



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108179** (13) **C2**  
(51) МПК

**B24B 31/073** (2006.01)

**B06B 1/16** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2014 03220</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>31.03.2014</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.03.2015</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.06.2014, Бюл.№ 11</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.03.2015, Бюл.№ 6</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Ярошенко Леонід Вікторович (UA), Чубик Роман Васильович (UA), Мокрицький Роман Богданович (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: UA 104108 C2, 25.12.2013 UA 84565 U, 25.10.2013 SU 1593923 A1, 23.09.1990 RU 2073597 C1, 20.02.1997 US 5803800 A, 08.09.1998 GB 1402212 A, 06.08.1975</p> <p>Бабичев А.П., Зеленцов Л.К., Самодумский Ю.М. Конструирование и эксплуатация вибрационных станков для обработки деталей. - Издательство Ростовского университета, 1981, - С. 118-119, рис. 4.3, 4.4.</p>
---	--

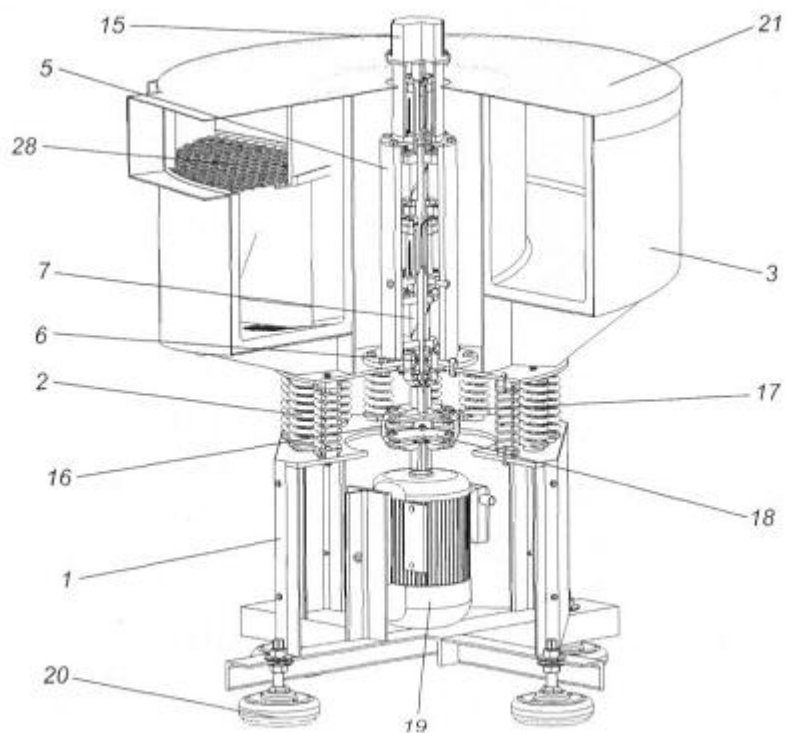
**(54) КЕРОВАНА ВІБРАЦІЙНА МАШИНА ЗІ СПІРАЛЬНОЮ РОБОЧОЮ КАМЕРОЮ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до вібраційної обробки деталей в машинобудівній промисловості і може бути використаний для видалення нагару, заокруглень гострих кромки, декоративного шліфування, полірування та оздоблювально-зміцнюючої обробки деталей. Керована вібраційна машина містить спіральну робочу камеру, що спирається за допомогою гвинтових пружин на основу, всередині робочої камери, у її центрі, розміщено інерційний вібратор, вертикальний вал з двома парами дебалансів, який приводиться в обертання через еластичну муфту від електродвигуна, у якій на вертикальному валу вібратора, вісь якого збігається із віссю спіральної робочої камери, встановлено верхню та нижню пари дебалансів, в кожній з яких є нерухомий дебаланс і рухомий дебаланс, що оснащений механізмом регулювання його положення на вертикальному валу вібратора, а біля кожного із нерухомих дебалансів верхньої та нижньої пари від верхньої сторони вертикального вала вібратора виконано по дві діаметрально протилежно зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, у канавках розміщені шпонки, на яких встановлюються рухомі дебаланси, причому рухомі дебаланси верхньої та нижньої пари дебалансів за допомогою штанги, яка розміщена у пустотілій ділянці вертикального вала вібратора, через пази на пустотілій ділянці вертикального вала вібратора кінематично зв'язані із механізмом перетворення руху, що розташований над вертикальним валом вібратора і виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, який перетворює обертний рух вала крокового двигуна, який розташований над механізмом перетворення руху у поступальний

UA 108179 C2

рух штанги, у свою чергу, вертикальний вал вібратора знизу через еластичну муфту з'єднаний із приводним електродвигуном, що жорстко закріплений до основи. Технічний результат: керований вібратор керованої вібраційної машини зі спіральною робочою камерою дозволяє оперативно під час технологічного процесу об'ємної віброабразивної обробки деталей керувати роздільно двома динамічними параметрами коливань спіральної робочої камери (амплітудою та частотою її коливань) для забезпечення заданого технологічно оптимального впливу робочого середовища на оброблювані деталі, зменшити енергоємність та розширити технологічні можливості керованої вібраційної машини.



