



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63958 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B23B 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

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

1

2

(21) u201103794

(22) 29.03.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

(72) ОБЕРТЮХ РОМАН РОМАНОВИЧ, СЛАБКИЙ  
АНДРІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Гідроімпульсний віброударний пристрій для радіального та осьового віброточіння зі вбудованим генератором імпульсів тиску у вигляді гідроциліндра, який містить корпус квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-прорізну пружину, що є запірним елементом однокаскадного генератора імпульсів тиску 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 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-прорізної пружини гвинтом регулятора тиску відкриття генератора імпульсів тиску контактує із задньою кришкою, що приєднана до корпусу пристрою, на якому закріплено штуцера для подачі гідронасосом енергоносія і зливу його в гідробак, який відрізняється тим, що на державці, в якій приєднувальна частина виконана конусом Морзе і, для запобігання кутових переміщень, відфрезеровано бічну поверхню державки, яка спряжена з відповідною відфрезерованою канавкою різця, закріплено різець паралельно або перпендикулярно осі пристрою.

чкою 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 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-прорізної пружини гвинтом регулятора тиску відкриття генератора імпульсів тиску контактує із задньою кришкою, що приєднана до корпусу пристрою, на якому закріплено штуцера для подачі гідронасосом енергоносія і зливу його в гідробак, який відрізняється тим, що на державці, в якій приєднувальна частина виконана конусом Морзе і, для запобігання кутових переміщень, відфрезеровано бічну поверхню державки, яка спряжена з відповідною відфрезерованою канавкою різця, закріплено різець паралельно або перпендикулярно осі пристрою.

Корисна модель належить до області машинобудування, а саме призначена для механічної токарної обробки деталей, що виготовляються 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 для віброточіння з тангенціальними вібраціями є вібросупорт, який розроблений в МВТУ ім. М.Є. Баумана (див. В.М. 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 двоштокового поршня з рівними діаметрами штоків, причому під один із штоків в кришці гідроциліндра виготовлено отвір, а кінець іншого штока жорстко зв'язаний з спеціаль-

ним різцетримачем, підпружиненим в прямому та зворотному напрямках. Золотник, з можливістю обертання, встановлений на корпусі пристрою, з'єднує порожнину гідроциліндра із напірною та зливною гідролініями.

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

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є гідроімпульсний віброударний пристрій для віброточіння зі вбудованим генератором імпульсів тиску (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 (в подальшому золотник-прорізна пружина), що є запірним елементом однокаскадного ГІТ з параметричним принципом генерування імпульсів

(13) U

(11) 63958

(19) UA

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-прорізної пружини гвинтом регулятора тиску відкриття ГТ контактує із задньою кришкою, що закріплена гвинтами на корпусі, на якому закріплено штуцери для подачі і зливу енергоносія (патент на корисну модель № 53519, МПК (2009), B23B 1/00).

Недоліками пристрою є можливість його застосування лише для радіального віброточіння, тобто даний пристрій є ефективним методом подібнення зливної стружки на операціях з поперечною подачею (обрізка, підрізання, обробка фасонним різцем, тощо).

В основу корисної моделі поставлена задача створення гідроімпульсного віброударного пристрою для радіального та осьового віброточіння зі вбудованим ГТ, в якому за рахунок введення нових конструктивних рішень досягається можливість забезпечення радіального та осьового віброточіння.

Поставлена задача вирішується тим, що гідроімпульсний віброударний пристрій для радіального та осьового віброточіння зі вбудованим генератором імпульсів тиску містить корпус квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-прорізну пружину, що є запірним елементом однокаскадного генератора імпульсів тиску 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 кришку, що має центральний осьовий отвір прямокутного перерізу, спряжений за ходовою посадкою з частиною державки різця, в якій приєднувальна частина виконана конусом Морзе і, для запобігання кутових переміщень, відфрезеровано бічну поверхню державки, що спряжена з відповідною відфрезерованою канавкою різця, закріплено різець 12 паралельно або перпендикулярно (на фіг. 1 зображено перпендикулярно кріплення різця) осі пристрою, 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  $h$  ( $h=1,0...2$  мм). Пружинна частина золотника-пружини 1 гвинтом 2 регулятора 3 тиску відкриття ГТ 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 в бак 10. У початковому положенні запірні частина золотника-прорізної пружини 1, що має ступінчасту циліндричну форму, утворює з розточками корпусу додатні перекриття, відповідно,  $h_{a1}$  за діаметром  $d_1$  та  $h_{a2}$  за діаметром  $d_2$ . Ці перек-

рваною канавкою різця, закріплено різець паралельно або перпендикулярно осі пристрою, 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-прорізної 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.

