



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104108** (13) **C2**  
(51) МПК  
**B06B 1/16** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2013 02007</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>18.02.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.12.2013</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.07.2013, Бюл.№ 13</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2013, Бюл.№ 24</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Чубик Роман Васильович (UA), Ярошенко Леонід Вікторович (UA), Мокрицький Роман Богданович (UA), Деньщиків Олександр Юрійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1281312 A1; 07.01.1987; SU 1713672 A1; 23.02.1992; SU 127167 A1; 19.12.1958; SU 1009526 A; 07.04.1983; SU 1165489 A; 07.07.1985; SU 1227259 A1; 30.04.1986; SU 1599480 A1; 15.10.1990; SU 1696272 A1; 07.12.1991; UA 32745 U; 26.05.2008; UA 40341 A; 16.07.2001; CN 102343328 A; 08.02.2012; US 5010778 A; 30.04.1991.</p>
--	--

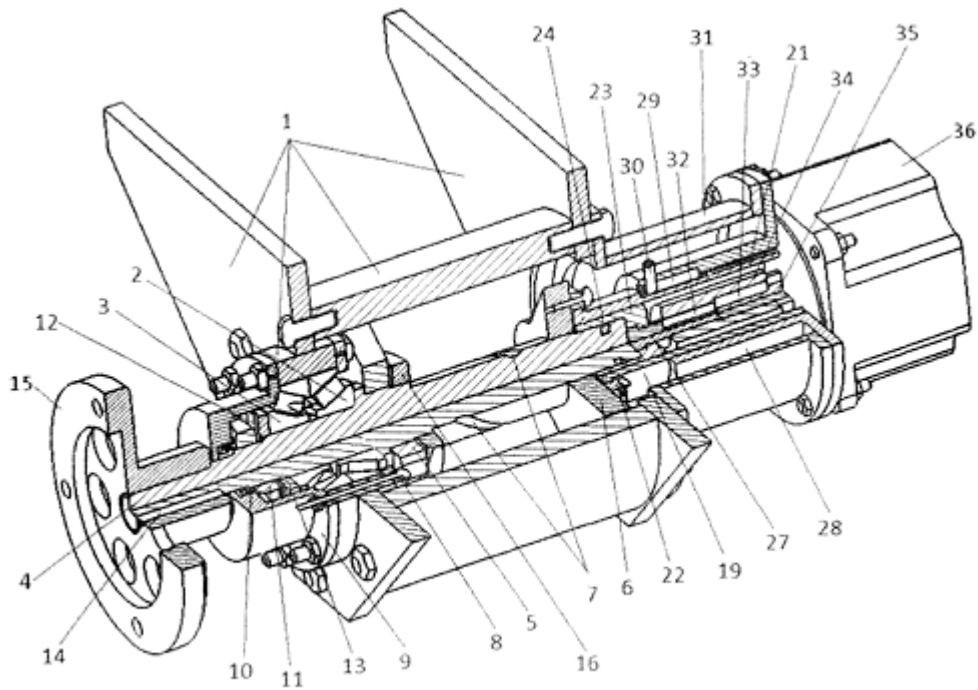
**(54) КЕРОВАНІЙ ВІБРОЗБУДЖУВАЧ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі вібраційної техніки, зокрема до керованого віброзбуджувача, що відповідно до винаходу складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено привідний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами, на валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічні напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкруга, та механізму регулювання положення рухомого дебалансу, що виконаний у вигляді шпонки, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, до рухомого дебалансу за допомогою вінця кріпиться ходовий стакан із буртиком так, що рухомий дебаланс та ходовий стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі привідного вала, ходовий стакан оснащений різьбою на внутрішній циліндричній поверхні та шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, у внутрішню різьбу ходового стакана вкручений зовнішньою різьбою привідний стакан, на ободі привідного стакана діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь які та канавку, що виконана в кінці циліндричної поверхні привідного вала проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакана вздовж осі привідного вала, в торець привідного стакана зі сторони привідного вала вмонтовано шток, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним стаканом, і за допомогою муфти - із валом серводвигуна, серводвигун кріпиться до фланця, а фланець до корпусу керованого віброзбуджувача, також до фланця співвісно із привідним валом за допомогою буртика кріпиться направляючий стакан, у внутрішній циліндричній поверхні якого виконано паз під шпонку, у внутрішню порожнину направляючого стакана вмонтовано ходовий стакан, причому шпонковий паз на зовнішній циліндричній поверхні

UA 104108 C2

ходового стакана розташований навпроти шпонкового паза на внутрішній циліндричній поверхні направляючого стакана і у ці пази вмонтована направляюча шпонка, рух якої вздовж осі привідного вала обмежується шторним гвинтом, що вкручений в обід направляючого стакана.



