



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53519 (13) U  
(51) МПК (2009)  
B23B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ВІБРОУДАРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІБРОТОЧІННЯ ЗІ ВБУДОВАНИМ ГЕНЕРАТОРОМ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ**

1

2

(21) u201003931

(22) 06.04.2010

(24) 11.10.2010

(46) 11.10.2010, Бюл.№ 19, 2010 р.

(72) ОБЕРТЮХ РОМАН РОМАНОВИЧ, АРХИПЧУК  
МАРІЯ РОМАНІВНА, СЛАБКИЙ АНДРІЙ ВАЛЕН-  
ТИНОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Гідроімпульсний віброударний пристрій для віброточіння зі вбудованим генератором імпульсів тиску у вигляді гідроциліндра, який містить корпус з напірною та зливної гідролініями, різцетримач та різець з державкою, який **відрізняється** тим, що в корпусі квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-пружину прорізного типу, що є запірним елементом однокаскадного генератора імпульсів тиску з параметричним принципом генерування імпульсів тиску, який торцем золотникової частини через утворену на ньому сферичну виточку обер-

тий на сферичний торець циліндричного штовха-  
ча, інший торець якого контактує з дном розточки в корпусі, в якій розташовано пакет тарілчастих пружин, установлених на циліндричній частині державки різця, причому сферичною виточкою на торці циліндрична частина різця притиснута паке-  
том тарілчастих пружин до сферичного торця ци-  
ліндричного штовхача, а інший торець пакета тарілчастих пружин обпертий на закріплену на корпусі передню кришку, що має центральний осьовий отвір прямокутного перерізу, спряжений за ходовою посадкою з частиною державки різця прямокутного перерізу, причому між внутрішнім торцем передньої кришки і торцевою поверхнею переходу прямокутного перерізу частини державки різця в круговий переріз її циліндричної частини утворено зазор, а пружинна частина золотника-пружини гвинтом регулятора тиску відкриття генератора імпульсів тиску контактує із задньою кришкою, що приєднана до корпусу пристрою, на якому закріплено штуцери для подачі гідронасосом енергоносія і зливу його в гідробак.

Корисна модель відноситься до області машинобудування, а саме призначена для механічної токарної обробки деталей, що виготовляється з важкооброблюваних матеріалів, наприклад, нержавіючої сталі, титанових сплавів тощо. Під час обробки таких матеріалів утворюється, як правило, так звана "зливна" стружка, яка може бути причиною травмування верстатника і важко піддається утилізації і транспортуванню.

Відомий пристрій з механічним приводом [див. Кумабэ Д. Вибрационное резание: Пер. с яп. С.Л. Масленникова. - М.: Машиностроение. 1985. - 156-157], що містить електричний двигун, котрий кріпиться до супорта верстата і через пасову передачу з'єднаний з кривошипно-шатунним механізмом, на вихідній ланці якого закріплено спеціальний різцетримач.

Недоліками пристрою є: невисока надійність і термін служби підшипників кочення, кривошипно-шатунного механізму в умовах вібраційного наван-

таження; вузький діапазон регулювання параметрів вібронавантаження, зокрема частоти вібрацій (пристрій працює лише на двох частотах 25Гц і 50Гц) та амплітуди (практично постійна); мале робоче зусилля на виконавчій ланці.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є вібросупорт для точіння з тангенціальними вібраціями, який розроблений в МВТУ ім. Н.Е. Баумана [див. В.Н. Баранов, Ю.Е. Захаров Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы. Издание 2-е, перераб. и доп. М., Машиностроение, - 1977. - С.13]. Вібраційний привод різця в цьому супорті складається з корпусу та двохштокового поршня з рівними діаметрами штоків, причому під один із штоків в кришці гідроциліндра виготовлено отвір, а кінець іншого штока жорстко зв'язаний з спеціальним різцетримачем, підпружиненим в прямому та зворотному напрямках.

(13) U

(11) 53519

(19) UA

Золотник, з можливістю обертання, встановлений на корпусі пристрою, з'єднує порожнини гідроциліндра із напірною та зливною гідролініями.

Недоліками пристрою є великі габарити, що унеможливує його використання без демонтажу стандартного супорту верстата, та складність реалізації віброударного режиму навантаження різця.

