



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84565** (13) **U**
(51) МПК
B06B 1/16 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

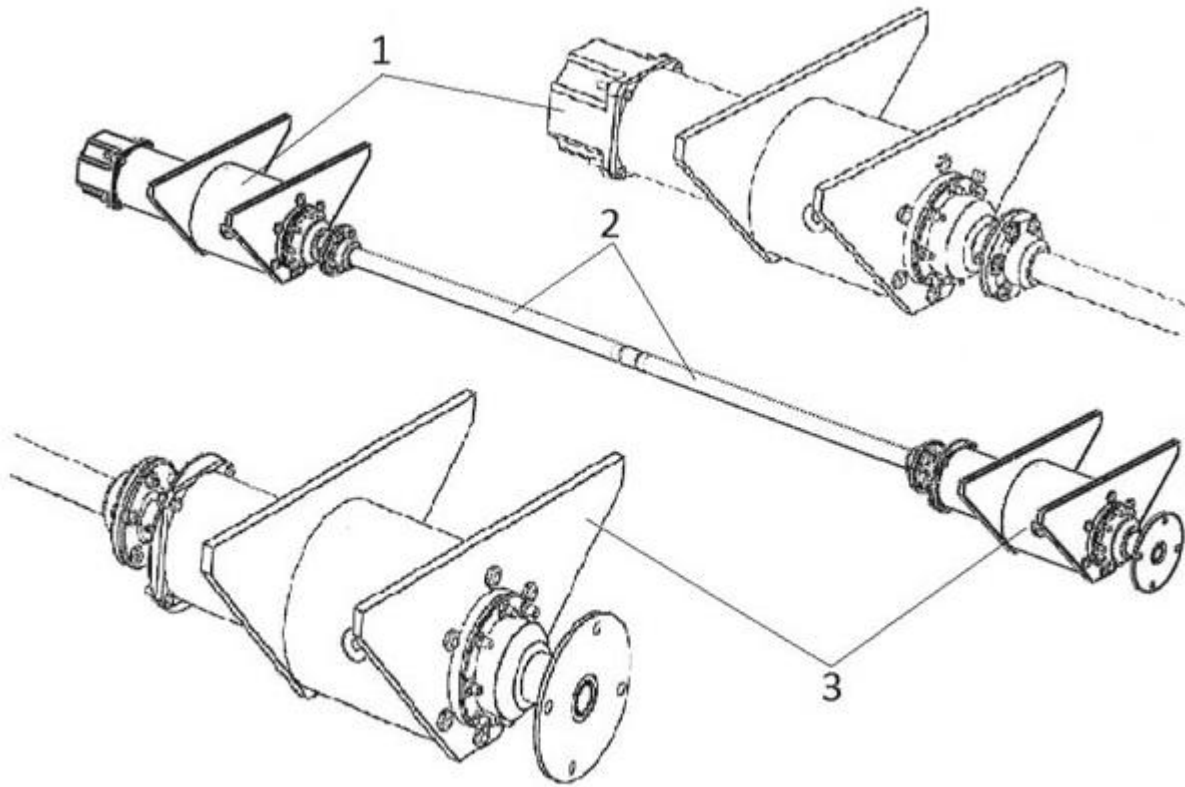
<p>(21) Номер заявки: u 2013 05065</p> <p>(22) Дата подання заявки: 19.04.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Чубик Роман Васильович (UA), Зозуляк Ігор Анатолійович (UA), Мокрицький Роман Богданович (UA), Зозуляк Оксана Володимирівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008 (UA)</p>
--	---

(54) КЕРОВАННИЙ СИНХРОННИЙ ВІБРОЗБУДЖУВАЧ

(57) Реферат:

Керований синхронний віброзбуджувач містить корпус, в якому на підшипниках встановлено привідний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами та механізмом регулювання положення рухомого дебалансу. 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 шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, а своєю внутрішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею перебуває у спряженні із зовнішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею привідного стакана. На ободі привідного стакана діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори.

UA 84565 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до вібраційної техніки і може бути використана як збуджувач коливань (вібраційного приводу) технологічних машин, що знайшли застосування в таких галузях як машинобудування та приладобудування, а також в гірничо-переробній, харчовій та хімічній промисловості.

5 Найбільш близьким по технічній суті до пристрою за корисною моделлю є пристрій [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 мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, 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 конструктивному рішенні механізму керування амплітудою віброзбуджувача [1] наявні такі елементи як: кривошип, маховик та гнучка тяга, яка здатна пробуксовувати у випадку керування амплітудою примусової циклічної сили віброзбуджувача (зокрема при відпрацюванні віброзбуджувачем [1] певного заданого положення між рухомим на нерухомим дебалансами). Тому, відповідно до [1], віброзбуджувач пропонується застосовувати для виключення резонансних явищ при пуску та вибігу (за рахунок зведення та розведення дебалансів). Конструктивне рішення віброзбуджувача [1] не дозволяє застосовувати його для оперативного керування параметрами вібрації [2, 3] у адаптивних вібраційних технологічних машинах (АВТМ), що входять до складу гнучких високоавтоматизованих технологічних ліній та робототехнічних комплексів. Ще одним суттєвим недоліком керованого віброзбуджувача [1] є те, що на його основі неефективно та дорого організувати керування процесом збудження коливань у АВТМ, які мають довгий робочий орган (крупногабаритні вібромашини). Тому, що для забезпечення однакових параметрів вібраційного поля у пустотілому робочому органі, необхідно по всій довжині його робочого органа встановити декілька керованих віброзбуджувачів. Для ефективної роботи такого типу АВТМ (крупногабаритних АВТМ) циклічна примусова сила декількох встановлених керованих віброзбуджувачів повинна синхронно змінювати усі свої параметри (амплітуду, частоту та фазу).

Задача корисної моделі полягає у розширенні технологічних можливостей.

35 Поставлена задача вирішується тим, що у керованому синхронному віброзбуджувачі, 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 мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, механізм регулювання положення рухомого дебалансу виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, згідно з корисною моделлю, 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 шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, а своєю внутрішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею перебуває у спряженні із зовнішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею привідного стакана, на ободі привідного стакана діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь дані два отвори та канавку, що виконана біля торця циліндричної поверхні привідного вала проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакана вздовж осі привідного вала, на внутрішній циліндричній поверхні привідного стакана та на поверхні привідного вала, пересікаючи канавку, виконано шпонковий паз, в торець привідного стакана з боку привідного вала вмонтовано пустотілий вал із буртиком, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним стаканом та привідним валом, пустотілий вал має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню, яка являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази, що розташовані вздовж його основної осі, у пазах розташована пластина, яка має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь який за допомогою болта вона рухомо з'єднана із можливістю прокручування з точно виготовленим і шліфованим наконечником штанги, зовнішня поверхня наконечника являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його осі пустотілого вала, отворами на зовнішніх кінцях пластина, що розташована в пазах пустотілого вала жорстко з'єднана із диском, який за допомогою вінця з'єднаний із ходовим стаканом так, що диск та ходовий стакан незалежно один від одного