На фіг. 1 зображено повздовжній розріз гідроімпульсного віброударного пристрою для радіального та осьового віброточіння зі вбудованим ГТ, на фіг. 2 зображено положення пристрою для здійснення осьового (фіг. 2, а) та радіального віброточіння (фіг. 2, б).

Гідроімпульсний віброударний пристрій для радіального та осьового віброточіння зі вбудованим ГТ має вигляд гідроциліндра, і складається (фіг. 1) з корпусу квадратного перерізу з ніжкою кріплення його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія розміщено золотник-прорізну пружину 1, що є запірним елементом однокаскадного ГТ з параметричним принципом генерування імпульсів тиску, який торцем золотникової частини через утворену на ньому сферичну виточку 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 5 різця 12, в якій приєднувальна частина виконана конусом Морзе і, для запобігання кутових переміщень, відфрезеровано бічну поверхню державки 5, що спряжена з відповідною відфрезерованою канавкою різця, закріплено різець 12 паралельно або перпендикулярно (на фіг. 1 зображено перпендикулярно кріплення різця) осі пристрою, 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  $h$  ( $h=1,0...2$  мм). Пружинна частина золотника-пружини 1 гвинтом 2 регулятора 3 тиску відкриття ГТ 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 в бак 10. У початковому положенні запірні частина золотника-прорізної пружини 1, що має ступінчасту циліндричну форму, утворює з розточками корпусу додатні перекриття, відповідно,  $h_{a1}$  за діаметром  $d_1$  та  $h_{a2}$  за діаметром  $d_2$ . Ці перек-

риття 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  $h_{\delta 1}$  відділяється від проміжної порожнини В, а додатним перекриттям  $h_{\delta 2}$  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-прорізноної пружини 1.

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

$$p_1 \geq k_1 \cdot f_1; \quad (1)$$

(де  $k_1$ ,  $y_2$  - відповідно жорсткість прорізноної пружини золотника-прорізноної пружини 1 і її попе-

редня деформація  $f = \pi d_1^2 / 4 \approx 0,785 d_1^2$  - площа поперечного перерізу меншого ступеня золотника-прорізноної пружини 1) золотник-прорізна пружина 1 починає переміщуватись на шляху  $0 \leq y_{2\pi} \leq h_{\delta 1}$ . В цей же момент під дією сили:

$$F_{P1}^1 \geq p_1 f_3 - \bar{F}_{ПР6} - F_y; \quad (2)$$

(тут  $f_3 = \pi d_3^2 / 4 \approx 0,785 d_3^2$  - площа поперечного перерізу штовхача 4, діаметр якого дорівнює  $d_3$ ;

$\bar{F}_{ПР6}$  - середня сила пакета тарілчастих пружин 6;  $F_y$  - радіальна складова сили різання) різець 5 рухається на шляху  $0 \leq y_{1\pi} \leq h_p$  до вибирання зазору  $h_p$  (де індекси "П" при  $y_1$  та  $y_2$  означають прямий хід).

Додатні перекриття  $h_{\delta 1}$  та  $h_{\delta 2}$  вибирають за умовою забезпечення потрібної герметичності запірної частини золотника-прорізноної пружини 1 таким чином, щоб  $h_{\delta 2} > h_{\delta 1}$ , наприклад, якщо  $h_{\delta 1} = 1$  мм, то  $h_{\delta 2} = 2$  мм, це потрібно для того, щоб після переміщення золотника-прорізноної пружини 1 на відстань  $y_{2\pi} \geq h_{\delta 1}$  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  $p_1$ ).

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-прорізноної пружини 1, що спричиняє прискорений рух золотника-прорізноної пружини 1 на шляху  $y_{2\pi} = h_{\delta 2} - h_{\delta 1}$  під дією сили:

$$F_{P2} \geq p_1 f_2 - \bar{F}_{ПР1}; \quad (3)$$

(де

$$\bar{F}_{ПР1} = [k_1(y_{02} + h_{\delta 1}) + k_1(y_{02} + h_{\delta 2} - h_{\delta 1})] / 2 = k_1(y_{02} + 0,5h_{\delta 2})$$

- середня сила прорізноної пружини золотника-прорізноної пружини 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-прорізноної пружини 1 на шляху від'ємного перекрит-