Фиг. 1

Винахід належить до вібраційної техніки і може використовуватись для збудження коливань (вібраційного приводу) технологічних машин у таких галузях як машинобудування та приладобудування, а також в гірничо-переробній, харчовій, хімічній промисловості та сільськогосподарському виробництві.

5 Найбільш близьким до заявленого за технічною суттю є віброзбуджувач [1], що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено привідний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами та механізмом регулювання положення рухомого дебалансу, на валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що  
10 мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкола, механізм регулювання положення рухомого дебалансу виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, і тяги зв'язаної із зовнішньою обоймою одного із підшипників, а рухомий дебаланс зв'язаний з внутрішньою обоймою того ж підшипника і кут нахилу канавок до поздовжньої осі привідного вала, на ділянці між рухомим та нерухомим дебалансами, виконаний плавно змінним від нуля до заданого значення.

15 Недоліком даного пристрою є те, що в конструкції механізму керування амплітудою віброзбуджувача наявні такі елементи як гнучка тяга, яка не дозволяє точно встановлювати задане положення між рухомим на нерухомим дебалансами та не дозволяє застосовувати віброзбуджувач для оперативного керування параметрами вібрації вібраційних технологічних машин [2], що входять до складу гнучких високоавтоматизованих технологічних ліній та  
20 робототехнічних комплексів.

В основу винаходу поставлено задачу: у віброзбуджувачі, шляхом застосування серводвигуна та гвинтової передачі, встановити жорсткий кінематичний зв'язок з рухомим дебалансом і забезпечити точність встановлення положення між рухомим на нерухомим дебалансами та розширення технологічних можливостей віброзбуджувача.

25 Поставлена задача вирішується тим, що у керованому віброзбуджувачі, який складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено привідний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами, на валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкола, та механізму регулювання положення рухомого дебалансу, що виконаний у вигляді  
30 шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, згідно з винаходом, до рухомого дебалансу за допомогою вінця кріпиться ходовий стакан із буртиком так, що рухомий дебаланс та ходовий стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі привідного вала, ходовий стакан оснащений різьбою на своїй внутрішній циліндричній поверхні та шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, у внутрішню різьбу ходового стакана вкручений своєю зовнішньою різьбою привідний стакан, на ободі привідного стакана діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь які та канавку, що виконана в кінці циліндричної поверхні привідного вала проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакана вздовж осі привідного вала, в торці привідного стакана зі сторони привідного вала вмонтовано шток, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним  
40 стаканом, даний шток за допомогою муфти з'єднаний із валом серводвигуна, серводвигун кріпиться до фланця, а фланець до корпусу керованого віброзбуджувача, також до фланця співвісно із привідним валом за допомогою буртика кріпиться направляючий стакан, у внутрішній циліндричній поверхні якого виконано паз під шпонку, у внутрішню порожнину направляючого стакана вмонтовано ходовий стакан, таким чином, що шпонковий паз на зовнішній циліндричній поверхні ходового стакана розташований на проти шпонкового пазу на внутрішній циліндричній поверхні направляючого стакана і у ці пази вмонтована направляюча шпонка, рух якої вздовж осі привідного вала обмежується штопорним гвинтом, що вкручений в обід направляючого стакана.

Запропонована конструкція керованого віброзбуджувача дозволить дистанційно і точно в  
50 довільних межах (та в довільному напрямку) керувати амплітудою коливань робочого органа в багатьох адаптивних вібраційних технологічних машинах за допомогою промислового мікроконтролера через серводвигун - шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту вала серводвигуна.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд запропонованого керованого віброзбуджувача у  
55 розрізі а на фіг. 2, 3, 4 - конструктивні вузли віброзбуджувача.