прокручуються відносно центральної осі пустотілого вала, і ходовий стакан встановлений у направляючий стакан, причому встановлений так, що в паз, який виконано на його зовнішній поверхні встановлено шпонку, яка одночасно знаходиться і у шпонковому пазу на внутрішній поверхні направляючого стакана, направляючий стакан кріпиться до фланця, а фланець - до корпусу, до вільного торця пустотілого вала за допомогою гвинтів кріпиться півмуфта, а в центрі пустотілого вала до розташованої із ним співвісно до штанги кріпиться муфта, дана півмуфта, через довгий пустотілий вал, на торцях якого закріплені півмуфти, жорстко з'єднана із півмуфтою, яка за допомогою гвинтів закріплена на торці пустотілого привідного вала, у порожнині пустотілого привідного вала співвісно із ним вмонтовано штангу із наконечником, зовнішня поверхня наконечника являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж осі пустотілого привідного вала, штанга, що знаходиться в порожнині пустотілого привідного вала за допомогою муфти та довгого штока, який розташований у порожнині довгого пустотілого вала, жорстко з'єднана із муфтою в центрі пустотілого вала, пустотілий привідний вал встановлено в корпусі на підшипниках, на пустотілому привідному валу розміщено нерухомий і рухомий дебаланси та механізм регулювання положення рухомого дебалансу, на пустотілому привідному валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, механізм регулювання положення рухомого дебалансу виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з рухомим дебалансом, для забезпечення переміщення рухомого дебалансу, вздовж осі пустотілого привідного вала використано ходовий стакан, на внутрішній поверхні ходового стакана виконана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку, ходовий стакан кріпиться до рухомого дебалансу за допомогою вінця так, що рухомий дебаланс та ходовий стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала, ходовий стакан механізму осьового переміщення рухомого дебалансу своєю внутрішньою різьбою накручений на різьбу, нарізану на зовнішній поверхні привідного стакана, на ободі привідного стакана діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь дані два отвори та канавку, що виконана біля торця циліндричної поверхні пустотілого привідного вала, проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакана вздовж осі привідного вала, та дозволяють привідному стакану обертатись навколо основної осі пустотілого привідного вала, в торець привідного стакана з боку пустотілого привідного вала вмонтовано привідний пустотілий шток із буртиком, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним стаканом, привідний пустотілий шток має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню, яка являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази, що розташовані вздовж його основної осі, у пазах розташована пластина, яка має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь який за допомогою болта вона рухомо з'єднана із можливістю прокручування з точно виготовленим і шліфованим наконечником штанги, що знаходиться в порожнині пустотілого привідного вала, а пластина двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою, яка кріпиться до ходового стакана за допомогою вінця так, що шайба та ходовий стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала, ходовий стакан встановлений у направляючий стакан, причому встановлений так, що в паз, який виконаний на його зовнішній поверхні, встановлено шпонку, яка одночасно знаходиться і у шпонковому пазу на внутрішній циліндричній поверхні торця направляючого стакана, направляючий стакан кріпиться до несучої шайби, а та кріпиться до корпусу, привідний пустотілий шток механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу через призматичну шпонку з'єднаний із валом сервоприводу, сервопривід болтами кріпиться до направляючого стакана.

Запропоноване конструктивне рішення керованого синхронного віброзбуджувача дозволить: розподілити циклічну вимушуючу силу віброприводу по довжині великогабаритного корпусу адаптивних вібраційних технологічних машин на дві точки прикладання; забезпечити рівність миттєвої фази, амплітуди та частоти циклічної примусової сили віброприводу одночасно у двох точках прикладання; інтегрувати такі технологічні процеси, як віброабразивна обробка (віброшліфування та віброполірування), віброзачистка (видалення облою, задирок; округлення кромки), віброзміцнення (підвищення мікротвердості; створення залишкових напружень), віброочистка (очистка заготовок і деталей від окалини, корозії; нагару), віброосушіння, віброзмішування, вібраційне подрібнення (на основі вібромлинів), вібросепарування, грохотіння, вібротранспортування та віброживлення (штучними заготовками, ...), дозування до складу гнучких високоавтоматизованих технологічних ліній та робототехнічних комплексів; незалежно керувати двома параметрами віброприводу, частотою та амплітудою його циклічної вимушуючої сили. Можливість незалежно керувати частотою та амплітудою циклічної вимушуючої сили

віброприводу дозволяє на основі запропонованого керованого синхронного віброзбуджувача створювати вібромашини, які завдяки постійній корекції частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу зможуть забезпечувати постійний резонансний режим роботи (оптимальний із енергетичної точки зору), а завдяки постійній корекції амплітуди циклічної вимушуючої сили

5 віброприводу зможуть забезпечувати стабільність в часі заданих технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля робочого органа.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд запропонованого керованого синхронного віброзбуджувача. На фіг. 2 зображено конструктивне рішення модуля синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. На фіг. 3 зображено конструктивне рішення механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу у модулі синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. На

10 фіг. 4 зображено конструктивне рішення штанги приводу та синхронізації модуля синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача із модулем синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. На

15 фіг. 5 зображено конструктивне рішення модуля синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. На фіг. 6 зображено конструктивне рішення механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу у модулі синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача.

Керований синхронний віброзбуджувач складається із трьох основних функціональних елементів, зокрема позиція 1 модуль синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача, 2 штанга приводу та синхронізації модуль 3 модуль синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. Модуль 3 синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного

20 віброзбуджувача складається із корпусу 4, в якому на конічних радіально-упорних підшипниках 5 та 6 встановлено привідний вал 7. На валу 7 за допомогою шпонки 10 розміщено нерухомий дебаланс 8 та розташовано рухомий дебаланс 23. На валу 7 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 13, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, та в нормальному перерізі мають форму півкруга. Конічний підшипник 5 внутрішнім кільцем впирається в буртик привідного вала 7, а зовнішнім кільцем впирається у штопорне

30 кільце 9, яке болтами кріпиться до корпусу 4. Буртик привідного вала 7 та штопорне кільце 9 обмежують переміщення привідного вала 7 у відповідному осьовому напрямі відносно корпусу 4. Осьовий рух зовнішнього кільця конічного підшипника 6 обмежується фланцем 17 (фланець 17 є зварною деталлю, тому на Фіг. 2 зображений як сукупність трьох елементів). В основі фланця 17 розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 20, що запобігає забрудненню підшипників 5, 6 та витіканню мастила із корпусу керованого синхронного віброзбуджувача. Регулювання робочого натягу конічних радіально-упорних підшипників 5, 6 та фіксація руху в осьовому напрямі привідного вала 7 проводиться з допомогою натяжної гайки 16, штопорної шайби 21 та втулки 15. Штопорна шайба 21 запобігає саморозгвинчуванню натяжної гайки 16 при дії на неї вібрації. Керований синхронний віброзбуджувач приводиться в дію за рахунок

