



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116418** (13) **C2**  
(51) МПК  
**B06B 1/16** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2016 09034</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>25.08.2016</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>12.03.2018</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>26.02.2018, Бюл.№ 4</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.03.2018, Бюл.№ 5</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Чубик Роман Васильович (UA), Ярошенко Леонід Вікторович (UA), Бандура Валентина Миколаївна (UA), Томчук Василь Васильович (UA), Зрайло Назар Михайлович (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 UA 104108 C2, 25.12.2013 UA 107870 C2, 25.02.2015 UA 111436 C2, 25.04.2016 UA 112137 C2, 25.07.2016 UA a201512896, 25.05.2016 UA 1210 U, 15.04.2002 UA 61616 A, 17.11.2003 SU 1454515 A1, 30.01.1989 SU 1103907 A1, 23.07.1984 GB 2113348 A, 03.08.1983 EP 0945187 A2, 29.09.1999 US 2014/161529 A1, 12.06.2014 RU 2108170 C1, 10.04.1998</p>
--	--

## (54) КЕРОВАНІЙ ВІБРОПРИВОД НАПРЯМЛЕНОЇ ДІЇ ЗІ СПАРЕНИМИ ДЕБАЛАНСАМИ

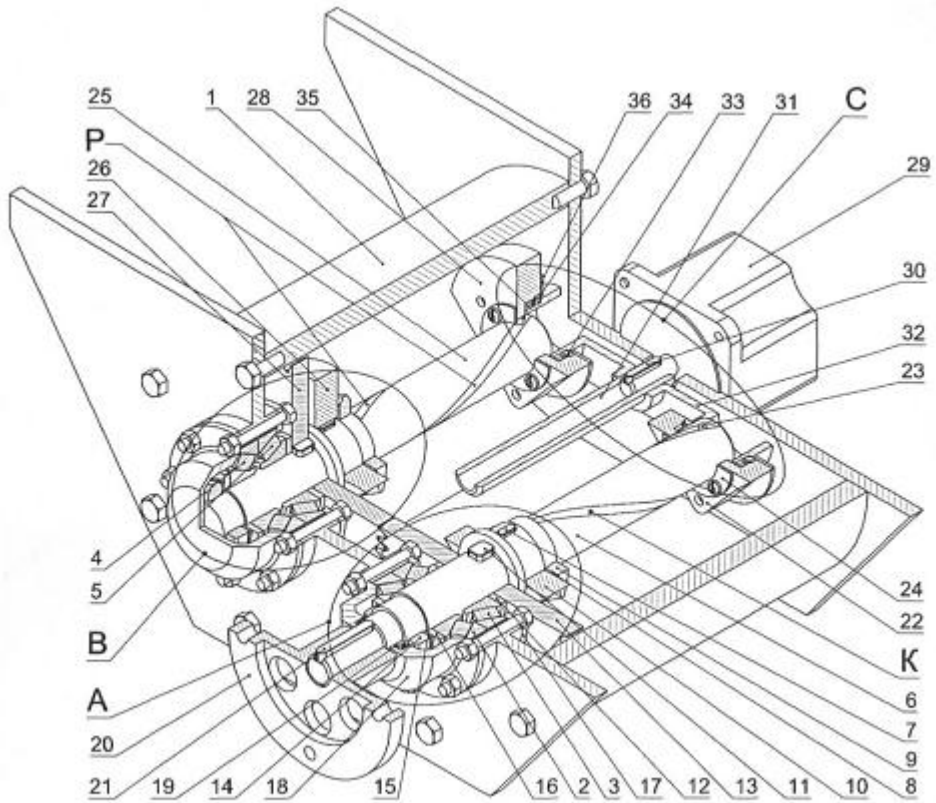
### (57) Реферат:

Винахід може бути використаний як збуджувач коливань (вібраційного приводу) технологічних машин, що знайшли застосування в таких галузях як машинобудування та приладобудування, а також в гірничо-переробній, харчовій, хімічній промисловості та сільськогосподарському виробництві.

Керований вібропривод напрямленої дії зі спареними дебалансами, що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено приводний 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 півкруга, та механізму регулювання положення рухомого дебалансу, що виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках приводного вала та зв'язаних з рухомим дебалансом, і тяги, зв'язаної із рухомим дебалансом через підшипник, у якому, згідно з винаходом, вібропривод містить два приводних вали з розміщеними на них нерухомими і рухомими дебалансами та механізмами регулювання положення рухомих дебалансів, причому приводні вали встановлені у спільному корпусі і зв'язані між собою через встановлені на них зубчаті колеса, а тяга виконана у вигляді втулки із внутрішньою різьбою і через підшипники зв'язана із двома рухомими дебалансами, тяга встановлена на гвинтовій поверхні приводного вала, що жорстко закріплений на валу крокового двигуна.

