



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51900 (13) A

(51) 6 G01N3/58

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧИХ ЗАСОБІВ

1

2

(21) 2001085566

(22) 06 08 2001

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Пасечник Анатолій Андрійович, Кузьменко
Анатолій Григорович, Баннов Геннадій Михайлович

(73) ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОДІЛЛЯ

(57) Спосіб визначення трибологічних характеристик мастильно-охолоджуючих засобів, що полягає у дослідженні зношування інструментального матеріалу, який відрізняється тим, що використовується спосіб тертя ковзанням твердосплавної пластини, величину зношування інструментального матеріалу α і температуру $T^{\circ}\text{C}$ від шляху тертя S_2 визначають по двох точках S_{21} та S_{22} , при цьому параметри зношування визначають по формулах

$$m_2 = \frac{1 - 2\beta_a}{\beta_a}, \quad k_{w2} = \frac{C_a^{m_2+2}\beta_a}{(Q/2b)^{m_2} Rk_1},$$

де m_2, k_{w2} - параметри моделі зношування інструментального матеріалу, β_a, C_a - параметри апроксимації, Q - сила, з якою притискається інструментальний матеріал до циліндра, b - ширина інструментальної пластини, R - радіус циліндра, k_1 - кутовий коефіцієнт

Коефіцієнт впливу мастильно-охолоджуючих засобів на відносну оброблюваність розраховують за формулою

$$K = \frac{k_{w2(45)}}{k_{w2}} \sigma^{m_2(45)} = m_2,$$

де $m_2(45), k_{w2(45)}$ - параметри моделі зношування інструментального матеріалу при терті по сталі 45, m_2, k_{w2} - параметри моделі зношування інструментального матеріалу при терті по сталі, для якої визначається оброблюваність, σ - тиск в контакті

Винахід відноситься до машинобудування і може бути використаними при визначенні технологічних характеристик мастильно-охолоджуючих технологічних засобів (МОТЗ)

За основу оцінки технологічних властивостей МОТЗ при обробці різанням в загальному приймається зношування і стійкість різального інструменту. Оціночні показники технологічних властивостей МОТЗ співпадають з показниками технологічних властивостей оброблюваних матеріалів, і процедура оцінки їх в кінцевому підсумку - це процедура оцінки оброблюваності різанням [1]

Найбільш близьким до винаходу і технічної суті є метод отримання запезності швидкості різання від стійкості V-T шляхом проведення стійкісних досліджень з різними швидкостями різання, який потребує спеціального обладнання, великої кількості матеріалу і значного часу. При обмеженій кількості матеріалу і інструмента метод взагалі не може бути використаний. В процесі різання, із

зменшенням діаметра заготовки змінюється однорідність металу, процес різання припиняється для контролю фаски зносу по головній задній поверхні інструмента, що все це веде до відхилення стійкості T на 10 - 30% і більше [2]

В основу винаходу поставлена задача зпрошення процесу дослідження впливу МОТЗ на оброблюваність матеріалів, підвищення точності експерименту, значного зменшення часу на дослідження, зменшення оброблюваного і інструментального матеріалу, зменшення МОТЗ за рахунок виключення процесу різання

Спосіб визначення трибологічних характеристик мастильно-охолоджуючих технологічних засобів який ґрунтується на дослідженні зношування інструментального матеріалу відрізняється тим, що використовується спосіб тертя ковзанням твердосплавної пластини, величина зношування інструментального матеріалу α і температуру $T^{\circ}\text{C}$ від шляху тертя S_2 визначають по точкам S_{21} та S_{22}

(13) A

(11) 51900

(19) UA

(фиг 2) при цьому параметри зношування визначають по формулам

$$m_2 = \frac{1-2\beta_\alpha}{\beta_\alpha}, \quad k_{W_2} = \frac{C_\alpha^{m_2+2}\beta_\alpha}{(Q/2b)^{m_2}Rk_1},$$