40 крутного моменту, що передається привідному валу 7 через шпонку 19 від півмуфти 18. Крутний момент передається нерухомому дебалансу 5 через призматичну шпонку 10. Фіксація руху нерухомого дебалансу 8 в осьовому напрямі забезпечується за рахунок втулки 14, гайки 12, яка від саморозгвинчування стопориться штопорною шайбою 22. Механізм керування осьовим положенням рухомого дебалансу 23 складається із двох кульових шпонок, що одночасно розміщені у двох пазах під шпонку 89 (рухомого дебалансу 23) та у двох діаметрально протилежних зустрічно напрямлених канавках 13 привідного вала 7. Завдяки кульовим шпонкам відбувається передача крутного моменту від привідного вала 7 до рухомого дебалансу 23. Для забезпечення переміщення рухомого дебалансу 23 вздовж осі привідного вала 7 використовується ходовий стакан 26 (ходовий стакан 26 є зварною деталлю, тому на Фіг. 2

50 зображений як сукупність трьох елементів), внутрішня поверхня даного стакану точно виготовлена і шліфувана та являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж осі привідного вала 7, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 90. Ходовий стакан 26 кріпиться до рухомого дебалансу 23 за допомогою вінця 25 так, що рухомий дебаланс 23 та ходовий стакан 26 прокручуються один відносно одного та

55 центральної осі привідного вала 7 (тобто вінець 25 жорстко не затискає буртик ходового стакану 26 до рухомого дебалансу 23). Ходовий стакан 26 механізму осьового переміщення рухомого дебалансу 23 своєю внутрішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею перебуває у sprzęженні із зовнішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею привідного

60 стакану 28. Ходовий стакан 26 із привідним стаканом 28 утворюють циліндричну напрямну для прямолінійного руху рухомого дебалансу 23 вздовж осі привідного вала 7. Привідний стакан 28

за допомогою двох штифтів 44 та канавки у привідному валу 7 встановлений так, що має обмеження рух вздовж основної осі привідного вала 7. У пазу привідного стакана 28 встановлена шпонка 45 яка одночасно перебуває у шпонкових пазах, привідного вала 7 та пустотілого вала 29. Пустотілий вал 29 має точно виготовлену і шліфовану внутрішню

5 поверхню, яка являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази 91, що розташовані вздовж його основної осі. У пазах 91 розташована пластина 30, яка має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь який за допомогою болта 46 вона рухомо з'єднана (із

10 можливістю прокручування) із точно виготовленим і шліфованим наконечником 35 (зовнішня поверхня якого являє собою другу частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі пустотілого вала 29) штанги 36 модуля 3 синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача. Отворами на зовнішніх кінцях пластина 30 жорстко з'єднана із диском 31, а диск 31 за допомогою вінця 27 кінематично з'єднаний із ходовим стаканом 26, причому у даному кінематичному з'єднанні є можливість

15 прокручування диска 31 та ходового стакана 26 відносно центральної осі пустотілого вала 29. Ходовий стакан 26 встановлений у направляючий стакан 24 (направляючий стакан 24 є зварною деталлю, тому на Фіг. 2 зображений як сукупність трьох елементів), причому встановлений так, що в паз 90, який виконано на його зовнішній поверхні, встановлено шпонку 71, яка також знаходиться і у пазу на внутрішній поверхні направляючого стакана 24. Рух шпонки 71 в напрямі центральної осі привідного вала 7 обмежує обмежувальне кільце 43 та фланець 11. Направляючий стакан 24 кріпиться до фланця 11, а фланець 11 до корпусу 4 модуля 3 синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача. До направляючого стакана 24 кріпиться диск 32, в центрі якого вмонтовано ущільнюючий пристрій (сальник) 33, рух якого в осьовому напрямі обмежує шайба 34. Сальник 33 запобігає витіканню мастила поза стінки пустотілого вала 29 із корпусу модуля 3 синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача. На вільному торці пустотілого вала 29, за допомогою гвинтів 37, кріпиться півмуфта 38, а в центрі пустотілого вала 29, до розташованої із ним співвісно штанги 36, кріпиться муфта 40 (за допомогою метричної різьби). Центральний отвір півмуфт 38, 39 точно виготовлений та шліфований і його внутрішня поверхня являє собою частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі пустотілого вала 29 штанги 36 та муфти 40. Модуль 3 синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача за допомогою штанги приводу та синхронізації 2 кінематично з'єднаний із модулем 1 синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача. Штанга

35 приводу та синхронізації 2 складається із півмуфти 39, яка жорстко з'єднана із довгим пустотілим валом 42, який за допомогою метричної різьби на муфті 47 жорстко з'єднаний із ще одним довгим пустотілим валом 49, до вільного торця якого жорстко з'єднана півмуфта 52. Муфта 47 має точно виготовлений та шліфований внутрішній діаметр, який є циліндричною напрямною для прямолінійного руху вздовж її осі. Вздовж осі муфти 47 рухається довгий шток, що складений із двох частин 41 та 50, які за допомогою метричної різьби з'єднані між собою точно виготовленою та шліфованою муфтою 48, зовнішній діаметр якої є циліндричною напрямною для прямолінійного руху. Довгий шток складений із деталей 41, 48 та 50, жорстко з'єднаний за допомогою метричної різьби із муфтами 40 та 54. Муфта 54 та півмуфти 52 кінематично з'єднують штангу приводу та синхронізації 2 із модулем 1 синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача.

45 Модуль 1 синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої і сили керованого синхронного вібробуджувача складається із корпусу 51, в котрому на конічних радіально-упорних підшипниках 60 та 61 встановлено пустотілий привідний вал 85. На пустотілому привідному валу 85 розміщений завдяки шпонці 63 нерухомий 64 та рухомий 68 дебаланси. На пустотілому привідному валу 85 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 67, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, та в нормальному перерізі мають форму півкола. Конічний підшипник 61 внутрішнім кільцем впирається в бортик пустотілого привідного вала 85, а зовнішнім кільцем впирається у штопорне кільце 62, яке болтами кріпиться до корпусу 51. Буртик пустотілого привідного вала 85 та штопорне кільце 62 обмежують переміщення пустотілого привідного вала 85 у відповідному осьовому напрямі відносно корпусу 51. Осьовий рух зовнішнього кільця конічного підшипника 60 обмежується фланцем 55 (фланець 55 є зварною деталлю, тому на Фіг. 5 зображений як сукупність трьох елементів). В основі фланця 55 розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 56, що запобігає забрудненню підшипників 60, 61 та витіканню мастила із корпусу модуля 1 синхронізації амплітуди циклічної