UA 116418 C2

Застосування двох приводних валів з регульованими дебалансами, які обертаються назустріч один одному, і синхронністю переміщення рухомих дебалансів, забезпечує генерування напрямленої збуджуючої сили для збудження лінійних коливань робочих органів вібротригачів та дозволяє (шляхом подачі заданої кількості імпульсів на серводвигун) одночасно і роздільно керувати двома параметрами цих коливань - амплітудою і частотою у широких межах.



Фіг. 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 за технічною суттю є віброзбуджувач [А. с. 1281312 А1 (СССР), В06В 1/16. Вибровозбудитель. Сердюк Л.И. Оpubл. 07.01.1987; Бюл. № 1,3 с], що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено приводний 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 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 повздовжньої осі приводного вала, на ділянці між рухомим та нерухомим 15 дебалансами, виконаний плавно змінним від нуля до заданого значення.

Недоліком даного віброзбуджувача є те, що він генерує обертову відцентрову силу, під дією якої робочі органи вібромашин, на яких він встановлений, здійснюють кругові, а не лінійні коливання, що не дозволяє застосовувати віброзбуджувач для оперативного керування параметрами вібрації вібромашин, які у процесі роботи використовують явище 20 вібротранспортування.

В основу винаходу поставлено задачу у віброзбуджувачі, шляхом застосування двох приводних валів з регульованими дебалансами, які обертаються назустріч один одному, і синхронності переміщення рухомих дебалансів забезпечити генерування напрямленої збуджуючої сили, для збудження лінійних (направлених вздовж однієї лінії) коливань робочих 25 органів вібромашин.

Поставлена задача вирішується тим, що у керованому віброприводі напрямленої дії зі спареними дебалансами, що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено приводний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами, на валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині 30 кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, та механізму регулювання положення рухомого дебалансу, що виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках приводного вала та зв'язаних з рухомим дебалансом, і тяги, зв'язаної із рухомим дебалансом через підшипник, згідно з винаходом, вібропривод містить два приводних вали з розміщеними на них нерухомими і рухомими дебалансами та механізмами регулювання положення рухомих дебалансів, причому 35 приводні вали встановлені у спільному корпусі і зв'язані між собою через встановлені на них зубчаті колеса, а тяга виконана у вигляді втулки із внутрішньою різьбою і через підшипники зв'язана із двома рухомими дебалансами, тяга встановлена на різьбовій поверхні приводного стакану, що жорстко закріплений на валу крокового двигуна.

Запропонована конструкція керованого віброзбуджувача дозволить дистанційно і точно 40 керувати амплітудою лінійних коливань робочих органів у різних вібромашинах, шляхом подачі заданої кількості імпульсів на серводвигун - для забезпечення певного кута повороту вала серводвигуна і синхронного переміщення рухомих дебалансів.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд керованого вібропривода напрямленої дії зі спареними дебалансами у розрізі а на фіг. 2 - схема утворення напрямленої збуджуючої сили, 45 для генерування плоских коливань робочих органів вібромашин.

Керований вібропривод напрямленої дії зі спареними дебалансами для вібромашин складається із корпусу 1, в якому за допомогою двох пар радіально-упорних підшипників 2 і 3 та 4 і 5 встановлено вузли ведучого А та веденого В приводних валів і механізму переміщення рухомих дебалансів С, що гвинтами кріпляться до корпусу 1.

50 Вузол ведучого приводного вала А складається з ведучого приводного вала 6, на якому за допомогою шпонки 7, штопорної шайби 8 та гайки 9 жорстко закріплено нерухомий дебаланс 10. На ведучому приводному валу 6 за допомогою шпонки 11 та втулки 12 жорстко закріплене зубчасте колесо 13.