Керований віброзбуджувач складається із корпусу 1, в якому на конічних радіально-упорних підшипниках 2 та 3 встановлено привідний вал 4. На валу 4 розміщений нерухомий 5 та рухомий 6 дебаланси, та виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 7, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта та в нормальному перерізі мають форму  
60 півкола. Конічний підшипник 2 внутрішнім кільцем впирається в буртик привідного вала 4, а

зовнішнім кільцем впирається у штопорне кільце 8, яке болтами кріпиться до корпусу 1. Буртик привідного вала 4 та штопорне кільце 8 обмежують переміщення привідного вала 4 в осьовому напрямі відносно корпусу 1. Осьовий рух зовнішнього кільця конічного підшипника 3 обмежується фланцем 9. В основі фланця 9 розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 10.

5 Регулювання робочого натягу конічних радіально-упорних підшипників 2, 3 та фіксація руху в осьовому напрямі привідного валу 4 проводиться з допомогою натяжної гайки 11, штопорної шайби 12 та втулки 13. Штопорна шайба 12 запобігає саморозгвинчуванню натяжної гайки 11 при дії вібрації. Привідний вал 4 через шпонку 14 та напівмуфту 15 з'єднується із привідним електродвигуном. Фіксація нерухомого дебаланса 5 в осьовому напрямі забезпечується гайкою

10 16, яка від саморозгвинчування штопориться штопорною шайбою 17.

Механізм керування положенням рухомого дебаланса 6 складається із двох кулькових шпонок 18, що розміщені у двох пазах під шпонку 37 рухомого дебаланса 6 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 7 привідного вала 4. Завдяки кульковим шпонкам 18 відбувається передача обертального моменту від привідного вала 4 до рухомого дебаланса 6. Для забезпечення переміщення рухомого дебаланса 6 в здовж осі привідного вала 4 використовується ходовий стакан 19, на внутрішній поверхні 20 стакану 19 нарізана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 21. Ходовий стакан 19 вільно встановлюється у порожнині між рухомим дебалансом 6 та вінцем 22 з можливістю повертання відносно них. Ходовий стакан 19 механізму осьового переміщення рухомого дебалансу 6 своєю внутрішньою різьбою 20 нагвинчений на різьбу нарізану на зовнішній поверхні привідного стакану 23. Привідний стакан 23 за допомогою двох штифтів 24 та канавки 25 у привідному валу 4 встановлений так, що має обмеження руху вздовж осі привідного вала 4 та має можливість обертатись (прокручуватись) вздовж основної осі привідного вала 4. Привідний стакан 23 за допомогою призматичної шпонки 26 кінематично з'єднаний із привідним штоком 27. Ходовий стакан 19 встановлений у направляючий стакан 28 таким чином, що паз під шпонку 21, який виконано на його зовнішній поверхні, збігається із пазом під шпонку, який виконаний на внутрішній поверхні направляючого стакану 28. У паз під шпонку 21, що виконаний на зовнішній поверхні ходового стакану 19, вставлено направляючу призматичну шпонку 29, переміщення якої по шпонковому пазу 21 в процесі висування ходового стакану 19 із направляючого стакану 28 обмежується фіксуючим гвинтом 30. Направляючий стакан 28 кріпиться до фланця 31, який у свою чергу кріпиться до корпусу 1. Привідний шток 27 механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу 6 кінематично через призматичні шпонки 32, 33 та муфту 34 з'єднаний із валом 35 серводвигуна (або крокового двигуна) 36. Серводвигун 36, також як і направляючий стакан 28, кріпиться до фланця 31.