60 вимушуючої сили керованого синхронного вібробуджувача. Регулювання робочого натягу

конічних радіально-упорних підшипниках 60, 60 та фіксація руху в осьовому напрямі пустотілого привідного вала 85 проводиться з допомогою натяжної гайки 57, штопорної шайби 58 та втулки 59. Штопорна шайба 58 запобігає саморозгвинчуванню натяжної гайки 57 при дії на неї вібрації. Модуль 1 синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного

5 віброзбуджувача приводиться в дію за рахунок крутного моменту, що передається пустотілому привідному валу 85 через шпонки (гвинти) 71 від півмуфти 53. Центральний отвір півмуфти 53, 52 точно виготовлений та шліфований, і його внутрішня поверхня являє собою частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі пустотілого привідного вала 85

10 штанги 69 та муфти 54. Крутний момент передається нерухомому дебалансу 64 через призматичну шпонку 63. Фіксація руху нерухомого дебалансу 64 в осьовому напрямі забезпечується за рахунок втулки 86, гайки 66, яка від саморозгвинчування стопориться штопорною шайбою 65. Механізм керування осьовим положенням рухомого дебалансу 68 складається із двох кульових шпонок 91, що розміщені у двох пазах під шпонку 92 (рухомого дебалансу 68) та одночасно у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках

15 67 пустотілого привідного вала 85. Завдяки кульовим шпонкам 91 відбувається передача крутного моменту від пустотілого привідного валу 85 до рухомого дебалансу 68. Для забезпечення переміщення рухомого дебалансу 68 в здовж осі пустотілого привідного вала 85 використовується ходовий стакан 76 (ходовий стакан 76 є зварною деталлю тому на Фіг. 5 та Фіг. 6 зображений як сукупність трьох елементів), на внутрішній поверхні 93 даного стакана

20 нарізана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 94. Ходовий стакан 76 кріпиться до рухомого дебалансу 68 за допомогою вінця 83 так, що рухомий дебаланс 68 та ходовий стакан 76 прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала 85 (тобто вінець 83 жорстко не затискає буртик ходового стакана 76 до рухомого дебалансу 68). Ходовий стакан 76 механізму осьового переміщення рухомого

25 дебалансу 68 своєю внутрішньою різьбою 93 накручений на різьбу, нарізану на зовнішній поверхні привідного стакана 75. Привідний стакан 75 за допомогою двох штифтів 87 та канавки 95 у пустотілому привідному валу 85 встановлений так, що має обмеження руху вздовж основної осі пустотілого привідного вала 85 та має можливість обертатись (прокручуватись) навколо вздовж основної осі пустотілого привідного вала 85. Привідний стакан 75 за допомогою

30 призматичної шпонки 88 кінематично з'єднаний із привідним пустотілим штоком 84. Привідний пустотілий шток 84 має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню, яка являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази 96, що розташовані вздовж його основної осі. У пазах 96 розташована пластина 77, яка має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь який за допомогою болта 97 вона рухомо з'єднана (із можливістю прокручування) із

35 точно виготовленим і шліфованим наконечником 79 (зовнішня поверхня якого являє собою другу частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі привідного пустотілого штока 84) штанги 69 модуля 1 синхронізації амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача. Штанга 69 за допомогою метричної різьби на муфті

40 54 жорстко з'єднана із штоком 50. Пластина 77 двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою 81. Шайба 81 кріпиться до ходового стакана 76 за допомогою вінця 82 так, що шайба 81 та ходовий стакан 76 прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала 85 (тобто вінець 82 жорстко не затискає шайбу 81 до ходового стакана 76). Ходовий стакан 76 встановлений у направляючий стакан 80 (направляючий стакан 80 є зварною деталлю тому на Фіг. 5 зображений як сукупність трьох елементів), причому

45 встановлений так, що паз під шпонку 94, який виконано на його зовнішній поверхні співпадає із пазом під шпонку, який виконаний на внутрішній поверхні торця 72 направляючого стакана 80. У паз під шпонку 94, який виконано на зовнішній поверхні ходового стакана 76, вставлено направляючу призматичну шпонку 73, переміщення якої по шпонковому пазу, виконаному на

50 внутрішній поверхні торця 72, в процесі висування ходового стакана 76 із направляючого стакана 80 обмежується штопорною шайбою 74. Направляючий стакан 80 кріпиться до несучої шайби, 70 яка у свою чергу кріпиться до корпусу 51. Привідний пустотілий шток 84 механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу 68 кінематично через призматичну шпонку 78 з'єднаний із валом сервоприводу (або крокового двигуна) 83. Сервопривід 83 болтами

55 кріпиться до направляючого стакана 80.

Керований синхронний віброзбуджувач працює наступним чином. Перед запуском керованого синхронного віброзбуджувача пари дебалансів 8, 23 та 64, 68 знаходяться в діаметрально протилежному положенні тобто, кут між їхніми центрами має становити $\beta = 180^\circ$. Їхній сумарний статичний момент відносно центральної осі привідного валу 7 та пустотілого

60 привідного вала 85 рівний нулю. При включенні керованого синхронного віброприводу