Підшипник 2 впирається у підшипник 3, що внутрішнім кільцем впирається у втулку 12, яка впирається у зубчасте колесо 13. Регулювання робочого натягу радіально-упорних підшипників 2, 3 та фіксація руху в осьовому напрямі ведучого приводного вала 6 проводиться з допомогою натяжної гайки 14, штопорної шайби 15 та втулки 16. Зовнішні кільця підшипників 2, 3 фіксуються між штопорним кільцем 17, яке болтами кріпиться до корпусу 1 і фланця 18, таким 55 чином обмежуючи рух зовнішніх кілець підшипників 2, 3 в осьовому напрямку. У фланці 18

розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 19, що запобігає забрудненню підшипників 2, 3 та витіканню мастила.

Обертний рух від приводного електродвигуна (на фіг. 1 не показаний) передається ведучому приводному валу 6 через приводну муфту 20, яка закріплена на ведучому приводному валу 6 з допомогою шпонки 21. На ведучому приводному валу 6 нарізані дві спіральні канавки К, що в перерізі мають форму півкруга.

На ведучому приводному валу 6 розміщується рухомий дебаланс 22, який може переміщатися вздовж та навколо осі ведучого приводного вала 6. Обертний момент від ведучого приводного вала 6 до рухомого дебалансу 22 передається через дві кулькові шпонки 23, що одночасно розміщені у двох пазах під шпонку у рухомому дебалансі 22 та у двох спіральних канавках К ведучого приводного вала 6. До рухомого дебалансу 22 гвинтами кріпиться шайба 24, що запобігає вильоту кулькових шпонок 23 з рухомого дебалансу 8.

Вузол веденого приводного вала В є подібним до вузла приводного вала А і містить сам ведений приводний вал 25, на якому аналогічно встановлені: нерухомий дебаланс 26, зубчасте колесо 27 та рухомий дебаланс 28. Решта деталей вузла веденого приводного вала В змонтовані аналогічно до відповідних деталей вузла приводного вала А.

Основною відмінністю вузлів А і В є те, що ведений приводний вал 25 не має хвостовика, на який встановлюється приводна муфта 20, а фланець який закриває радіально-упорні підшипники 4 і 5 веденого приводного вала 25 виконаний без наскрізного отвору і не містить ущільнювача. Окрім того, дві спіральні канавки Р веденого приводного вала 25 є протилежно напрямленими відносно двох спіральних канавок К ведучого приводного вала 6.

Обертний момент від ведучого приводного вала 6 через зубчасті колеса 13 і 27, які знаходяться у зачепленні, передається до веденого приводного вала 25.

Механізм переміщення рухомих дебалансів С складається з крокового двигуна 29, що кріпиться до корпусу 1. На валу крокового двигуна 29 за допомогою шпонки 30 і зтяжного пристрою нерухомо закріплений приводний стакан 31. На зовнішній циліндричній поверхні приводного стакана 31 нарізано різьбу.

Для переміщення рухомих дебалансів 22 і 28 вздовж осей відповідних приводних валів 6 і 25 використовується тяга 32, яка має форму втулки з центральним пустотілим циліндром і шайбою, до якої симетрично приварені два пустотілі циліндри. На внутрішній поверхні центрального пустотілого циліндра тяги 32 нарізана різьба, за допомогою якої тяга 32 нагвинчується на різьбу зовнішньої поверхні приводного стакана 31. Тяга 32 з'єднується з рухомими дебалансами 22 і 28 через свої симетрично встановлені пустотілі циліндри, на які встановлюються підшипники 33, внутрішні кільця яких фіксуються за допомогою стопорних шайб 34 та гайок 35. Зовнішні кільця підшипників 33 фіксуються у відповідних проточках рухомих дебалансів 22 і 28 шайбами 36.

Керований вібропривод напрямленої дії зі спареними дебалансами працює наступним чином. Перед запуском керованого вібробуджувача рухомі дебаланси 22 та 28 встановлюються в діаметрально протилежному положенні до нерухомих дебалансів 10 та 26 відповідно, так що кут між їхніми центрами мас у кожній парі становить  $\beta = 180^\circ$ . При цьому сумарний статичний момент дебалансів у кожній парі, відносно осей відповідних приводних валів буде рівним нулю. При включенні приводного електродвигуна (на фіг. 1 не показаний) обертний рух через приводну муфту 20 передається ведучому приводному валу 6 і через зубчасті колеса 13 і 27, які знаходяться у зачепленні, до веденого приводного вала 25. При цьому приводні вали 6 і 25 обертатимуться назустріч один одному із заданою кутовою швидкістю  $\omega_p$ , яка є оптимальною для реалізації певних технологічних операцій. Після виходу

