



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56421

(13) A

(51) 7 C21D1/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОЇ ВІБРООБРОБКИ МЕТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

1

2

(21) 2002043116

(22) 16 04 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. №5, 2003 р.

(72) Панкратов Анатолій Іванович, Шеремет  
Олексій Іванович(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА  
АКАДЕМІЯ(57) Спосіб автоматичної віброобробки металевих  
деталей, що включає періодичний вплив ме-  
ханічними імпульсами визначених форм, що ма-  
ють обмежений частотний спектр впливу з рівними  
амплітудами гармонік  $S_0$ , безперервний контрользсуву резонансних частот деталі і припинення  
впливу при зникненні зсуву резонансних частот,  
який відрізняється тим, що виконують безпере-  
рвний контроль величин діапазонів  $\Delta\omega$  резонанс-  
них частот деталі і швидкостей  $V_f$  зсуву резонанс-  
них частот, причому вплив здійснюють  
імпульсами, амплітуди яких залежать від часу  $t$   
чергового імпульсного впливу і дорівнюють  
 $S_0 \sin((\Delta\omega/2)t/\pi\tau)$ , тривалості імпульсів  $\tau$   
дорівнюють  $50\pi/\Delta\omega$ , а скважності дорівнюють

$$\sqrt{2\pi/V_f\tau^2}$$

Винахід відноситься до обробки металевих  
деталей, а саме до способів обробки вібрацією  
деталей, отриманих литтям або зварюванням, у  
ході якої в них знижуються внутрішні напруження.

Відомий спосіб віброобробки металевих де-  
талей, реалізований у пристрої (див., наприклад,  
а с СССР № 1505519, МКИ 3 21 D 1/04, 1989), що  
полягає в багаторазовій дії на оброблювану де-  
таль механічними імпульсами, безперервному  
контролі зсуву власних резонансних частот деталі  
в часі і припиненні впливу при зникненні зсуву ре-  
зонансних частот.

Недоліком цього способу є великі енерговит-  
рати на віброобробку, пов'язані з застосуванням  
механічних імпульсів із суцільним спектром частот.

Найбільш близьким по технічній сутності є  
спосіб віброобробки металевих деталей (див., на-  
приклад, а с СССР № 1832729, МКИ 3 21 D 1/04,  
1990), що полягає в багаторазовій дії на оброблю-  
вану деталь механічними імпульсами такої форми,  
що мають частотний спектр, обмежений найбіль-  
шою резонансною частотою  $1/5f_{\text{рез max}}$ , тривалістю  
рівній  $1/1/5f_{\text{рез max}}$  і скважністю, яка дорівнює  
 $1/5f_{\text{рез max}} / \Delta f_{\text{рез min}}$ , де  $\Delta f_{\text{рез min}}$  - мінімальна зміна  
резонансної частоти за один період обробки.

Недоліком цього способу є великі енерговит-  
рати на віброобробку, пов'язані з незмінністю фо-  
рми і скважності імпульсів під час обробки.

В основу винаходу поставлена задача ство-  
рення такого способу автоматичної віброобробки  
металевих деталей, що дозволив би знизити енер-  
говитрати.

Поставлена задача вирішується тим, що в  
спосіб автоматичної віброобробки металевих  
деталей, що включає періодичну дію механічними  
імпульсами визначених форм, що мають обмеже-  
ний частотний спектр дії з рівними амплітудами  
гармонік  $S_0$ , безперервний контроль зсуву резона-  
нських частот деталі і припинення впливу при зник-  
ненні зсуву резонансних частот, додатково вико-  
нують безперервний контроль величин діапазонів  
 $\Delta\omega$  резонансних частот деталі і швидкостей  $V_f$  зсу-  
ву резонансних частот, причому вплив здійснюють  
імпульсами, амплітуди яких залежать від часу  $t$   
чергового імпульсного впливу і рівні  $S_0$   
 $\sin((\Delta\omega/2)t/\pi\tau)$ , тривалості імпульсів  $\tau$  дорівнюють  
 $50\pi/\Delta\omega$ , а скважності дорівнюють  $\sqrt{2\pi/V_f\tau^2}$ .

