Таким чином даний спосіб з урахуванням кута текстури  $\psi$  (4) і новим співвідношенням параметрів стружкоутворення (5) забезпечує більш точне визначення довжини контакту  $l_\gamma$ .

Перевага способу проявляється в його універсальності при визначенні довжини контакту стружки в умовах точіння сталей з низькими швидкостями різання і негативними передніми кутами.

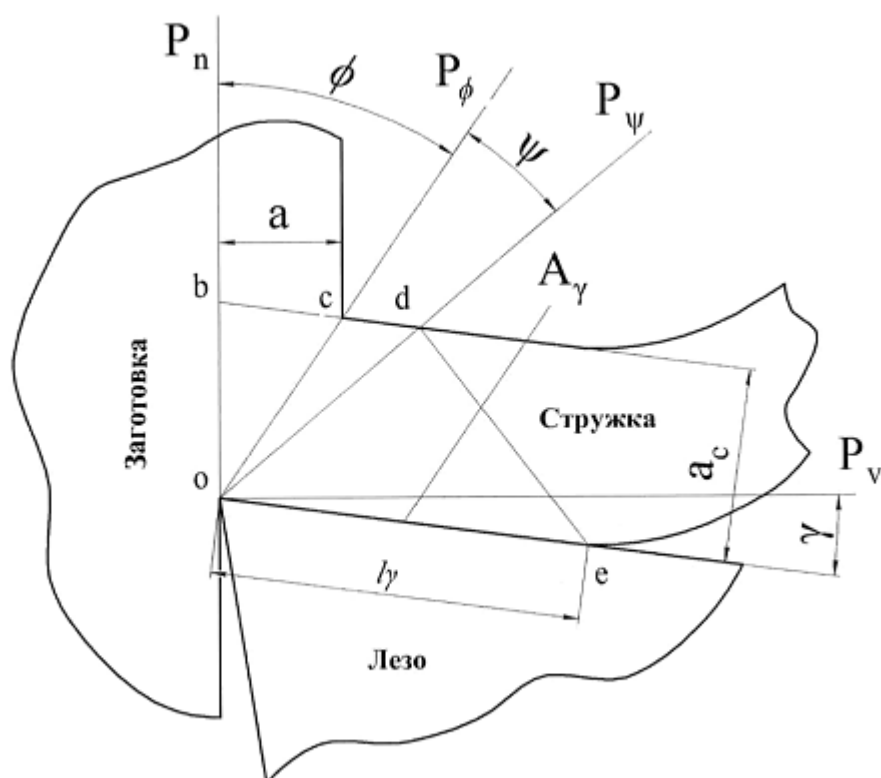
Позитивний ефект виявленого науково-технічного результату полягає в підвищенні точності визначення довжини контакту стружки з лезом, що в свою чергу сприяє удосконаленню аналітичних розрахунків сили і температури тертя на передній поверхні леза, моделі оптимізації параметрів процесу різання (з технічними обмеженнями по силі і температурі в тому числі) та їх управлінням як наслідок.

# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб визначення довжини контакту зливної стружки з передньою поверхнею леза, що включає задання товщини зрізу, переднього кута і коефіцієнта усадки стружки, який **відрізняється** тим, що попередньо визначають кут зсуву, далі відносний зсув і потім кут текстури стружки, а довжину контакту стружки з лезом визначають із співвідношення:

$$l_{\gamma} = \frac{2a \cdot \cos(\phi - \gamma)}{\sin \phi \cdot \sin[2(\phi - \gamma + \psi)]},$$

де  $a$  - товщина зрізу;  $\gamma$  - передній кут;  $\phi$  - кут зсуву;  $\psi$  - кут текстури.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601