(прикладенні крутного моменту до півмуфти 18) привідний вал 7 із нерухомим дебалансом 8 та рухомим дебалансом 23 і пустотілий привідний вал 85 із нерухомим дебалансом 64 та рухомим дебалансом 68 починають обертатись із заданою частотою ω_p , яка є технологічно оптимальною для реалізації своїх функцій певною технологічною машиною. Синхронізація частоти та фази циклічної вимушуючої сили модулів 1 та 3 керованого синхронного вібробуджувача обумовлюється синхронним обертання двох пар дебалансів (8, 23 та 64, 68). Синхронне обертання двох пар дебалансів забезпечується механізмом синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили модуля 3 керованого синхронного вібробуджувача. У механізмі синхронізації частоти циклічної вимушуючої сили модуля 3 синхронне обертання осі привідного вала 7 та пустотілого привідного вала 85 реалізовується наступним чином. Прикладений зовнішній обертовий крутний момент до керованого синхронного вібробуджувача від півмуфти 18 через шпонку 19 передається привідному валу 7. Від привідного вала 7 завдяки жорсткому кінематичному зв'язку через шпонку 45, яка одночасно перебуває у шпонкових пазах (Фіг. 3) привідного вала 7 та пустотілого вала 29, обертовий крутний момент передається до пустотілого вала 29. Від пустотілого вала 29 через гвинти 37, півмуфти 38 та 39, довгий пустотілий вал 42, муфту 47, довгий пустотілий вал 49, півмуфти 52 та 53, гвинти 71 до пустотілого привідного вала 85. Після виходу керованого вібробуджувача на заданий режим роботи по ω_p частоті коливань його циклічної вимушуючої сили f ($F=F \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$), система керування роботою керованого вібробуджувача [4, 5] (не показана на фігурах) починає виводити F амплітуду циклічної вимушуючої сили на задане технологічно оптимальне значення. Виведення амплітуди F циклічної вимушуючої сили керованого віброприводу (та керування нею $F \pm \Delta F$) проводиться системою керування на основі промислового мікроконтролера через наступний контур системи керування: одноосьовий модуль позиціонування, кабель, сервопідсилювач, серводвигун - шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту вала сервоприводу (серводвигуна) 83. В результаті команди від системи керування серводвигун 83 повертає свій вал на заданий кут α (значення величини кута повороту α валу обмежень немає, тобто може бути як більшим за 360° , так і меншим за 360° і визначається лише кількістю імпульсів та кутовим кроком самого серводвигуна, ще однією особливістю сервоприводу є те, що він має здатність утримувати заданий кут повороту в часі). Поворот валу на кут α сервопривода 83 через шпонку 78 передається до привідного пустотілого штока 84 механізму керування осьовим положенням рухомих дебалансів 68 та 23. Привідний пустотілий шток 84 через шпонку 88 передає крутний момент привідному стакану 75. В результаті чого привідний стакан 75 виконує поворот відносно центральної осі пустотілого привідного вала 85 також на кут α . Враховуючи те, що: привідний стакан 75 своєю зовнішньою поверхнею перебуває у різьбовому з'єднанні із поверхнею 93 ходового стакану 76, рух привідного стакану 75 в осьовому напрямі обмежений штифтами 87 та канавкою 95 пустотілого привідного вала 85, обертовий рух ходового стакану 76 навколо спільної осі із привідним стаканом 75 та пустотілим привідним валом 85 обмежує направляюча шпонка 73, що встановлена на внутрішній поверхні торця 72 направляючого стакану 80, то поворот привідного стакану 75 на кут α зумовить викручування (закручування) ходового стакану 76 та його переміщення вздовж основної осі пустотілого привідного вала 85. Дане переміщення зумовить рух рухомого дебалансу 68 вздовж основної осі пустотілого привідного вала 85. Завдяки тому, що вінець 83 жорстко не затискає буртик ходового стакану 76 до рухомого дебалансу 68, він (рухомий дебаланс 68) може обертатись навколо основної осі пустотілого привідного вала 85 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж основної осі пустотілого привідного вала 85, рухомий дебаланс 68 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох кульових шпонок 91, які одночасно перебувають у двох пазах під шпонку 92 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 67 пустотілого привідного вала 85. В результаті повороту рухомого дебалансу 68 навколо основної осі пустотілого привідного вала 85 змінюється сумарний статичний момент рухомого 68 та нерухомого 64 дебалансів відносно центральної осі пустотілого привідного вала 85. Рух ходового стакану уздовж осі пустотілого привідного вала 85 також зумовлює переміщення шайби 81. Шайба 81 кріпиться до ходового стакану 76 за допомогою вінця 82 так, що шайба 81 та ходовий стакан 76 прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала 85 (тобто вінець 82 жорстко не затискає шайбу 81 до ходового стакану 76). Переміщення шайби 81 вздовж центральної осі привідного пустотілого штока 84 зумовлює рух по пазах 96 в тому ж самому напрямі пластини 77, яка двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою 81. Переміщення пластини 77 вздовж центральної осі привідного пустотілого штока 84 зумовлює рух точно виготовленого і шліфованого наконечника 79 штанги 69 по внутрішній циліндричній напрямній поверхні

пустотілого штока 84. Штанга 69 в осьовому напрямі переміщається разом із муфтою 54, штоком 50, муфтою 48, штоком 41, муфтою 40, штангою 36 та її наконечником 35, опираючись на внутрішні циліндричні поверхні напрямних для прямолінійного руху в таких деталях: півмуфти 53 та 52, муфта 47, півмуфти 39 та 38, пустотілий вал 29. Разом із наконечником 35
 5 штанги 36 в осьовому напрямі переміщується по пазах 91 пустотілого вала 29 пластина 30, яка має два зовнішні отвори, до котрих жорстко закріплено диск 31. Диск 31 за допомогою вінця 27 кінематично з'єднаний із ходовим стаканом 26, тому його осьове переміщення зумовлює рух ходового стакану 26 в осьовому напрямі, опираючись на дві напрямні: зовнішню циліндричну точно виготовлену шліфовану поверхню привідного стакану 28 та шпонку 71, що встановлена в шпонковий паз 90, який виконано на зовнішній поверхні ходового стакану 26. Переміщення в
 10 осьовому напрямі ходового стакану 26 зумовлює рух рухомого дебалансу 23 вздовж основної осі привідного вала 7. Завдяки тому, що вінець 25 жорстко не затискає буртик ходового стакану 26 до рухомого дебалансу 23, він (рухомий дебаланс 23) може обертатись навколо основної осі привідного вала 7 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж основної осі привідного вала 7, рухомий дебаланс 23 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох кульових шпонок, які одночасно перебувають у двох пазах
 15 під шпонку 89 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 13 привідного вала 7. В результаті повороту рухомого дебалансу 23 навколо основної осі привідного вала 7 змінюється сумарний статичний момент рухомого 23 та нерухомого 8 дебалансів відносно центральної осі привідного вала 7. Поворот вала на кут α сервоприводу 83 забезпечує синхронний поворот рухомих дебалансів 23 та 68 відносно нерухомих дебалансів 8 та 64, забезпечуючи тим самим синхронну зміну в модулях 1 та 3 амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого синхронного віброзбуджувача.