Безперервний контроль величин діапазонів  $\Delta\omega$   
резонансних частот деталі дозволяє зменшити в

(13) A

(11) 56421

(19) UA

півтора рази ширину частотного спектра дії й автоматично коректувати форму імпульсів впливу, що відповідно зменшує в півтора рази енерговитрати на віброобробку

Безперервний контроль величин діапазонів швидкостей  $v_f$  зсуву резонансних частот дозволяє автоматично коректувати в ході віброобробки скважність імпульсів впливаючи так, що віброобробка ведеться точно на резонансних частотах, з чого слідує, що вона проходить більш ефективно, тобто швидше, а це зменшує витрати енергії

Здійснення впливів імпульсами, амплітуди яких залежать від часу  $t$  чергової імпульсної дії і рівні  $S_0 \sin((\Delta\omega/2)t/\pi t)$ , тривалості імпульсів  $\tau$  дорівнюють  $50\pi/\Delta\omega$ , а скважності дорівнюють

$\sqrt{2\pi/v_f\tau^2}$ , дає можливість при кожному такті імпульсного впливу автоматично коректувати форму і скважність імпульсів так, щоб вплив був оптимальним, що дозволяє зменшити енерговитрати на віброобробку

У цілому запропонований спосіб дозволяє в порівнянні з прототипом знизити енерговитрати на (60 70 70)%

Застосування в сукупності операцій безперервного контролю величин діапазонів  $\Delta\omega$  резонансних частот деталі і швидкостей  $v_f$  зсуву резонансних частот і вплив імпульсами, амплітуди яких залежать від часу  $t$  чергової імпульсної дії і дорівнюють  $S_0 \sin((\Delta\omega/2)t/\pi t)$ , тривалості імпульсів  $\tau$  дорівнюють  $50\pi/\Delta\omega$ , а їхні скважності дорівнюють

$\sqrt{2\pi/v_f\tau^2}$ , дозволило забезпечити нові функції - зниження енерговитрат на (60 70)% Отже, запропоноване рішення відповідає критерію «винахідницький рівень»

Всі ознаки істотні, тому що виключення кожної

$$P(t) = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left( \int_{-\frac{\Delta\omega}{2}}^{\frac{\Delta\omega}{2}} S_0 \cdot e^{i\omega t} d\omega \right) \rightarrow \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left( -100 \cdot \frac{1}{t} \cdot \exp(100 \cdot 1i \cdot \pi \cdot t) + 100 \cdot \frac{1}{t} \cdot \exp(-100 \cdot 1i \cdot \pi \cdot t) \right) \quad (3)$$

Використовуючи трансцендентні функції одержимо більш просту функцію впливу

$$P(t) = \frac{S_0 \cdot \sin\left[\left(\frac{\Delta\omega}{2}\right) \cdot t\right]}{\pi \cdot t} \quad (4)$$

Наприклад, для значень параметрів віброобробки  $\Delta f = 100$ ,  $\Delta\omega = 2\pi\Delta f = 628\,319$ ,  $S_0 = 100$  Н,  $t = 0\,001$  0 3 форма імпульсу впливу приведена на фіг

З графіка видно, що коливальна складова імпульсу затухає через час  $\tau = 50\pi/\Delta\omega = 0\,3$  с, що забезпечує механічну дію на деталь гармоніками з частотним спектром у діапазоні резонансних частот  $\Delta\omega = \omega_{p\,max} - \omega_{p\,min} = 100$  Гц

Одночасно контролюється швидкість  $v_f$  зсуву резонансних частот в процесі віброобробки і у відповідності з нею автоматично коректується скважність імпульсів так, щоб зсунуті резонансні частоти деталі за черговий такт віброобробки точно співпали з лінійчатим частотним спектром імпульса

з них не дає можливості досягти технічного результату

Пошук, проведений по джерелах науково-технічної і патентної інформації, показав, що сукупність всіх істотних ознак винаходу, що заявляється, невідома Отже, технічне рішення відповідає вимогам новизни

Обробка реалізується таким способом

При впливу на деталь періодичними механічними імпульсами з частотним спектром, що перевищує діапазон власних резонансних частот деталі, частина гармонік, частоти яких не попадають у цей діапазон, у процесі зняття внутрішніх напружень не використовуються, тому що ефективно віброобробка ведеться тільки на резонансних частотах

Тому енергетичне активний спектр частот  $S(\omega)$  представляється так

$$S(\omega) = \begin{cases} S_0, & \omega_{p\,min} \leq \omega \leq \omega_{p\,max} \\ 0, & \omega_{p\,min} > \omega > \omega_{p\,max} \end{cases} \quad (1)$$

