



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91817** (13) **U**
(51) МПК
G01N 3/58 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 03124	(72) Винахідник(и): Нагорний Володимир В'ячеславович (UA), Залога Вільям Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 27.03.2014	(73) Власник(и): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2014, Бюл.№ 13	

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЗНОСУ ТА СТІЙКОСТІ ЛЕЗОВОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

(57) Реферат:

Спосіб оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента, при якому здійснюють процес різання при заданих режимах та проводять виміри механічних коливань системи ВПІД у формі віброакустичних сигналів. Додатково вимірюють звуковий сигнал за допомогою мікрофона, який встановлюють в безпосередній близькості до зони різання. Вимірювання механічних коливань системи ВПІД проводять на супорті в боковому напрямку, перпендикулярно поздовжній осі оброблюваної деталі. Визначають нормовані спектри звукового та віброакустичного сигналів, знаходять їх різницю та середньоквадратичну величину різницевого сигналу і на основі цих даних та інформації про попередні вимірювання і час їх проведення, що зберігається в базі даних, складають часовий ряд, який піддають апроксимації шляхом мінімізації функціонала.

UA 91817 U

Корисна модель належить до машинобудування і може бути використана для оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента.

Відомий спосіб, відповідно до якого знос інструмента в процесі різання оцінюють за акустичними сигналами, які зареєстровані мікрофонами, з наступним поділом цих сигналів на два частотні діапазони і оцінкою зносу інструмента за співвідношенням амплітуд цих частотних діапазонів. "Визначення зносу інструмента за рівнем звуку при токарній обробці" (Вайхбротт і др. Груды американского общества инженеров-механиков. Сер. В. 1969. № 3).

Основним недоліком даного способу є недостатня точність визначення зносу різального інструмента в процесі різання через те, що не вказаний критерій, згідно з яким здійснюється виділення із зареєстрованих механічних коливань верстата високочастотної і низькочастотної складових.

Найбільш близьким аналогом до запропонованого способу, є спосіб оцінки критичного зносу різального інструмента (АС СРСР № 752157, МПК G01N 3/58, 1980), при якому застосовують ріжучий інструмент, який відповідає характеристикам оброблюваного матеріалу, і починають обробку на рекомендованих режимах, потім контрольно-вимірвальними засобами, встановленими в зоні обробки, попередньо визначають індивідуальні механічні коливання системи ВГПД у формі віброакустичних сигналів, перетворених в електричні сигнали, в яких виділяють високочастотну і низькочастотну складові шириною в одну октаву, середні геометричні значення яких збігаються з високою і низькою власними частотами системи ВШД. За співвідношенням амплітуд сигналів у вибраних частотних смугах оцінюють знос інструменту.

Недолік вищенаведеного способу полягає в тому, що, по-перше, визначення поточної величини зносу проводиться без корекції впливу власних механічних коливань верстата на реєстрований сигнал і, по-друге, метод не дозволяє прогнозувати момент досягнення граничної величини зносу та/або поломки інструменту, що приводе до браку виробів, і в результаті до зниження продуктивності верстатів, особливо верстатів з ЧПК.

Задачею корисної моделі є корекція впливу власних механічних коливань верстата на реєстрований сигнал і підвищення за рахунок цього точності визначення зносу з одночасним прогнозуванням моменту досягнення граничної величини зносу та/або поломки інструменту для своєчасної його заміни і збільшення продуктивності верстатів, особливо верстатів з ЧПК.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента, при якому здійснюють процес різання при заданих режимах, та проводять виміри механічних коливань системи ВПІД у формі віброакустичних сигналів, згідно з корисною моделлю, додатково вимірюють звуковий сигнал за допомогою мікрофона, який встановлюють в безпосередній близькості до зони різання, а вимірювання механічних коливань системи ВПІД проводять на супорті в боковому напрямку, перпендикулярно поздовжній осі оброблюваної деталі, визначають нормовані спектри звукового та віброакустичного сигналів, знаходять їх різницю та середньоквадратичну величину різницевого сигналу і на основі цих даних та інформації про попередні вимірювання і час їх проведення, що зберігається в базі даних, складають часовий ряд, який піддають апроксимації шляхом мінімізації функціонала:

$$U = \sum_{i=1}^m [A_{\Phi}(\tau_i) - A_P(\tau_i, \alpha, \gamma, \beta, \eta, T_{BK}, T_{ZH})]^2, \quad (1)$$

$$\text{де } A_P(\tau_i, \alpha, \gamma, \beta, \eta, T_{BK}, T_{ZH}) = \frac{A_{\Phi}(\tau_0)}{\left[1 + (\beta - 1) \left(\frac{\tau_i - \tau_0}{T_{ZH} - \tau_i} \right)^{\alpha} \right] \left[1 - (1 - \eta) \left(\frac{\tau_i - \tau_0}{T_{BK} - \tau_0} \right)^{\gamma} \right]}$$

апроксимаційна модель; $A_{\Phi}(\tau_i)$, $A_{\Phi}(\tau_0)$, поточне і початкове значення середньоквадратичної величини різницевого сигналу; τ_0 , τ_i , - напрацювання інструмента відповідно, на момент початкового й оточного контролю його стану; m - кількість вимірювань; η , β - коефіцієнти форми графіка апроксимаційної моделі; γ , α - показники ступеня; T_{ZH} і T_{BK} - напрацювання інструмента, яке обмежується відповідно зносом та розвитком механічної втоми (відколом) його леза, при цьому оцінку стійкості T інструмента здійснюють за наступною залежністю:

$$T = \frac{T_{ZH} T_{BK}}{T_{ZH} + T_{BK}}, \text{ хв.}, \quad (2)$$

а оцінку зносу h інструмента - за залежністю:

$$h = h_0 \left[1 + (\beta - 1) \left(\frac{\tau - \tau_0}{T_{3H} - \tau_0} \right)^\alpha \right] \left[1 - (1 - \eta) \left(\frac{\tau - \tau_0}{T_{BK} - \tau_0} \right)^\gamma \right], \text{ мкм}, \quad (3)$$

5 де: h_0 - початковий знос, мкм.

Виконання способу оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента сукупності з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, дозволяє:

- підвищити точність і достовірність оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента;

10 - перейти на експлуатацію інструмента за його фактичним станом, уникаючи брака деталі або поломки інструмента;

- збільшити надійність та продуктивність металообробки за умовою її безперервного виконання в заданому режимі та мінімізації втрат часу на зміну інструмента.

Суть способу пояснюється кресленнями.

15 На фіг. 1 наведено схему вимірювань звуку різання і вібрації верстата, де 1 - оброблювана деталь, 2 - мікрофон, 3 - датчик вібрації, 4 - різець. На фіг. 2 наведено нормовані спектри звуку та вібрації. На фіг. 3 наведено спектр різниці нормованих спектрів звуку і вібрації. На фіг. 4 наведено зміну у часі часового ряду різниці звуку і вібрації та графік апроксимаційної моделі. На фіг. 5 наведено зміну у часі зносу по задній поверхні різця h_3 .

20 Пропонований спосіб оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента здійснюється наступним чином.

Приклад.

На токарно - гвинторізному верстаті 16K20T1 різцем 4 з ріжучою пластинкою з матеріалу T15K6 оброблялась деталь 1 (фіг. 1) з матеріалу Ст 45 на режимі різання: $V=94$ м/хв, подача $S=0.25$ мм/об, глибина різання $t=0,3$ мм. У процесі металообробки проводився безперервний контроль за допомогою мікрофона 2 звукового сигналу, який супроводжував процес різання (фіг. 1). Одночасно за допомогою датчика 3, який був встановлений на супорті поблизу від місця закріплення різця 4 (фіг. 1), реєструвалися механічні коливання супорта у формі віброакустичного сигналу в боковому напрямку, перпендикулярно поздовжній осі оброблюваної деталі. Результати вимірювань оброблялись для одержання нормованих спектрів звукового