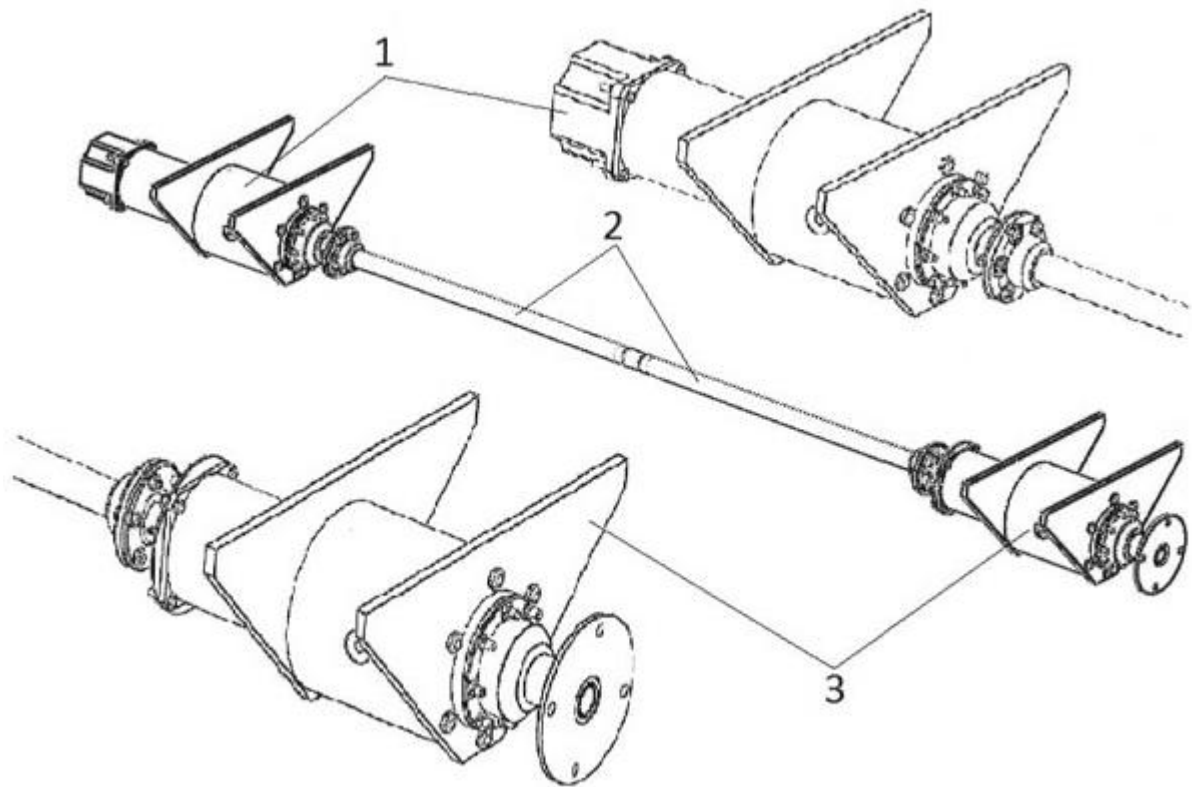
Джерела інформації:

- 25 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. Пат. 87776 А Україна, В65G27/00. Спосіб керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин. Серета Л.П., Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. (Україна). - № а200803685; Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 15, 4 ст.
- 30 3. Пат. 92041 А Україна, В65G27/100. Спосіб стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин. Серета Л.П., Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. (Україна). - № а200806209; Опубл. 27.09.2010; Бюл. № 18, 3 ст.
4. Чубик Р.В. Адаптивна система керування режимами резонансних вібраційних технологічних машин: Автореф. дис... канд. тех. наук. - Львів, 2007. - 20 с
- 35 5. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. - Вінниця: ВНАУ, 2011. - 355 с.

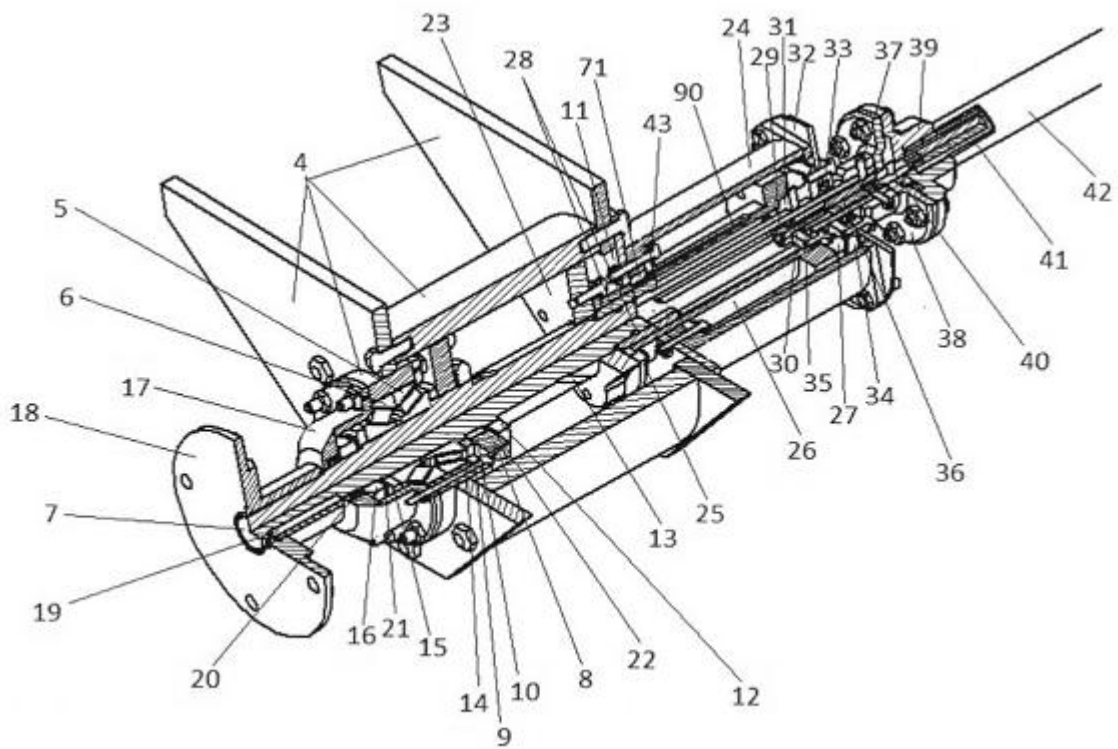
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40 Керований синхронний віброзбуджувач, що містить корпус, 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 напрямні канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, механізм регулювання положення рухомого дебалансу виконаний у
 45 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 оснащений шпонковим пазом на зовнішній циліндричній поверхні, а своєю внутрішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею перебуває у
 50 спряженні із зовнішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею привідного стакану, на ободі привідного стакану діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь дані два отвори та канавку, що виконана біля торця циліндричної поверхні привідного вала, проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакану вздовж осі привідного вала, на внутрішній циліндричній поверхні привідного стакану та на поверхні привідного вала,
 55 пересікаючи канавку, виконано шпонковий паз, в торець привідного стакану із сторони привідного вала вмонтовано пустотілий вал із буртиком, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним стаканом та привідним валом, пустотілий вал має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню, яка являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні
 60 пази, що розташовані вздовж його основної осі, у пазах розташована пластина, яка має два