де  $\omega_{p\,min}$ ,  $\omega_{p\,max}$  - мінімальна і максимальна резонансні частоти відповідно

Для зниження енерговитрат у пропозиції змінюється форма механічного імпульсу так, щоб його частотний спектр обмежувався робочим діапазоном  $\Delta\omega = \omega_{p\,max} - \omega_{p\,min}$

Цей діапазон безперервно контролюється і відповідно до його поточного значення автоматично коректується форма імпульсу  $P(t)$

$$P(t) = S_0 \sin((\Delta\omega/2)t/\pi t), \quad (2)$$

де  $t$  - поточне значення часу чергового імпульсного впливу

Ця форма імпульсу отримана шляхом зворотного перетворення Фур'є енергетичне оптимального частотного спектра виду (1)

При цьому зсув резонансної частоти  $\Delta\omega_{pi}$  повинен дорівнювати «просвіту»  $\Delta\omega_j$  у частотному спектрі сигналу впливу

$$\Delta\omega_{pi} = \Delta\omega \quad (5)$$

$$\text{Де } \Delta\omega_{pi} = v_f T, \Delta\omega_j = 2\pi T,$$

$$T = k_s \tau \quad (6)$$

де  $k_s$  - скважність імпульсу впливу

З урахуванням залежностей (5) і (6) скважність імпульсу автоматично визначається з урахуванням поточних значень  $v_f$

$$k_s = \sqrt{2\pi/v_f\tau^2} \quad (7)$$

Закінчення процесу віброобробки визначається за умовою  $v_f = 0$

Спосіб реалізується за допомогою відомого пристрою - імпульсного електродинамічного віброзбудника за допомогою введення в нього регуляторів форми, тривалості і скважності імпульсів

Ширина спектра  $\Delta\omega$  та швидкість  $v_f$  заміряються за допомогою вібродатчика, наприклад ДН-3, і аналізатора спектра, наприклад на основі С4-43,

а також дискримінатора частоти R-C типу

Розроблений спосіб може використовуватися на всіх підприємствах металургійної і машинобудівної промисловості

Економічний ефект за рахунок запропонованої енергозберігаючої технології виробництва скла-

дає не менш 0,55 тис. грн у рік на один пристрій, у якому реалізований запропонований спосіб

Перевагою запропонованого способу виробництва у порівнянні з прототипом є його менша енергоємність, що зменшує вартість виробництва

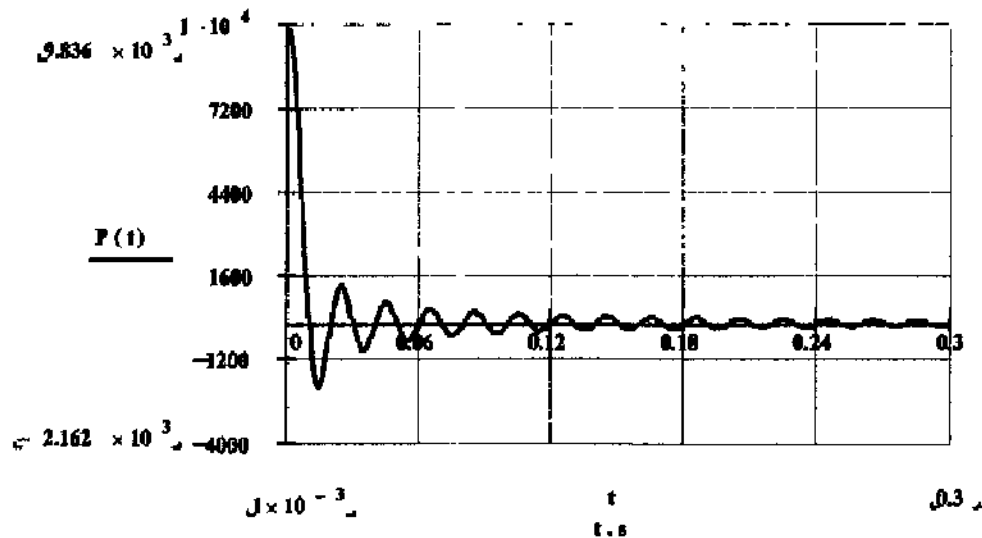


Fig.