В основу корисної моделі поставлена задача створення гідроімпульсного віброударного пристрою для віброточіння зі вбудованим генератором імпульсів тиску (ГІТ), в якому за рахунок введення нових конструктивних рішень досягається можливість закріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата, спрощення умов його використання, зменшення габаритів, застосування вбудованого ГІТ, поєднання в одному циклі вібраційного і віброударного режимів навантаження різця, а також широкого діапазону вібронавантаження різця.

Поставлена задача досягається тим, що гідроімпульсний віброударний пристрій для віброточіння зі вбудованим ГІТ у вигляді гідроциліндра, який містить корпус квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-пружину прорізного типу, що є запірним елементом однокаскадного ГІТ з параметричним принципом генерування імпульсів тиску, який торцем золотникової частини через утворену на ньому сферичну виточку обертий на сферичний торець циліндричного штовхача, інший торець якого контактує з дном розточки в корпусі, в якій розташовано пакет тарілчастих пружин, установлених на циліндричній частині державки різця, причому сферичною виточкою на торці циліндрична частина різця притиснута пакетом тарілчастих пружин до сферичного торця циліндричного штовхача, а інший торець пакета тарілчастих пружин обертий на закріплену на корпусі передню закріплену гвинтами на корпусі кришку, що має центральний осьовий отвір прямокутного перерізу, спряжений за ходовою посадкою з частиною державки різця прямокутного перерізу, причому між внутрішнім торцем передньої кришки і торцевою поверхнею переходу прямокутного перерізу частини державки різця в круговий переріз її циліндричної частини утворено зазор, а пружинна частина золотника-пружини гвинтом регулятора тиску відкриття ГІТ контактує із задньою кришкою, що закріплено гвинтами на корпусі, на якому закріплено штуцера для подачі і зливу енергоносія.

Будова пристрою пояснюється кресленням, на якому зображено повздовжній розріз гідроімпульсного віброударного пристрою для віброточіння зі вбудованим ГІТ.

Гідроімпульсний віброударний пристрій для віброточіння зі вбудованим ГІТ має вигляд гідроциліндра, і складається з корпуса квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-пружину 1 прорізного типу, що є запірним елементом однокаскадного ГІТ з параметричним принципом генерування імпульсів тиску, який торцем золотникової частини через утворену на ньому сферичну виточку

ку обертий на сферичний торець циліндричного штовхача 4, інший торець якого контактує з дном розточки в корпусі 9, в якій розташовано пакет тарілчастих пружин 6, установлених на циліндричній частині державки різця 5, причому сферичною виточкою на торці циліндрична частина різця 5 притиснута пакетом тарілчастих пружин 6 до сферичного торця циліндричного штовхача 4, а інший торець пакета тарілчастих пружин 6 обертий на закріплену гвинтами (на кресленні умовно показані осьовими лініями) на корпусі 9 передню кришку 7, що має центральний осьовий отвір прямокутного перерізу, спряжений за ходовою посадкою з частиною державки різця 5 прямокутного перерізу, причому між внутрішнім торцем передньої кришки 7 і торцевою поверхнею переходу прямокутного перерізу частини державки різця 5 в круговий переріз її циліндричної частини утворено зазор  $h$  ( $h=1,0...2\text{мм}$ ). Пружинна частина золотника-пружини 1 гвинтом 2 регулятора 3 тиску відкриття ГІТ контактує із задньою кришкою 8, що приєднана гвинтами (на кресленні умовно показані осьовими лініями) до корпусу 9 пристрою, на якому закріплено штуцера 11 для подачі і зливу енергоносія. У початковому положенні запірні частина золотника-пружини 1 прорізного типу, що має ступінчасту циліндричну форму, утворює з розточками корпусу додатні перекриття, відповідно,  $h_{c1}$  за діаметром  $d_1$  та  $d_{c2}$  за діаметром  $d_2$ . Ці перекриття забезпечують параметричний принцип спрацювання ГІТ.