де m_2, k_{W_2} - параметри моделі зношування інструментального матеріалу,

β_α, C_α - параметри апроксимації,

Q - сила з якою притискається інструментальний матеріал до циліндра,

b - ширина інструментальної пластини,

R - радіус циліндра,

k_1 - кутовий коефіцієнт

Коефіцієнт впливу мастильно-охолоджуючих засобів на відносну оброблюваність розраховують

$$\text{по формули } K = \frac{k_{W_2(45)}}{k_{W_2}} \sigma^{m_2(45)-m_2},$$

де $m_2(45), k_{W_2(45)}$ - параметри моделі зношування інструментального матеріалу при терті по сталі 45,

m_2, k_{W_2} - параметри моделі зношування інструментального матеріалу при терті по сталі для якої визначається оброблюємість,

σ - тиск в контакт

Задача вирішується тим, що вплив МОТЗ на відносну оброблюваність визначаємо по зношуванню інструментального матеріалу при терті ковзанні по матеріалу, для якого визначається оброблюваність по схемі циліндр - площина з подачею МОТЗ в зону тертя (фиг 1) В якості циліндра є матеріал, для якого визначається вплив МОТЗ на оброблюваність, площина - матеріал різального інструмента. Порівняння пар тертя по зносостійкості і оцінку впливу МОТЗ на оброблюваність проводили на основі зношування інструментального матеріалу. Закономірність впливу МОТЗ на зношування інструментального матеріалу приймали в формі двох факторної моделі

$$\frac{dU}{dS_2} = k_{W_2} \sigma^{m_2} T. \quad (1)$$

де k_{W_2}, m_2 - параметри моделі зношування інструментального матеріалу,

U_{W_2} - знос інструментального матеріалу в напрямку перпендикулярному до швидкості різання,

S_2 - шлях тертя інструментального матеріалу,

T - температура в контакт тертя

Дослідження проводили безперервно, таким чином наприклад що перші 500м тертя проводили при швидкості 50м/хв, других 500м при швидкості 100м/хв, третіх 500м при швидкості 150м/хв, а четвертих і штих 500м відповідно при швидкості 200, 250м/хв. Таким чином, двох факторна модель автоматично перетворювалась в трьох факторну

В інтегральній формі модель (1) має вид

$$U_{W_2} = k_{W_2} \int_0^{S_2} \sigma^{m_2}(S_2) T(S_2) dS_2 \quad (2)$$

В процесі обертання циліндра (фиг 1) до якого притискається площина з силою Q проходить незначний знос циліндра, рівномірно і знос площини

По результатам дослідження будемо залежність $\alpha(S_2)$ і $T(S_2)$ від шляху тертя для площини в

формі α -степеневі апроксимації, а T - в формі лінійної залежності (фиг 2)

$$\alpha(S_2) = C_\alpha S_2^{\beta_\alpha}; T = K_1 S_2. \quad (3)$$

Між максимальним зносом площини U_{W_2} і розміром α площини контакту в першому приближенні існує досить точна залежність

$$U_{W_2}(S_2) = \frac{\alpha^2(S_2)}{2R}. \quad (4)$$

де R - радіус циліндра заготовки для якої визначається оброблюємість. Тому при експерименті достатньо вимірювати тільки одну величину із величин α або U_{W_2}

Для визначення параметрів апроксимації залежностей $C_\alpha, \beta_\alpha, T$ необхідно на відповідних експериментальних залежностях (фиг 2) вибрати по дві точки з координатами. Записуя степеневу залежність (3) для цих точок і логарифмуя отримуємо формули для визначення параметрів апроксимації

$$\beta_\alpha = \frac{\lg \alpha_1 / \alpha_2}{\lg S_{21} / S_{22}}; \quad C_\alpha = \frac{\alpha_{21}}{S_{21}^{\beta_\alpha}}. \quad (5)$$

Температуру апроксимуємо по лінійному закону, рівняння прямої, яка проходить через початок координат має вид

$$T = k_1 S_2 \quad (6)$$

де k_1 - кутовий коефіцієнт, який визначається із експерименту

$$k_1 = \frac{T}{S_2}. \quad (7)$$

Приближення кривих здійснювали методом найменших квадратів

При рівномірному розподілі тиску на площини контакту, тиск дорівнює

$$\sigma = \frac{Q}{2ab}. \quad (8)$$

Рішення задачі для площини по визначенню параметрів моделі зношування інструментального матеріалу одержуємо наступним чином