35 Керований віброзбуджувач працює таким чином. Перед запуском керованого віброзбуджувача дебаланси 5 та 6 знаходяться в діаметрально протилежному положенні тобто, кут між їхніми центрами мас становить  $\beta = 180^\circ$ , тому їхній сумарний статичний момент відносно центральної осі привідного вала 4 рівний нулю. При включенні керованого віброприводу (прикладенні обертового моменту до напівмуфти 15) привідний вал 4 із нерухомим 5 та рухомим 6 дебалансами починає обертатись із заданою кутовою швидкістю  $\omega_p$ , яка є оптимальною для реалізації певних технологічних операцій. Після виходу керованого віброзбуджувача на задану кутову швидкість  $\omega_p$ , система керування роботою керованого віброзбуджувача [наприклад така, як приведена у 2, 3 (не показана на фігурах)] починає приводити амплітуду циклічної збуджуючої сили  $F$  на задане технологічно оптимальне значення  $F$  ( $F = F \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$ ). Виведення амплітуди  $F$  циклічної збуджуючої сили керованого віброприводу (та керування нею  $F \pm \Delta F$ ) проводиться системою керування на основі промислового мікроконтролера через серводвигун - шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту вала серводвигуна 36. В результаті команди від системи керування серводвигун 36 повертає свій вал 35 на заданий кут  $\alpha$  (величина кута повороту  $\alpha$  вала 35 визначається лише кількістю імпульсів та кутовим кроком самого серводвигуна, ще однією особливістю серводвигуна (або крокового двигуна) є те, що він має здатність утримувати заданий кут повороту). Поворот вала 35 на кут  $\alpha$  серводвигуна 36 через шпонку 33, муфту 34 та шпонку 32 передається до привідного штока 27. Привідний шток 27 через шпонку 26 передає обертовий момент привідному стакану 23 і привідний стакан 23 робить поворот відносно центральної осі привідного вала 4 також на кут  $\alpha$ . Враховуючи те, що: привідний стакан 23 своєю зовнішньою поверхнею перебуває у гвинтовому з'єднанні із поверхнею 20 ходового стакану 19, рух привідного стакану 23 в осьовому напрямі обмежений

штифтами 24 та канавкою 25 привідного вала 4, обертовий рух ходового стакану 19 навколо спільної осі із привідним стаканом 23 та привідним валом 4 обмежує направляюча шпонка 29, що встановлена на внутрішній поверхні направляючого стакану 28 то, поворот привідного стакану 23 на кут  $\alpha$  зумовить викручування (закручування) ходового стакану 19 та його

5 переміщення вздовж основної осі привідного вала 4. Дане переміщення зумовить рух рухомого дебалансу 6 вздовж основної осі привідного вала 4. Завдяки тому, що вінець 22 жорстко не притискає буртик ходового стакану 19 до рухомого дебалансу 6, останній може обертатись навколо основної осі привідного валу 4 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж

10 основної осі привідного валу 4 рухомий дебаланс 6 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох шарикових шпонок 18, які одночасно перебувають у двох пазах під шпонку 37 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 7 привідного валу 4. В результаті повороту рухомого дебалансу 6 навколо основної осі привідного валу 4 змінюється сумарний статичний момент рухомого 6 та нерухомого 5 дебалансів відносно центральної осі привідного валу 4. Оскільки

15 маси нерухомого 5 та рухомого 6 дебалансів однакові, то відцентрові сили, що виникають при їхньому обертанні відносно осі привідного вала 4 будуть однакові за модулем та визначатимуться згідно з [4] виразом  $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = m \cdot e \cdot \omega_p$ , де  $m$  - маса,  $e$  - ексцентриситет дебалансів 5 та 6, являє собою відстань від осі привідного вала 4 до центру мас кожного із дебалансів. В загальному амплітуда циклічної збуджуючої сили запропонованого керованого

20 віброзбуджувача рівна  $F = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$  або за теоремою косинусів

$$F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1^2 \cdot F_2^2 \cdot \cos(\alpha)}.$$

Зміна частоти обертів  $\omega_p \pm \Delta\omega$  приводу, що кінематично зв'язаний із півмуфтою 15 та зміна величини кута повороту  $\alpha$  валу 35 серводвигуна 36 дозволяють незалежно керувати двома параметрами вібрації у широких межах:

25 
$$F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1^2 \cdot F_2^2 \cdot \cos(\alpha \pm \Delta\alpha)} \cdot \sin((\omega_p \pm \Delta\omega) \cdot t).$$

Джерела інформації:

1. Пат. 1281312 А1 (СССР), В06В 1/16. Вибровозбудитель. Сердюк Л.И. (СССР). - № 3925547/24-28; Опубл. 07.01.1987; Бюл. №1,3 ст.
2. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. - Вінниця.: ВНАУ, 2011. - 355 с.
3. Чубик Р.В. Адаптивна система керування режимами резонансних вібраційних технологічних машин: Автореф. дис... канд. тех. наук. - Львів, 2007. - 20 с.
4. Хайкин С.Э. Физические основы механики. - М.:Наука, 1971. - 751 с.