Фиг. 1

Винахід стосується вібраційної обробки деталей в машинобудівній промисловості і може бути використаний для видалення нагару, заокруглень гострих кромки, декоративного шліфування, полірування та оздоблювально-зміцнювальної обробки деталей.

Відома вібраційна машина зі спіральною робочою камерою (Бабишев А.П., Зеленцов Л.К., Самодумский Ю.М. Конструирование и эксплуатация вибрационных станков для обработки деталей. - Издательство Ростовского университета, 1981. - 160 с. - С. 118-119, рис. 4.3-4.4), яка містить (торовидно-гвинтову) спіральну робочу камеру, що спирається з допомогою гвинтових пружин на основу, всередині робочої камери у її центрі, розміщено інерційний вібратор, вертикальний вал з двома парами дебалансів, якого приводиться в обертання через еластичну муфту від електродвигуна.

Недоліком даної вібраційної машини є відсутність можливості оперативної у ході віброобробки деталей роздільно керувати частотою та амплітудою коливань спіральної робочої камери, при зміні маси завантаження робочої камери деталями та робочим середовищем.

В основу винаходу поставлено задачу у вібраційній машині зі спіральною робочою камерою, шляхом встановлення на вертикальному валу вібратора верхньої та нижньої пари дебалансів, в кожній з яких є нерухомі і рухомі дебаланси, що оснащені механізмами регулювання їхнього положення відносно нерухомих дебалансів і мають спільний привод від серводвигуна з гвинтовою передачею, забезпечити точність і синхронність встановлення положення між рухомими на нерухомих дебалансами у кожній парі та можливість роздільного керування частотою та амплітудою відцентрових вимушуваних сил дебалансного інерційного вібратора у ході роботи вібраційних машин і таким чином розширити їхні технологічні можливості.

Поставлена задача досягається тим, що у вібраційній машині зі спіральною робочою камерою, яка містить спіральну робочу камеру, що спирається за допомогою гвинтових пружин на основу, всередині робочої камери, у її центрі, розміщено інерційний вібратор, вертикальний вал з двома парами дебалансів, якого приводиться в обертання через еластичну муфту від електродвигуна, згідно з винаходом, на вертикальному валу вібратора, вісь якого збігається із віссю робочої камери, встановлено верхню та нижню пари дебалансів, в кожній парі дебалансів є нерухомий дебаланс і рухомий дебаланс, який оснащено механізмом регулювання положення рухомого дебалансу, на вертикальному валу вібратора, біля кожного із нерухомих дебалансів верхньої та нижньої пари від верхньої сторони вертикального вала вібратора виконано по дві діаметрально протилежно зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, механізм регулювання положення рухомого дебалансу верхньої та нижньої пари дебалансів виконаний у вигляді шпонок, які розміщені в зустрічно напрямлених діаметрально протилежних канавках та є зв'язаними із рухомими дебалансами верхньої та нижньої пар дебалансів, за допомогою штанги, яка розміщена у пустотілій ділянці вертикального вала вібратора, через пази, що виконані на пустотілій ділянці вертикального вала вібратора і напрямлені вздовж осі вертикального вала вібратора, рухомий дебаланс нижньої пари дебалансів кінематично зв'язаний із верхнім рухомих дебалансом та механізмом перетворення руху, що розташований над вертикальним валом вібратора і складається з передачі гвинт-гайка та крокового двигуна.

На фіг. 1 зображено керовану вібраційну машину зі спіральною робочою камерою у розрізі, на фіг. 2 зображено будову керованого інерційного вібратора спіральної робочої камери, а на фіг. 3 - будову механізму автоматизованого вивантаження деталей зі спіральної робочої камери.

Керована вібраційна машина зі спіральною робочою камерою містить основу 1, на якій за допомогою пружних елементів 2, що рівномірно розподілені по колу, встановлено спіральну робочу камеру 3 з розташованим всередині керованим вібратором. Корпус вібратора 5 закріплений у центрі спіральної робочої камери 3 співвісно з нею. У корпусі вібратора 5 на підшипниках 6 встановлено вертикальний вал 7 з рухомими 8 і 9 та нерухомими 10 і 11 дебалансами. Причому, нерухомі дебаланси 10 і 11 встановлені таким чином, щоб між площинами, які проходять через їх центри мас і вісь вертикального вала 7, утворювався кут їх взаємного розвороту  $\alpha$  величиною у  $60-120^\circ$ . Рухомий 8 та нерухомий 10 дебаланси утворюють верхню пару дебалансів, а рухомий 9 та нерухомий 11 - нижню пару дебалансів. Біля кожного із нерухомих дебалансів 10 та 11 із верхньої сторони вертикального вала 7 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки K1 та K2, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта. Механізм регулювання положення рухомих дебалансів виконаний у вигляді шарикових шпонок 12, які розміщені в зустрічно напрямлених діаметрально протилежних канавках А та Б та є зв'язаними із рухомими дебалансами верхньої 8 та нижньої 9 пар дебалансів. За допомогою штанги 13, яка розміщена у пустотілій ділянці вертикального вала 7 через пази П1, рухомий дебаланс 9 зв'язаний із верхнім рухомих дебалансом 8 та