Підставим в друге інтегральне співвідношення (2) вирази (3), (4), (5), (6), (7), (8). В результаті маємо

$$\frac{C_\alpha^2 S_2^{2\beta_\alpha}}{2R} = k_{W_2} k_1 \left(\frac{Q}{2b} \right)^{m_2} \frac{1}{C_\alpha^{m_2}} \int_0^{S_2} \frac{S_2}{S_2^{m_2 \beta_\alpha}} dS_2. \quad (9)$$

або після інтегрування

$$\frac{C_\alpha^2 C_\alpha^{m_2(2-m_2\beta_\alpha)}}{2R \left(\frac{Q}{2b} \right)^{m_2} k_{W_2} k_1} S_2^{2\beta_\alpha} = S_2^{2-m_2\beta_\alpha} \quad (10)$$

З умови виконання рівняння (10) при любых значеннях змінної величини S_2 одержуємо рівняння

$$2\beta_\alpha = 2 - m_2\beta_\alpha \quad (11)$$

з якого слідує

$$m_2 = \frac{1-2\beta_\alpha}{\beta_\alpha} \quad (12)$$

Другий параметр моделі зношування матеріалу площини одержуємо з рівняння (10), яке з врахуванням (11) отримує вид

$$\frac{C_a^{m_2+2} \beta_a}{(Q/2b)^{m_2} R k_{w_2} k_1} = 1 \quad (13)$$

Звідки

$$k_{w_2} = \frac{C_a^{m_2+2} \beta_a}{(Q/2b)^{m_2} R k_1} \quad (14)$$

Таким чином, параметри моделі зношування інструментального матеріалу k_{w_2} , m_2 визначаються по результатам дослідження одного зразка параметрами S_a , β_a степеневі апроксимації і k_1 - лінійної,

Коефіцієнт відносної оброблюваності визначається по формулі

$$K_{v_{80}} = \frac{V_{80(MOT3)}}{V_{80}} = \frac{S_{(MOT3)}}{S} \quad (15)$$

де V_{80} , S - швидкість, шлях тертя без використання MOT3, $V_{80(MOT3)}$, $S_{(MOT3)}$ - швидкість, шлях тертя при використанні MOT3

Із рівняння (1) знаходимо шлях тертя для інструментального матеріалу і записуємо для випадку, коли тертя ведеться без MOT3 і для випадку коли тертя ведеться з MOT3

$$S = \frac{U_{w_2}}{k_{w_2} \sigma^{m_2} T}, \quad S_{(MOT3)} = \frac{U_{w_{(MOT3)}}}{k_{w_{(MOT3)}} \sigma^{m_{2(MOT3)}} T} \quad (16)$$

Підставив в співвідношення (15) вирази (16) при умові, що оцінку оброблюваності при використанні MOT3 проводимо при однаковому обмеженні зносу інструментального матеріалу $U_{w_2} = U_{w_{(MOT3)}}$ і при однаковій температурі $T = T_{(MOT3)}$

В результаті отримуємо

$$K = \frac{k_{w_{(MOT3)}}}{k_{w_2}} \sigma^{(m_{2(MOT3)} - m_2)} \quad (17)$$

Таким чином визначення впливу MOT3 на оброблюваність металу зводиться до визначення параметрів зношування інструментального матеріалу при терті ковзанні по металу, для якого визначається оброблюваність під дією MOT3 по схемі циліндр - площина. На фіг 1 відображена схема контакту циліндр - площина, де 1 - циліндр, 2 - площина, фіг 2 - схема точок для апроксимації експериментальних даних, фіг 3 - схема пристрою для проведення досліджень зношування інструментального матеріалу при подачі в зону тертя

MOT3, фіг 4 залежність зношування інструментального матеріалу α і температури T від шляху тертя, матеріалу і MOT3, 1 - повітря, 2 - вода, 3 - Укринол-1, 4 - катодна поляризація заготовки, 5- МХО-62

Приклад виконання

Для виконання способу використовували токарно-гвинторізний верстат. Механізм, який зображений на фіг 3 працює наступним чином. Зразок-твердосплавна пластина 1 закріплена в пінолі 8 переміщується в корпусі 2 і притискається до циліндра 1 під дією ваги 3 рычага 4. Корпус розташований на основі 5, жорстко закріпленій на поперечному супорті верстата, в центрах верстата встановлюється заготовка 6 для якої визначається відносна оброблюваність, яка служить контр-тілом пари тертя ковзання площини інструментального матеріалу (твердий сплав Т15К6). В корпусі є прорізь, що дає можливість реєструвати переміщення зразка датчиками 7.