30 $\bar{S}_{3B}(\tau_i, \omega_j) = \frac{S_{3B}(\tau_i, \omega_j)}{S_{3B}(\tau_i, \omega_1)}$ і віброакустичного $\bar{S}_B(\tau_i, \omega_j) = \frac{S_B(\tau_i, \omega_j)}{S_B(\tau_i, \omega_1)}$ сигналів, де $S_{3B}(\tau_i, \omega_j)$ - поточне значення розмірного спектра звукового сигналу в Па, $S_{3B}(\tau_i, \omega_1)$ - поточне значення розмірного спектра звукового сигналу в Па на частоті ω_1 , яка співпадає з першим кроком по осі частот, $S_B(\tau_i, \omega_j)$ - поточне значення розмірного спектра віброакустичного сигналу в мм/с, $S_B(\tau_i, \omega_1)$ - поточне значення розмірного спектра віброакустичного сигналу в мм/с на частоті ω_1 , яка співпадає з першим кроком по осі частот, τ_i - напрацювання інструмента на момент поточного виміру, ω - кругова частота, c^{-1} (фіг. 2), далі з нормованого спектру звукового сигналу $\bar{S}_{3B}(\tau_i, \omega_j)$ віднімався нормований спектр віброакустичного сигналу $\bar{S}_B(\tau_i, \omega_j)$ (фіг. 3).

40 Порівняння спектрів, які наведені на фіг. 2 і 3, свідчить, що частотна складова на частоті 150 Гц обумовлена механічними коливаннями верстата, а не процесом різання, тому в спектрі різницевого сигналу вона відсутня. Далі розраховувалася середньоквадратична величина різницевого сигналу $\bar{A}_\Phi(\tau_i)$. З цих значень, завдяки безперервному контролю стану інструмента, складався часовий ряд, який піддавали апроксимації шляхом мінімізації функціонала (1) (фіг. 4) з метою оцінки стійкості різального інструмента за формулою (2) та оцінки величини зносу за формулою (3). Результати розрахунків наведено в таблиці.

Оцінка стійкості та зносу лезового інструмента

Тривалість різання t , хв	0,17	17,7	33,7	56,5	78,5	93,5	111,2	131,5
Стійкість T , хв	-	-	-	235	179	160	169	155
Знос h_3 , мм	0,049	0,056	0,061	0,094	0,128	0,189	0,270	0,483

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб оцінки зносу та стійкості лезового різального інструмента, при якому здійснюють процес різання при заданих режимах та проводять виміри механічних коливань системи ВПІД у формі віброакустичних сигналів, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють звуковий сигнал за допомогою мікрофона, який встановлюють в безпосередній близькості до зони різання, а вимірювання механічних коливань системи ВПІД проводять на супорті в боковому напрямку, перпендикулярно поздовжній осі оброблюваної деталі, визначають нормовані спектри звукового та віброакустичного сигналів, знаходять їх різницю та середньо квадратичну величину різницевого сигналу і на основі цих даних та інформації про попередні вимірювання і час їх проведення, що зберігається в базі даних, складають часовий ряд, який піддають апроксимації шляхом мінімізації функціонала:

10

15

$$U = \sum_{i=1}^m [A_{\Phi}(\tau_i) - A_{\Phi}(\tau_0, \alpha, \gamma, \beta, \eta, T_{BK}, T_{ZH})]^2, (1)$$

$$\text{де } A_{\Phi}(\tau_i, \alpha, \gamma, \beta, \eta, T_{BK}, T_{ZH}) = \frac{A_{\Phi}(\tau_0)}{\left[1 + (\beta - 1) \left(\frac{\tau_i - \tau_0}{T_{ZH} - \tau_i} \right)^{\alpha} \right] \left[1 - (1 - \eta) \left(\frac{\tau_i - \tau_0}{T_{BK} - \tau_0} \right)^{\gamma} \right]}$$