тя  $h_{\delta 2}$  тиск енергоносія в напірній порожнині гідроприводу пристрою падає до рівня тиску закриття ГІТ:

$$p_2 \leq k\{y_{02} + h_{\delta 2} + h_{\delta 2}\} / f_2 = p_1 \cdot f_1 / f_2 + k_1(h_{\delta 2} + h_{\delta 2}) / f_2. \quad (4)$$

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

Зниження тиску енергоносія в порожнині А до рівня  $p_A \leq p_2$ , спричиняє зворотний рух (хід) золотника-прорізноної пружини 1 на шляху ходу  $y_{23} \geq h_{\delta 1} + h_{\delta 2}$  під дією сили:

$$F_{23B} = \bar{F}_{ПР1} - p_2 \cdot f_2, \quad (5)$$

де

$$\bar{F}_{ПР1} = [k_1(y_{02} + h_{\delta 2} + h_{\delta 2}) + k_1(y_{02} + h_{\delta 1})] / 2 = k_1[y_{02} + 0,5(h_{\delta 2} + h_{\delta 2} + h_{\delta 1})]$$

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

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

$$F_{23B}^1 = \bar{F}_{ПР1} - p_2 \cdot f_1, \quad (6)$$

де

$$\bar{F}_{ПР1} = [k_1(y_{02} + h_{\delta 2}) + k_1 y_{02}] / 2 = k_1[y_{02} + 0,5h_{\delta 1}]$$

середня сила золотника-прорізноної пружини 1 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:

$$F_{P1}^3 = F_y + \bar{F}_{ПР6} - p_2 \cdot f_3, \quad (7)$$

Під час зворотного ходу різець 5 і золотника-прорізноної пружини 1 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-прорізноної 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-прорізноної пружини 1 та системи різець 5 - пакет тарілчастих пружин 6 - штовхач 4 ( $m_{P\Sigma} = m_P + m_2$ , де  $m_P$  включається частка маси тарілчастих пружин

6,  $m_2$  - маса штовхача);  $\bar{v}_{13}^2$ ,  $\bar{v}_{P3}^2$  - середні швидкості різця 5 і золотника-прорізноної пружини 1 в момент ударної взаємодії. З формули (8) випливає, що позитивний ефект ударна взаємодія матиме, якщо  $\Delta E_K > 0$  і ударне переміщення різця 5  $0 < y_{1y} \leq h_p$  (тут індекс „у" означає пряме ударне переміщення

різця 5). Середню силу  $\bar{F}_{ПР6}$  пакета тарілчастих пружин 6 можна визначити в першому наближенні так:

$$\bar{F}_{ПР6} = 0,5 \bar{F}_{ПР6}^{\max}, \quad (9)$$

де  $\bar{F}_{ПР6}^{\max}$  - 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:

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

або за заданого  $h_P$ :

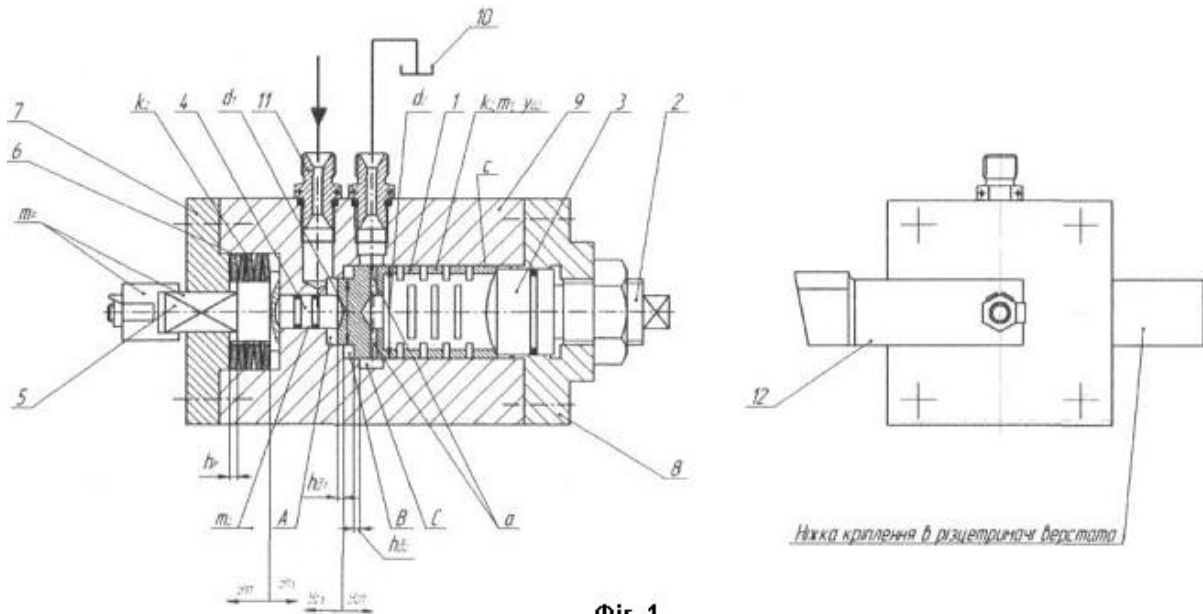
$$k_2 = \frac{p_1 \cdot f_3 - F_y}{h_P}, \quad (11)$$