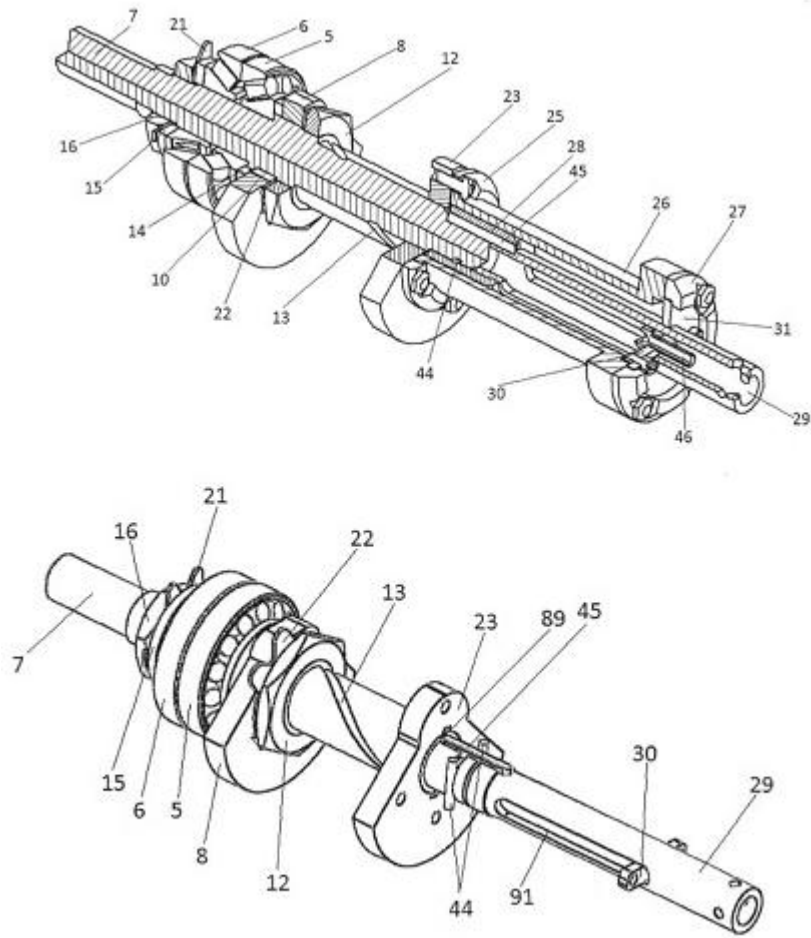
зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь який за допомогою болта вона рухомо з'єднана із
можливістю прокручування з точно виготовленим і шліфованим наконечником штанги, зовнішня
поверхня наконечника являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його
5 осі пустотілого вала, отворами на зовнішніх кінцях пластина, що розташована в пазах
пустотілого вала жорстко з'єднана із диском, який за допомогою вінця з'єднаний із ходовим
стаканом так, що диск та ходовий стакан незалежно один від одного прокручуються відносно
центральної осі пустотілого вала, і ходовий стакан встановлений у направляючий стакан,
причому встановлений так, що в паз, який виконано на його зовнішній поверхні, встановлено
шпонку, яка одночасно знаходиться і у шпонковому пазу на внутрішній поверхні направляючого
10 стакана, направляючий стакан кріпиться до фланця, а фланець - до корпусу, до вільного торця
пустотілого вала за допомогою гвинтів кріпиться півмуфта, а в центрі пустотілого вала до
розташованої із ним співвісно штанги кріпиться муфта, дана півмуфта через довгий пустотілий
вал, на торцях котрого закріплені півмуфти, жорстко з'єднана із півмуфтою, яка за допомогою
гвинтів закріплена на торці пустотілого привідного вала, у порожнині пустотілого привідного
15 вала співвісно із ним вмонтовано штангу із наконечником, зовнішня поверхня наконечника
являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж осі пустотілого привідного
вала, штанга, що знаходиться в порожнині пустотілого привідного вала, за допомогою муфти та
довгого штока, який розташований у порожнині довгого пустотілого вала, жорстко з'єднана із
муфтою в центрі пустотілого вала, пустотілий привідний вал встановлено в корпусі на
20 підшипниках, на пустотілому привідному валу розміщено нерухомий і рухомий дебаланс та
механізм регулювання положення рухомого дебалансу, на пустотілому привідному валу
виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що 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
25 з рухомим дебалансом, для забезпечення переміщення рухомого дебалансу вздовж осі
пустотілого привідного вала використано ходовий стакан, на внутрішній поверхні ходового
стакана нарізана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку, ходовий стакан
кріпиться до рухомого дебалансу за допомогою вінця так, що рухомий дебаланс та ходовий
стакан прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала,
30 ходовий стакан механізму осьового переміщення рухомого дебалансу своєю внутрішньою
різьбою накручений на різьбу, нарізану на зовнішній поверхні привідного стакану, на ободі
привідного стакану діаметрально протилежно виконано два наскрізних отвори, крізь дані два
отвори та канавку, що виконана біля торця циліндричної поверхні пустотілого привідного вала
проходять два штифти, які обмежують рух привідного стакану вздовж осі привідного вала та
35 дозволяють привідному стакану обертатись навколо основної осі пустотілого привідного вала, в
торець привідного стакану із сторони пустотілого привідного вала вмонтовано привідний
пустотілий шток із буртиком, який за допомогою шпонки жорстко з'єднаний із привідним
стаканом, привідний пустотілий шток має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню,
яка являє собою циліндричну напрямну для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його
40 циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази, що розташовані вздовж
його основної осі, у пазах розташована пластина, яка має два зовнішні отвори та отвір в центрі,
крізь який за допомогою болта вона рухомо з'єднана із можливістю прокручування з точно
виготовленим і шліфованим наконечником штанги, що знаходиться в порожнині пустотілого
привідного вала, а пластина двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою, яка
45 кріпиться до ходового стакану за допомогою вінця так, що шайба та ходовий стакан
прокручуються один відносно одного та центральної осі пустотілого привідного вала, ходовий
стакан встановлений у направляючому стакані, причому встановлений так, що в паз, який
виконаний на його зовнішній поверхні, встановлено шпонку, яка одночасно знаходиться і у
шпонковому пазу на внутрішній циліндричній поверхні торця направляючого стакану,
50 направляючий стакан кріпиться до несучої шайби, що кріпиться до корпусу, привідний
пустотілий шток механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу через
призматичну шпонку з'єднаний із валом сервоприводу, сервопривід болтами кріпиться до
направляючого стакану.