35 **ФОРМУЛА ВИНАХОДУ**

Керований віброзбуджувач, що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено привідний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами, на валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині

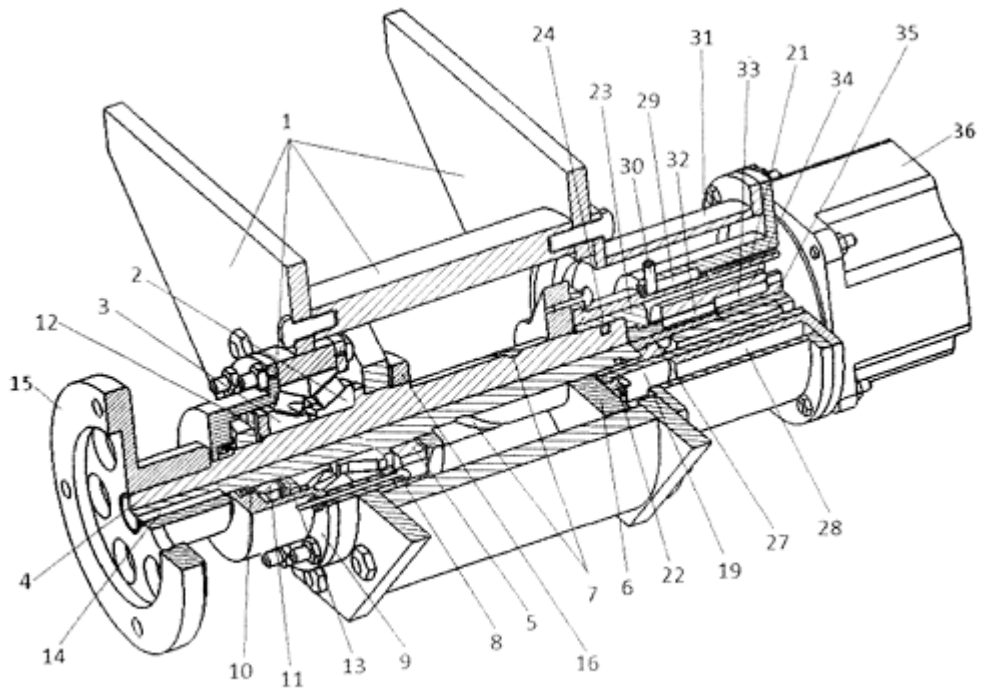
40 кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкруга, та механізму регулювання положення рухомого дебалансу, що виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, який **відрізняється** тим, що до рухомого дебалансу за допомогою вінця кріпиться ходовий стакан із буртиком так, що рухомий дебаланс та ходовий стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі привідного вала, ходовий стакан

45 оснащений різьбою на внутрішній циліндричній поверхні та шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, у внутрішню різьбу ходового стакану вкручений зовнішньою різьбою привідний стакан, на ободі привідного стакану діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь які та канавку, що виконана в кінці циліндричної поверхні привідного вала проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакану вздовж осі привідного вала,

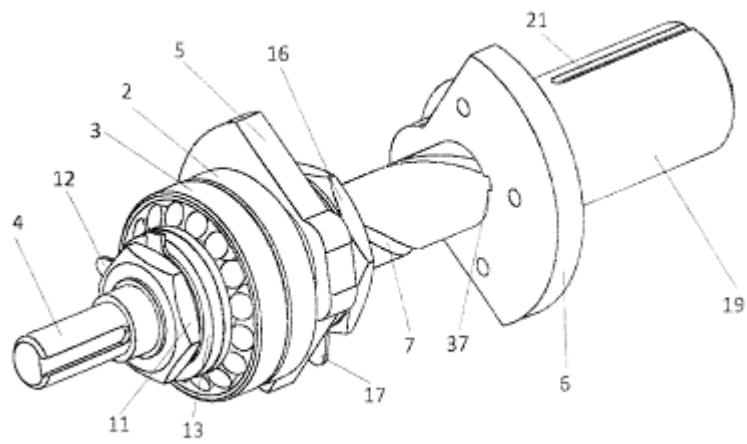
50 в торець привідного стакану зі сторони привідного вала вмонтовано шток, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним стаканом, і за допомогою муфти - із валом серводвигуна, серводвигун кріпиться до фланця, а фланець до корпусу керованого віброзбуджувача, також до фланця співвісно із привідним валом за допомогою буртика кріпиться направляючий стакан, у внутрішній циліндричній поверхні якого виконано паз під шпонку, у внутрішню порожнину направляючого стакану вмонтовано ходовий стакан, причому