Для визначення впливу MOT3 на оброблюваність проводили наступні заходи

1 Виконували випробування на зносостійкість при терті ковзанні твердосплавної пластини Т15К6 по сталі 45, У7, 30ХНМА, 12Х18Н10Т. В зону тертя подавали наступні MOT3: воду, Укринол-1, МХО-62, а також з метою покращення оброблюваності проводили катодну поляризацію в 10%-розчині H_2SO_4 при густині струму $i = 0,5 A/dm^2$, на протязі однієї години.

Шлях тертя становив, наприклад 500, 1000, 1500, 2000, 2500 м. Сила притискання $Q = 30 kg$, що забезпечує тиск при терті, який виникає в процесі різання.

2 По результатам дослідження вимірювали зношування твердосплавної пластини α і температури тертя T , і будували залежність α і T від шляху тертя пластини S_2 (фіг 4).

3 Визначали параметри моделі зношування твердосплавної пластини Т15К6 по формулі (12), (14), і розраховували коефіцієнт впливу MOT3 на оброблюваність по формулі (16) (Табл 1).

4 Для порівняння отриманих результатів запропонованого метода, проводили оцінку впливу MOT3, методом повздовжнього точіння. Результати представлені в табл.

Таблиця

Матеріал	Среда	β_a	$C_a, \frac{mm}{mm} \beta_a$	K_1	m_2	$K_{w_2}, \left(\frac{mm^2}{kg} \right)^{m_2}$	K_{mT} м тертя	K_{v80} м різ
Сталь-45	Воздух	0.41	4.181×10^{-5}	0.0004	2.82	1.108×10^{-12}	1	1
У7	Воздух	0.377	7.618×10^{-2}	0.0004	3.299	5.841×10^{-13}	0.8	0
	Вода	0.424	3.53×10^{-3}	0.0008	2.71	1.447×10^{-12}	0.89	0
	Укринол-1	0.5	1.01×10^{-3}	0.00017	1.98	3.224×10^{-12}	1.29	1
	КПЗ	0.377	7.25×10^{-3}	0.0004	3.36	3.02×10^{-13}	1.5	1
	МХО-62	0.566	3.14×10^{-4}	0.0002	1.529	2.48×10^{-12}	3.5	3

Продовження табл

Таблиця

Матеріал	Среда	β_α	C_α мм/мм ^{β_α}	K_1	m_2	$K_{W2} \left(\frac{\text{мм}^2}{\text{кг}} \right)^{m_2}$	$K_{\text{м.т.}}$ м.т.т.	K_{V80} м.т.т.
Сталь-45	Воздух	0.41	4.181×10^{-3}	0.0004	2.82	1.108×10^{12}	1	1
У7	Воздух Вода Укриноп-1 КПЗ МХО-62							