керованого вібробуджувача на задану кутову швидкість  $\omega_p$ , система керування роботою керованого вібробуджувача (не показана на фігурах) починає (шляхом зміни кута між центрами мас рухомих та нерухомих дебалансів  $\beta$  у кожній парі на приводних валах) приводити амплітуду циклічної вимушуючої сили  $F$  на задане технологічно оптимальне значення  $F$  ( $F = F \sin(\omega_p \cdot t)$ ). Виведення амплітуди  $F$  циклічної вимушуючої сили керованого віброприводу (та керування нею  $F \pm \Delta F$ ) проводиться, наприклад, системою керування на основі промислового мікроконтролера через серводвигун (кроковий двигун 29) - шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута  $\alpha$  повороту вала крокового двигуна 29. В результаті команди від системи керування кроковий двигун 29 повертає свій вал на заданий кут  $\alpha$  (величина кута повороту вала  $\alpha$  визначається лише кількістю імпульсів та кутовим кроком самого двигуна, а ще однією особливістю крокового двигуна є те,

що він має здатність утримувати заданий кут повороту). Поворот вала крокового двигуна на кут  $\alpha$  через шпонку 30 передається до приводного стакана 31.

Оскільки приводний стакан 31 своєю зовнішньою поверхнею перебуває у гвинтовому з'єднанні із поверхнею центрального пустотілого циліндра тяги 32 а її обертовий рух навколо власної осі обмежують два її ж пустотілі циліндри, що через підшипники 33 з'єднані із рухомими дебалансами 22 і 28 то, поворот приводного стакана 31 на кут  $\alpha$  зумовить викручування (закручування) тяги 32 та її переміщення вздовж основної осей приводних валів 6 та 25. Дане переміщення зумовить синхронний рух рухомих дебалансів 22 і 28 вздовж осей приводних валів 6 та 25 відповідно. Завдяки тому, що тяга 32 через підшипники 33 з'єднана з рухомими дебалансами 22 і 28, останні можуть обертатись навколо відповідних осей приводних валів 6 та 25 і переміщатись вздовж них. Переміщаючись вздовж осей приводних валів 6 та 25, рухомі дебаланси 22 і 28 починають синхронно повертатись відносно осей приводних валів 6 та 25 і завдяки тому, що відбувається переміщення кулькових шпонок 23, які одночасно перебувають у двох пазах під шпонку рухомих дебалансів та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках К і Р приводних валів 6 та 25.

В результаті синхронних поворотів рухомих дебалансів 22 і 28 навколо осей приводних валів 6 та 25 і зміни кута між центрами мас рухомих та нерухомих дебалансів  $\beta$  у кожній парі на приводних валах, синхронно змінюються сумарні статичні моменти кожної пари дебалансів відносно відповідних осей приводних валів.

Оскільки маси нерухомих 10 і 26 та рухомих 22 і 28 дебалансів однакові, то відцентрові сили, що виникають при їхньому обертанні відносно осей відповідних приводних валів 6 та 25 будуть однакові за модулем та визначатимуться виразом:

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = m \cdot e \cdot \omega_p,$$

де  $m$  - маса дебалансів 10, 26, 22 і 28;  $e$  - ексцентриситет цих дебалансів, що являє собою відстань від осей приводних валів до центрів мас відповідних дебалансів.

В загальному випадку амплітуда циклічної вимушуючої сили, що генерується на кожному з приводних валів запропонованого керованого віброзбуджувача рівна векторній сумі відцентрових сил  $\vec{F}_C = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ , або за правилом паралелограма:

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

Вимушуючі сили  $F_{C1}$  та  $F_{C2}$ , що генеруються на кожному з приводних валів керованого віброзбуджувача є відцентровими, мають однакову величину і постійно синхронно обертаються навколо осей приводних валів назустріч одна одній. При цьому, в окремі моменти часу, вони можуть збігатись за напрямом, як це показано на фіг. 2 а, тоді сумарна вимушуюча сила всього віброприводу буде рівною:

$$F_{CII} = F_{C1} + F_{C2} = 2 F_C$$

В інші моменти часу, вони можуть мати зустрічний напрям і взаємно послаблювати одна одну, як це показано на фіг. 2 б, тоді сумарна вимушуюча сила всього віброприводу буде рівною:

$$F_{CII} = F_{C1} + F_{C2} = 0$$

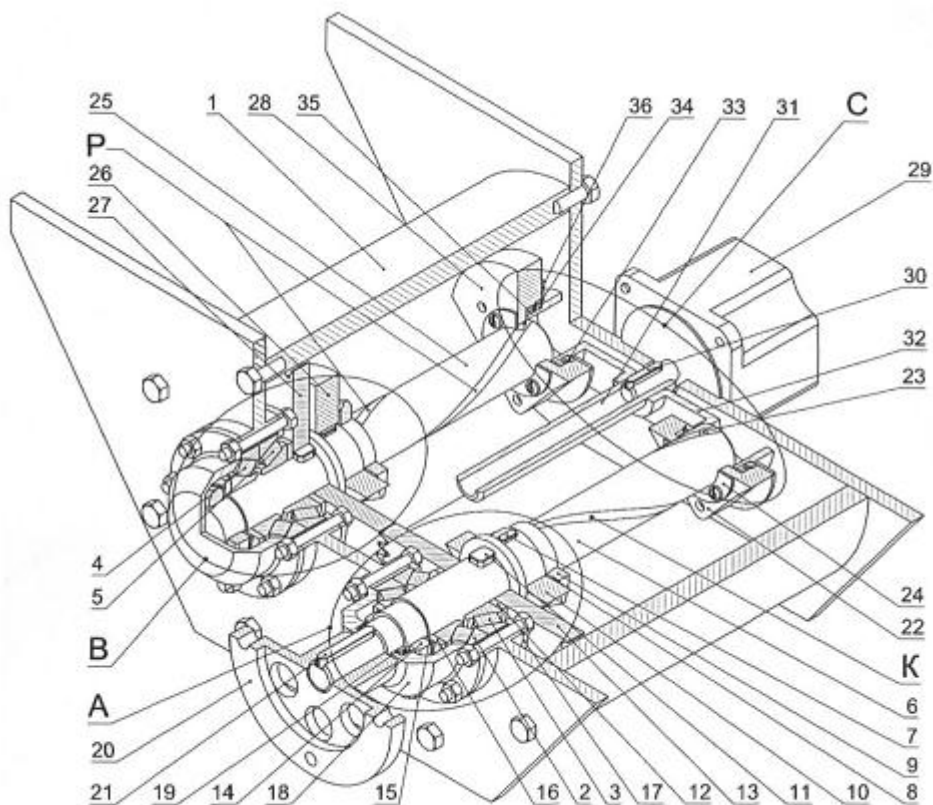
Збігатись за напрямом і взаємно підсилювати одна одну ці сили будуть лише у тому випадку, коли вони будуть направлені перпендикулярно до площини, що проходить через осі приводних валів 6 і 25. Повністю взаємно компенсувати одна одну вони будуть лише у тому випадку, коли вони будуть лежати у площині, що проходить через осі приводних валів 6 і 25. У проміжні між цими моменти часу, складові вимушуючі сил, що виникають на кожному з приводних валів, які направлені перпендикулярно до площини, що проходить через осі приводних валів 6 і 25, будуть сумуватись, а складові вимушуючі сил, що виникають на кожному з приводних валів, які паралельні площині, що проходить через осі цих валів, будуть мати зустрічний напрям і взаємно компенсувати одні одних.

Отже результуюча вимушуюча сила, що генерується віброприводом, не обертається і є (лінійною) направленою вздовж перпендикуляра до площини, що проходить через осі приводних валів. Тому такий привод поставлений на вібромашини збуджуватиме лінійні (направлені) коливання їхніх робочих органів, що за певних умов сприятиме виникненню явища вібротранспортування.