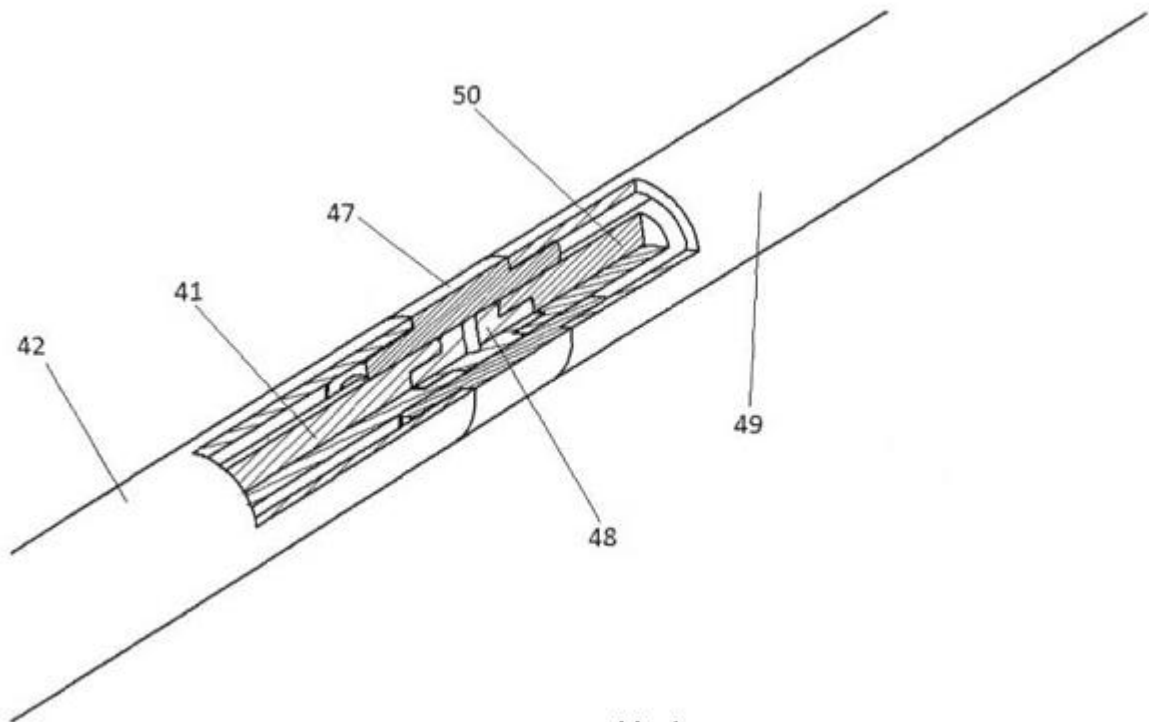
Фиг. 1



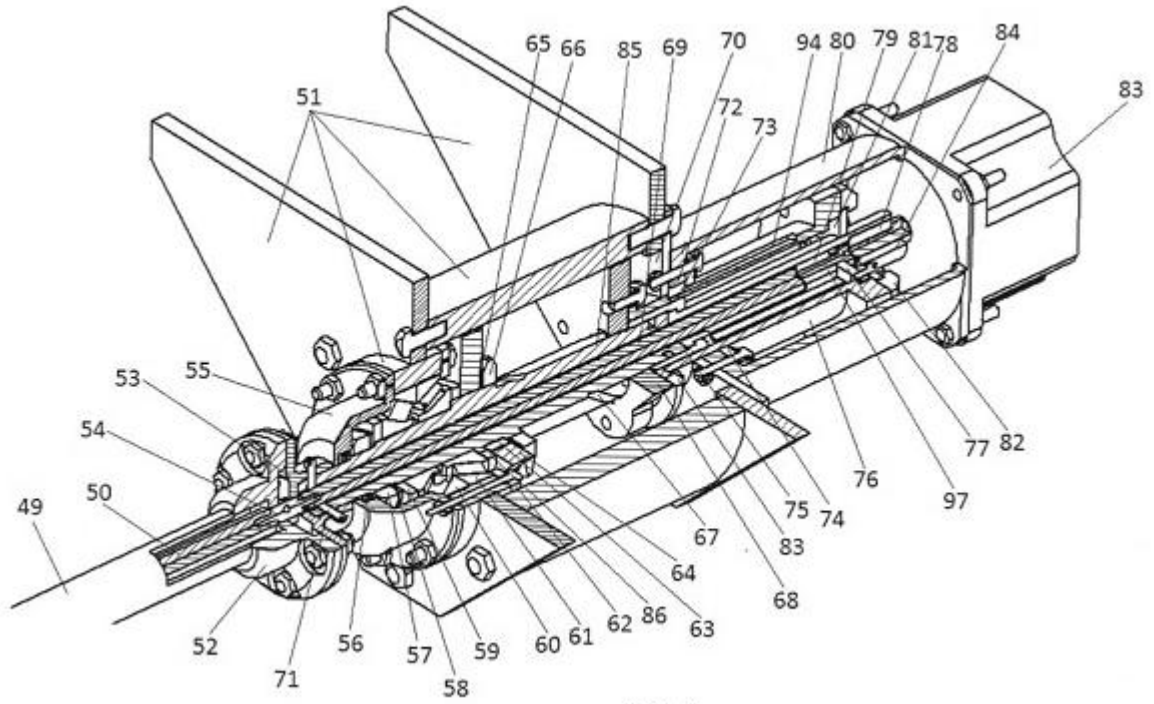
Фиг. 2



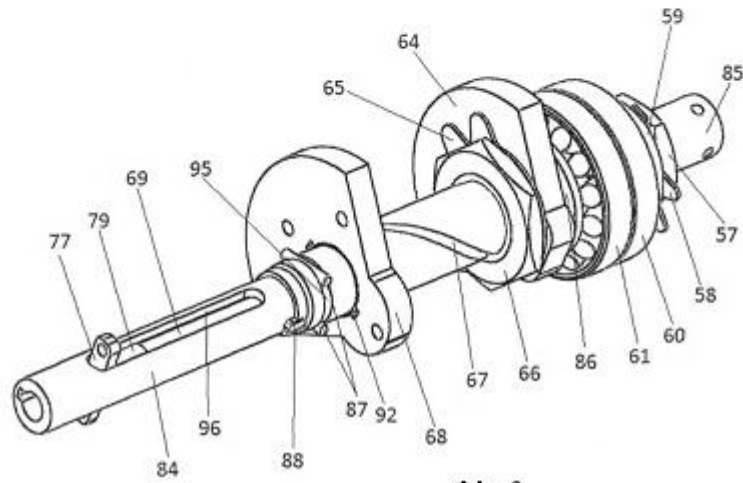
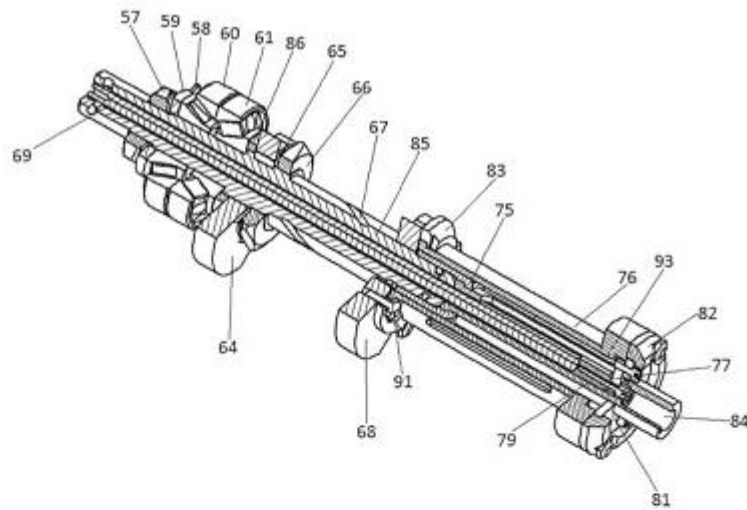
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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