Гідроімпульсний віброударний пристрій для віброточіння зі вбудованим ГІТ працює наступним чином. Робоча рідина (енергоносій) від гідронасоса (умовно непоказаний) підводиться через штуцер 11 в напірну порожнину А пристрою, яка додатним перекриттям  $h_{c1}$ , відділяється від проміжної порожнини В, а додатним перекриттям  $h_{c2}$  порожнина В відокремлюється від зливної розточки С в корпусі 9, з'єднаної з гідробаком 10. Пружинна частина золотника-пружини 1 прорізного типу постійно сполучена через радіальні отвори а із зливною розточкою С, - це забезпечує рідинне тертя по всій довжині золотника-пружини 1 прорізного типу.

Внаслідок зростання в порожнині А тиску енергоносія до величини тиску відкриття ГІТ:

$$p_1 \geq k_1 \cdot y_0 / f_1, \quad (1)$$

(де  $k_1$ ,  $y_2$  - відповідно жорсткість прорізняної пружини золотника-прорізняної пружини 1 і її попередня деформація  $f = \pi d_1^2 / 4 \approx 0,785 d_1^2$  - площа поперечно-

го перерізу меншого ступеня золотника-прорізняної пружини 1) золотник-прорізняна пружина 1 починає переміщуватись на шляху  $0 \leq y_1 \leq h_{c1}$ . В цей же момент під дією сили:

$$F_{P1}^{\Pi} \geq p_1 f_3 - \bar{F}_{TP6} - F_y, \quad (2)$$

(тут  $f_3 = \pi d_3^2 / 4 \approx 0,785 d_3^2$  - площа поперечного перерізу штовхача 4, діаметр якого дорівнює  $d_1$ ;  $\bar{F}_{TP6}$  - середня сила пакета тарілчастих пружин 6;  $F_y$  - радіальна складова сили різання) різець 5 рухається на шляху  $0 \leq y_{1n} \leq h_p$  до вибирання зазору  $h_p$  (де індекси "П" при  $y_1$  та  $y_2$  означають прямий хід).

Додатні перекриття  $h_{\partial 1}$  та  $h_{\partial 2}$  вибирають за умовою забезпечення потрібної герметичності запірної частини золотника-прорізної пружини 1 таким чином, щоб  $h_{\partial 2} > h_{\partial 1}$ , наприклад, якщо  $h_{\partial 1} = 1$  мм, то  $h_{\partial 2} = 2$  мм, це потрібно для того, щоб після переміщення золотника-прорізної пружини 1 на відстань  $y_{2\pi} \geq h_{\partial 1}$  тиск в порожнині В деякий час зберігається на рівні  $p_1$  (припускається, що в момент з'єднання порожнини А та В тиск в порожнині В, внаслідок малого її об'єму, миттєво зростає до рівня  $p_1$ ).

$$\text{де } \bar{F}_{\Gamma P 1} = [k_1(y_{02} + h_{\partial 1}) + k_1(y_{02} + h_{\partial 2} - h_{\partial 1})] / 2 = k_1(y_{02} + 0,5h_{\partial 2}) -$$

середня сила прорізної пружини золотника 1 під час його руху на вказаному шляху.

Під час з'єднання напірної А і проміжної В порожнин із зливною розточкою С та руху золотника-

$$p_2 \leq k_1(y_{02} + h_{\partial 2} + h_{B2}) / f_2 = p_1 \cdot f_1 / f_2 + k_1(h_{\partial} + h_{B2}) / f_2, \quad (4)$$

де враховано, що  $k_1 y_{02} \leq p_1 \cdot f_1$  (формула (1)).

Зниження тиску енергоносія в порожнині А до рівня  $p_A \leq p_2$ , спричиняє зворотний рух (хід)

$$\text{Де } \bar{F}_{\Gamma P 1} = [k_1(y_{02} + h_{\partial 2} + h_{B2}) + k_1(y_{02} + h_{\partial 1})] / 2 = k_1(y_{02} + 0,5(h_{\partial 2} + h_{B2} + h_{\partial 1})) -$$

середня сила прорізної пружини золотника 1 на цьому його переміщення ( в даній формулі індекс "з" означає зворотній хід).

$$\text{Де } \bar{F}_{\Gamma P 1} = [k_1(y_{02} + h_{\partial 2}) + k_1 y_{02}] / 2 = k_1(y_{02} + 0,5h_{\partial 1}) -$$