Регулювання тиску відкриття ГТ здійснюється гвинтом 2, який вмонтований у задню кришку 8, регулятора 3 тиску відкриття ГТ. Передня кришка 7 слугує одночасно напрямною та опорою.

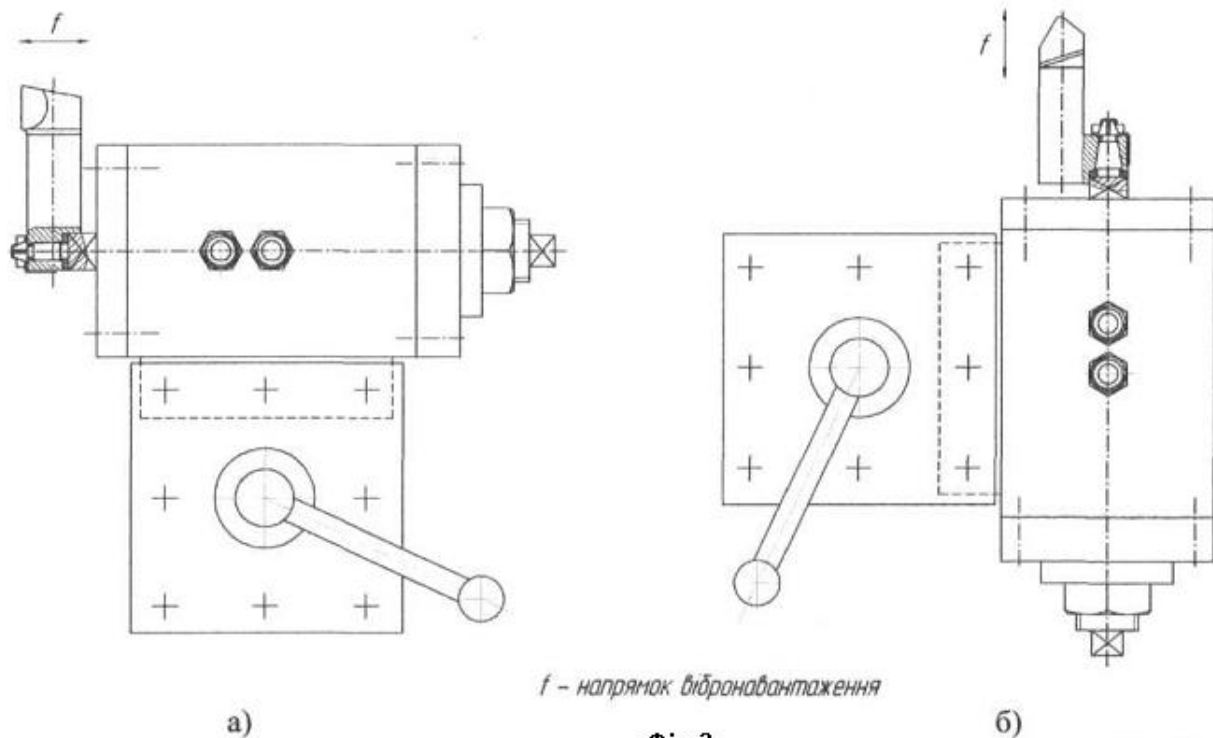
На державці 5 приєднувальна частина для самоцентрування різця 12 в осьовому напрямку виконана конусом Морзе і, для запобігання кутових

переміщень, від фрезеровано бічну поверхню державки 5, яка спряжена з відповідною відфрезерованою канавкою різця 12, закріплено різець перпендикулярно осі пристрою (фіг. 1).

Можливість закріплення різців паралельно (фіг. 2, б) або перпендикулярно (фіг. 2, а) осі пристрою, і встановлення пристрою в правій частині різцетримача, наприклад, універсального токарного верстата, забезпечує радіальне та осьове віброотцінення.



Фиг. 1



Фиг. 2