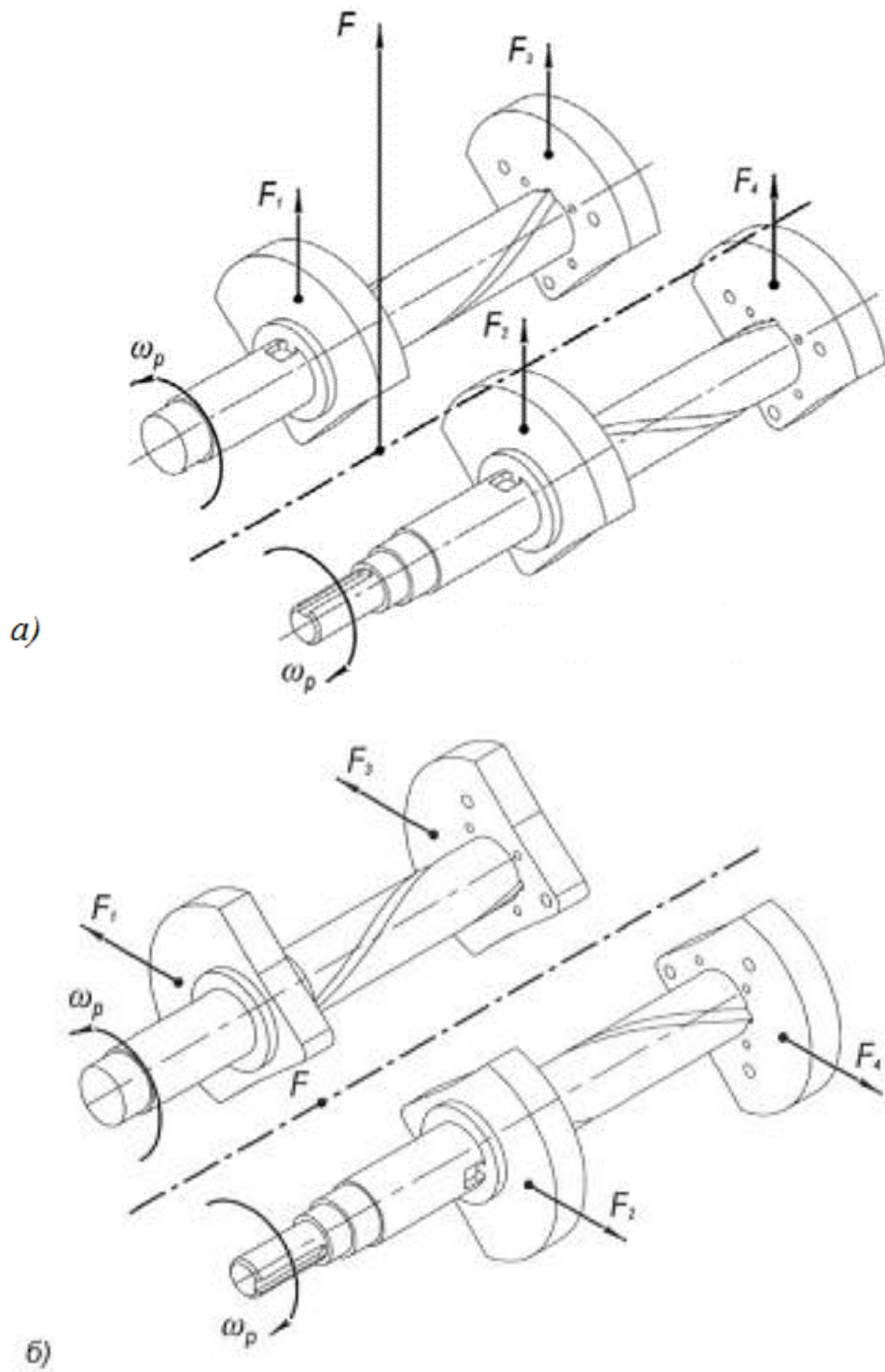
Змінюючи частоту обертів  $\omega_p \pm \Delta\omega$  приводного електродвигуна, що кінематично зв'язаний із муфтою 20 та величину амплітуди циклічних вимушуючих сил (шляхом зміни кута повороту  $\alpha$  вала крокового двигуна 29, а отже - кута між центрами мас рухомих та нерухомих дебалансів  $\beta$  у кожній парі на приводних валах) можна автоматичному режимі одночасно та роздільно керувати двома параметрами вібрації, амплітудою і частотою лінійних коливань робочих органів вібротригунів у широких межах.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10 Керований вібропривод напрямленої дії зі спареними дебалансами, що складається із корпусу, в якому на підшипниках встановлено приводний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомих 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 шпонок, розміщених в канавках приводного вала та зв'язаних з рухомих дебалансом, і тяги, зв'язаної із рухомих дебалансом через підшипник, який **відрізняється** тим, що вібропривод містить два приводних вали з розміщеними на них нерухомими і рухомих дебалансами та механізмами регулювання положення рухомих дебалансів, причому приводні вали встановлені у спільному корпусі і зв'язані між собою через встановлені на них зубчаті колеса, а тяга виконана у вигляді втулки із внутрішньою різьбою і через підшипники зв'язана із двома рухомих дебалансами, тяга встановлена на різьбовій поверхні приводного стакана, що жорстко закріплений на валу крокового двигуна.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601