середня сила золотника-пружини 1 прорізного типу на цьому шляху його руху. Зворотний рух різця 5 в момент зменшення в порожнині А тиску енергоносія до рівня  $p_A \leq p_2$  здійснюється під дією сили:

$$F_{P1}^3 = F_y + \bar{F}_{\Gamma P 6} - p_2 \cdot f_3, \quad (7)$$

Під час зворотного ходу різця 5 і золотника-пружини 1 прорізного типу вступають в кінці зворотного переміщення в ударну взаємодію через штовхач 4, ефективність якої стосовно процесу віброточіння можна оцінити часткою  $\Delta E_K$  кінетичної енергії удару різця 5 і золотника-прорізної пружини, що витрачається на деформацію стружки, яка знімається різцем 5:

$$\Delta E_K = 0,5(m_1 \bar{v}_{13}^2 - m_{P\Sigma} \bar{v}_{P3}^2), \quad (8)$$

де  $m_1$ ,  $m_{P\Sigma}$  - відповідно зведені маси золотника-пружини 1 прорізного типу та системи різця 5 - пакет тарілчастих пружин 6 - штовхач 4 ( $m_{P\Sigma} = m_P + m_2$ , де у  $m_P$  включається частка маси тарілчастих пружин 6,  $m_2$  - маса штовхача);  $\bar{v}_{13}$ ,  $\bar{v}_{P3}$  - середні швидкості різця 5 і золотника-прорізної пружини 1 в момент ударної взаємодії. З формули (8) випливає, що позитивний ефект уда-

В момент з'єднання порожнини А і В дія енергоносія під тиском  $p_1$  розповсюджується на всю площу поперечного перерізу  $f_2 = \pi d_2^2 / 4 \approx 0,785 d_2^2$  запірної частини золотника-прорізної пружини 1, що спричиняє прискорений рух золотника-прорізної пружини 1 на шляху  $y_{2\pi} = h_{\partial 2} - h_{\partial 1}$  під дією сили:

$$F_{P2} \geq p_1 f_2 - \bar{F}_{\Gamma P 1}; \quad (3)$$

прорізної пружини 1 на шляху від'ємного перекриття  $h_{B2}$  тиск енергоносія в напірній порожнині гідроприводу пристрою падає до рівня тиску закриття ГІТ:

золотника-пружини 1 прорізного типу на шляху ходу  $y_{23} \geq h_{\partial 1} + h_{B2}$  під дією сили:

$$F_{23B} = \bar{F}_{\Gamma P 1} - p_1 \cdot f_2, \quad (5)$$

Переміщення золотника-пружини 1 прорізного типу на шляху  $y_{23} = h_{\partial 1}$  здійснюється під дією сили:

$$F_{23B} = \bar{F}_{\Gamma P 1} - p_2 \cdot f_1, \quad (6)$$

рнa взаємодія матиме, якщо  $\Delta E_K > 0$  і ударне переміщення різця 5  $0 < y_{1y} < h_p$  ( тут індекс "у" означає пряме ударне переміщення різця 5). Середню силу  $\bar{F}_{\Gamma P 6}$  пакета тарілчастих пружин 6 можна визначити в першому наближенні так:

$$\bar{F}_{\Gamma P 6} = 0,5 \bar{F}_{\Gamma P 6}^{\max}, \quad (9)$$

де  $\bar{F}_{\Gamma P 6}^{\max}$  - максимальна сила пакета тарілчастих пружин 6 за його деформації рівній  $h_p$ .

Доцільно жорсткість  $k_2$  пакета тарілчастих пружин 6 вибрати такого, що реалізовувалась умова:

$$p_1 \cdot f_3 \geq k_2 \cdot h_2 + F_y, \quad (10)$$

або за заданого  $h_p$ :

$$k_2 \leq \frac{p_1 \cdot f_3 - F_y}{h_p}, \quad (11)$$

Регулювання тиску відкриття ГІТ здійснюється гвинтом 2, який вмонтований у задню кришку 12, регулятора тиску відкриття ГІТ 3. Передня кришка 7 слугує одночасно напрямною та опорою.