апроксимаційна модель; $A_{\Phi}(\tau_i)$, $A_{\Phi}(\tau_0)$, - поточне і початкове значення середньоквадратичної величини різницевого сигналу; τ_0 , τ_i , - напрацювання інструмента, відповідно, на момент початкового й поточного контролю його стану; m - кількість вимірювань; η , β - коефіцієнти форми графіка апроксимаційної моделі; γ , α - показники ступеня; T_{ZH} і T_{BK} - напрацювання інструмента, яке обмежується відповідно зносом та розвитком механічної втоми (відколом) його леза, при цьому оцінку стійкості T інструмента здійснюють за наступною залежністю:

20

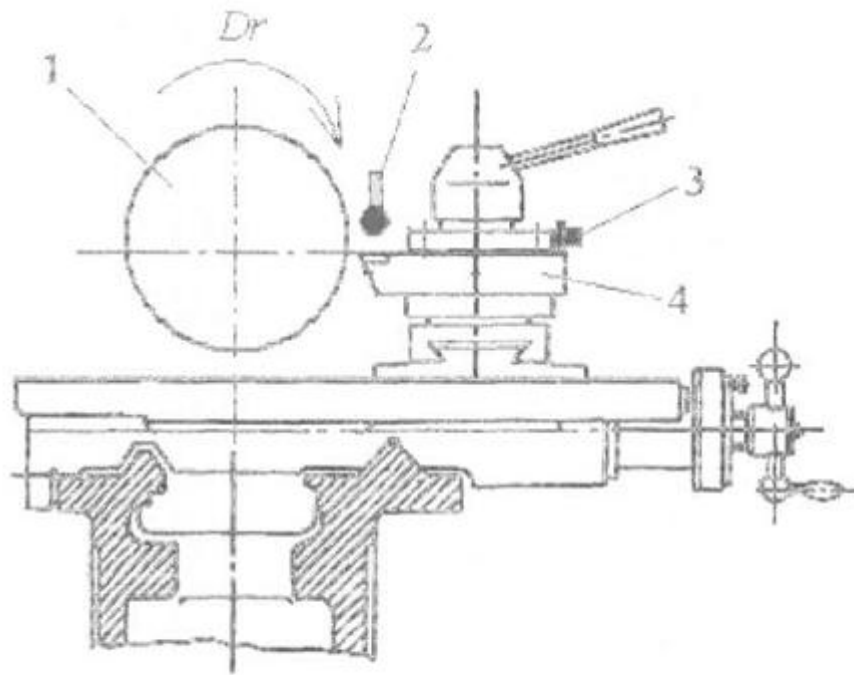
$$T = \frac{T_{ZH} T_{BK}}{T_{ZH} + T_{BK}}, \text{ хв.}, (2)$$

25

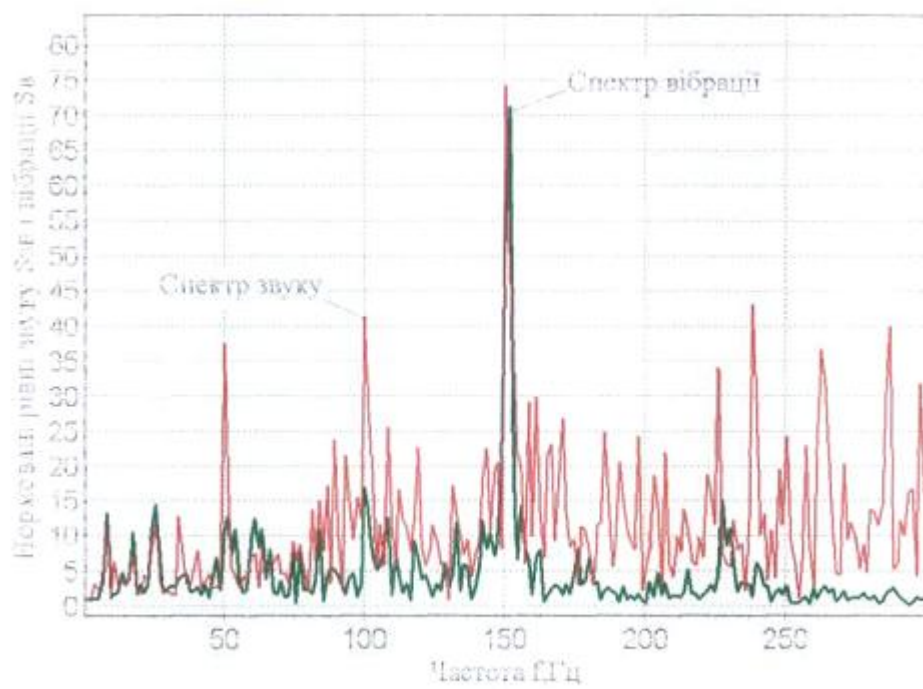
а оцінку зносу h інструмента - за залежністю:

$$h = h_0 \left[1 + (\beta - 1) \left(\frac{\tau - \tau_0}{T_{ZH} - \tau_0} \right)^{\alpha} \right] \left[1 - (1 - \eta) \left(\frac{\tau - \tau_0}{T_{BK} - \tau_0} \right)^{\gamma} \right], \text{ мкм}, (3)$$

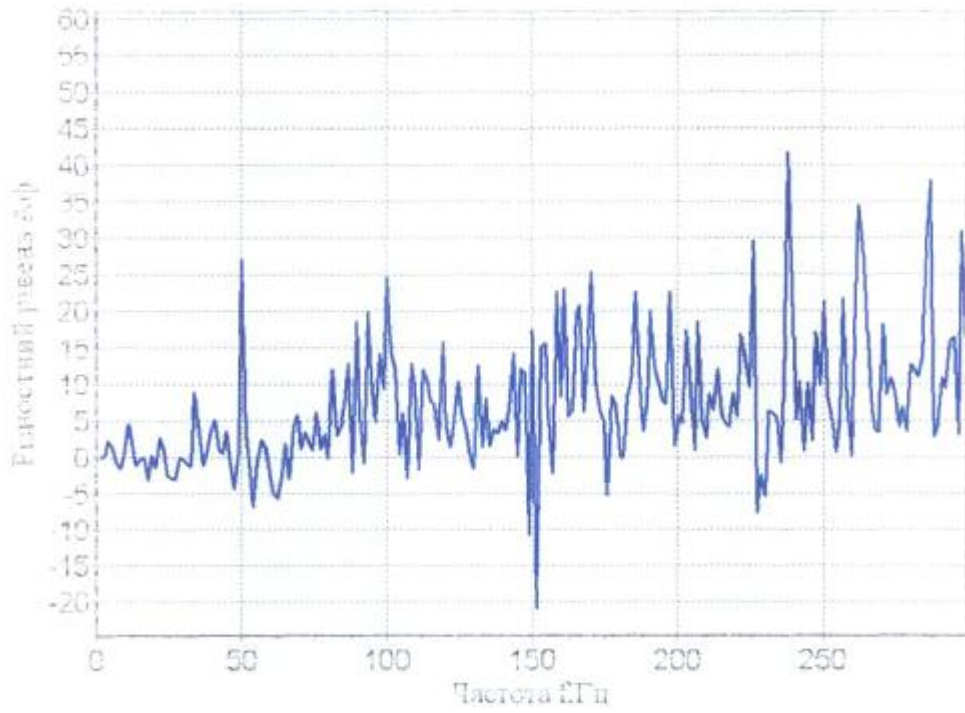
де: h_0 - початковий знос, мкм.