55

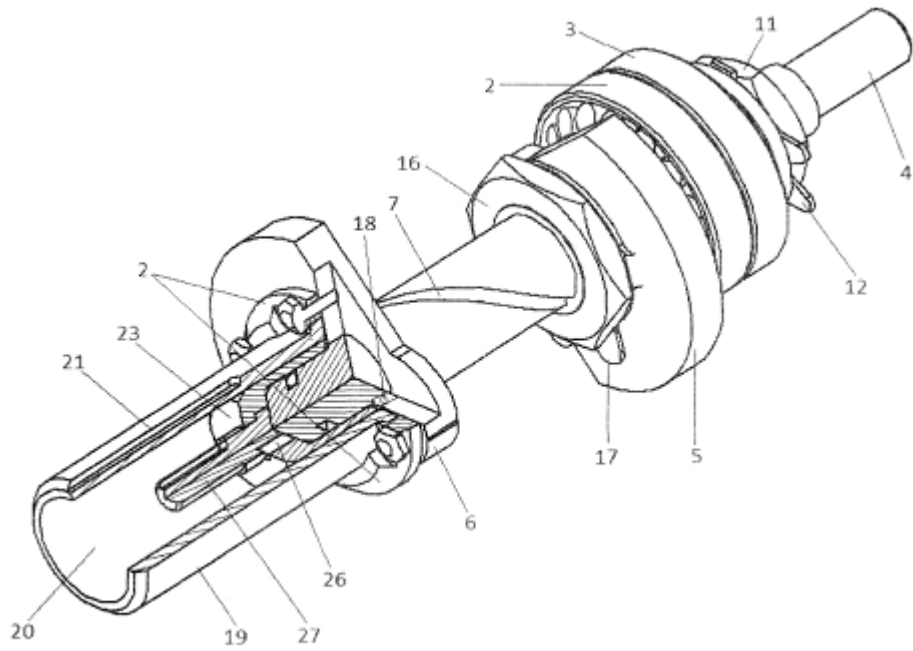
шпонковий паз на зовнішній циліндричній поверхні ходового стаканця розташований навпроти шпонкового паза на внутрішній циліндричній поверхні направляючого стаканця і у ці пази вмонтована направляюча шпонка, рух якої вздовж осі привідного вала обмежується штопорним гвинтом, що вкручений в обід направляючого стаканця.



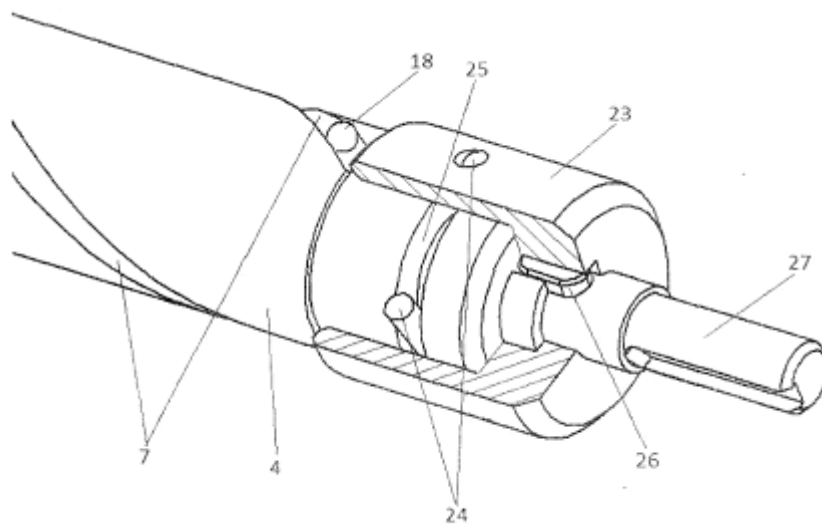
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

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