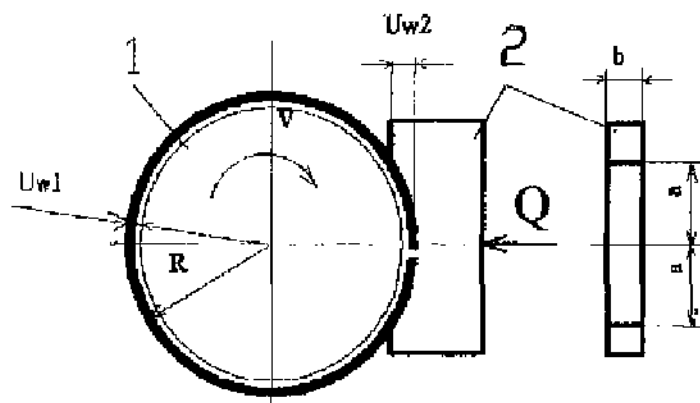


Fig. 1

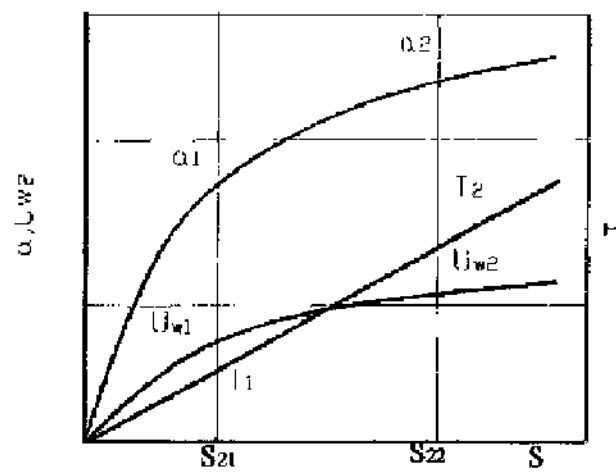


Fig. 2

MOT3

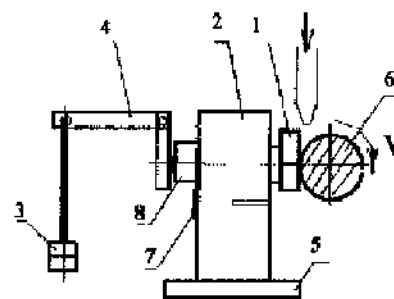
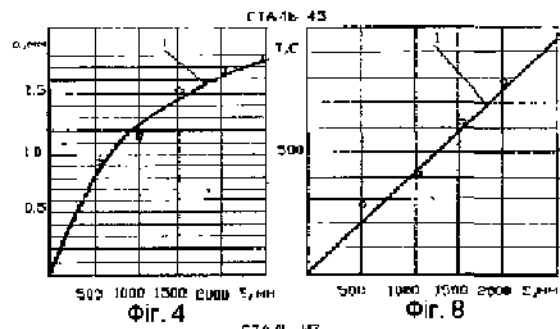
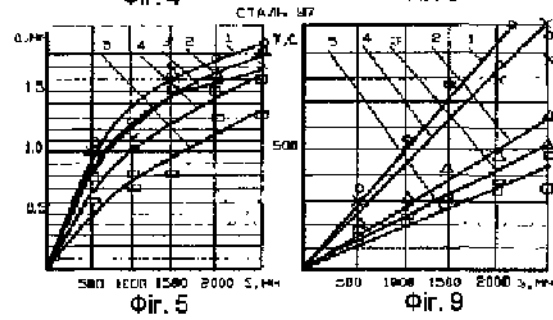


Fig. 3



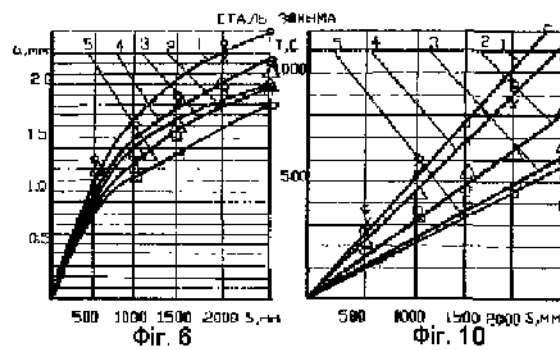
Фиг. 4

Фиг. 8



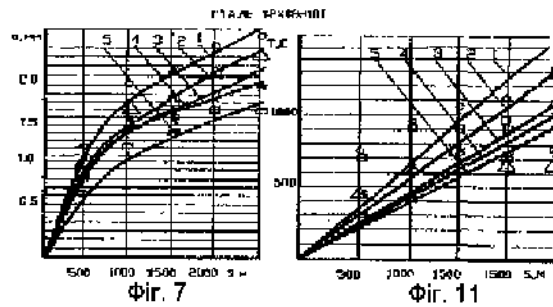
Фиг. 5

Фиг. 9



Фиг. 6

Фиг. 10



Фиг. 7

Фиг. 11

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71