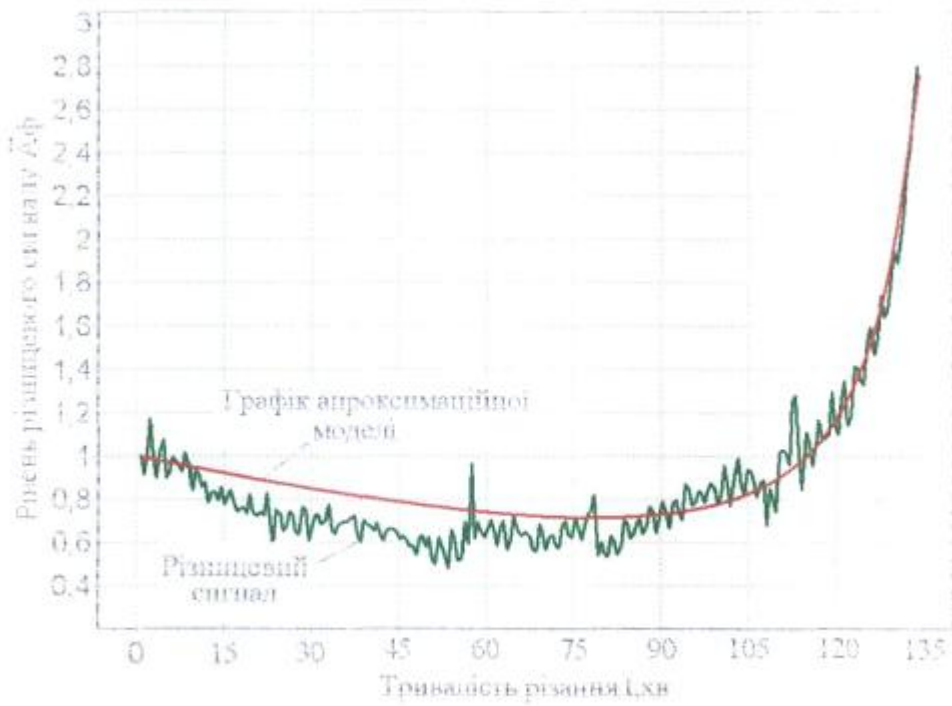
Фиг. 1



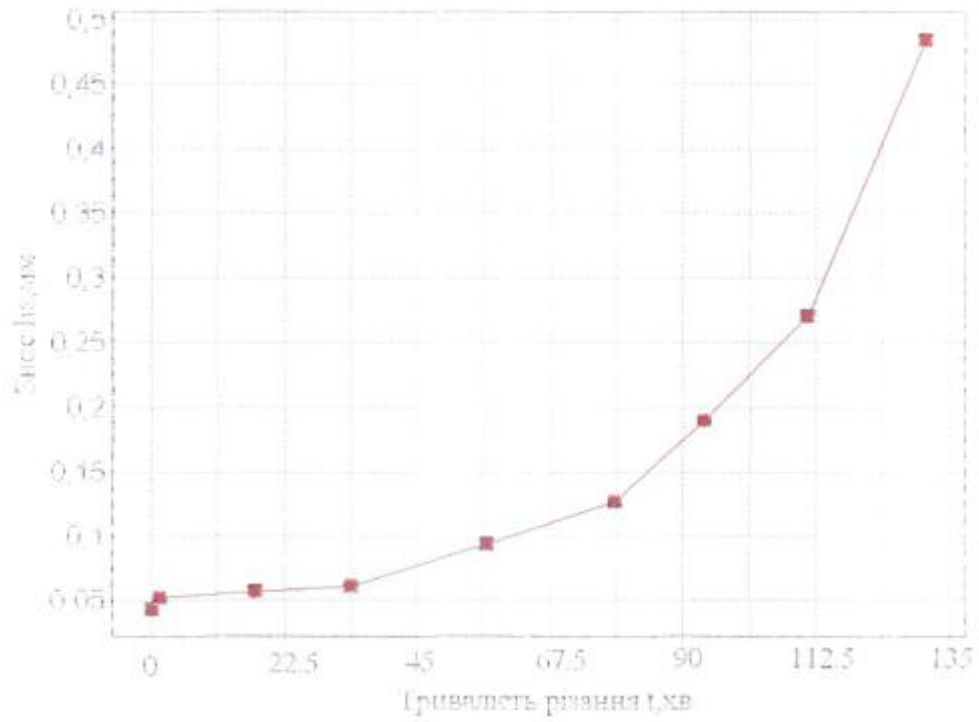
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фіг. 5

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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