механізмом перетворення руху 14. Механізм перетворення руху 14 складається з передачі гвинт-гайка, яка приводиться в обертовий рух від крокового двигуна 15, і призначений для перетворення обертового руху вала крокового двигуна 15 у поступальний рух штанги 13. Механізм перетворення руху 14 із однієї сторони кінематично з'єднаний із валом крокового  
5 двигуна 13, а з іншого боку безпосередньо кінематично з'єднаний із верхнім рухомим дебалансом 8 та через штангу 13, яка розміщена у пустотілії ділянці вертикального вала 7 із нижнім рухомим дебалансом 9. Вертикальний вал 7 через еластичні елементи 16 та півмуфти 17 і 18 з'єднаний з приводним асинхронним електродвигуном 19. Приводний електродвигун 19 кріпиться до основи 1 із можливістю фіксації необхідного його осевого положення у  
10 вертикальному напрямі. Основа 1 спирається на чотири віброопори 20. Спіральна робоча камера 3 зверху закрита шумопоглинальною кришкою 21 із дверцятами 22, через які завантажуються оброблювані деталі. Механізм сепарації (відділення оброблюваних деталей від робочого середовища) встановлюється у верхній ділянці спіралі робочої камери 3 і містить поворотний місток 23, що кріпиться до поворотної осі 24, яка через важіль 25 і тягу 26 з'єднується з пневмоциліндром 27. Механізм сепарації містить також деку з отворами 28, що  
15 закріплена у спіральній робочій камері 3 горизонтально, на рівні поворотної осі 24 таким чином, щоб між декою із отворами 28 та поворотним містком 23 у крайньому положенні, не було просипання робочого середовища. В кінці деки із отворами 28 знаходиться вивантажувальний лоток 29.

Керована вібраційна машина зі спіральною робочою камерою працює таким чином. При включенні приводного електродвигуна 19, обертовий рух через еластичні елементи 16 та півмуфти 17 і 18 передається на вертикальний вал 7 з дебалансами 8-11, що призводить до виникнення системи двох взаємно нерухомих обертових відцентрових сил, які утворюють обертовий динамічний гвинт, у якому площина дії результуючого моменту відцентрових сил  
25 завжди лишається перпендикулярною до рівнодійної відцентрових сил. Під дією обертового динамічного гвинта генеруються складні просторові коливання спіральної робочої камери 3, які можна розглядати як суму двох коливань: поступальних коливань його центра мас по горизонтальній круговій траєкторії та кутових коливань навколо центра мас у вертикальній площині. При цьому кожна точка робочої поверхні спіральної робочої камери 3 коливається по  
30 траєкторії, яка має форму нахиленого під певним кутом до горизонтальної площини еліпса. Причому, точки поверхонь спіральної робочої камери 3, які лежать на концентричному із віссю вертикального вала 7 колі, здійснюють ці коливання із зсувом фаз одна відносно одної. Такі коливання точок поверхонь спіральної робочої камери 3 можна розглядати як розповсюдження вздовж її кінцевої осі квазіхвиль, що складаються із біжучих повздовжньої і поперечної  
35 квазіхвиль, що зсунуті одна відносно одної на  $90^\circ$ . Причому, хвилеві фронти обох квазіхвиль мають форму площин, які проходять через вісь вертикального вала 7, а довжина квазіхвиль рівна довжині концентричного із віссю вала 7 кола, вздовж якого вона розповсюджується. Частота коливань точок поверхонь спіральної робочої камери 3, при вимушених коливаннях у  
40 близькорезонансному режимі роботи вібраційної машини визначається частотою обертання вала приводного електродвигуна 19, яка має бути оптимальною із енергетичної точки зору (тобто частотою, що дозволяє забезпечувати та постійно підтримувати резонансний або близькорезонансний режими роботи вібраційної машини).

Оброблювані деталі разом з робочим середовищем завантажуються у спіральну робочу камеру 3 через дверцята 22 у шумопоглинальній кришці 21. Під дією просторових коливань  
45 спіральної робочої камери 3 виникає інтенсивне перемішування і вібротранспортування оброблюваних деталей та робочого середовища вздовж спіральної поверхні робочої камери 3. При цьому гранули робочого середовища та оброблювані деталі набувають достатній для здійснення роботи рівень кінетичної енергії; і в спіральній робочій камері 3 створюється  
50 максимальна різниця швидкостей між оброблюваними деталями та гранулами робочого середовища, а завдяки їхньому рівномірному та інтенсивному перемішуванню утворюється вільний доступ частинок робочого середовища до всіх оброблюваних поверхонь деталей, що забезпечує рівномірність і високу якість оздоблювально-зачисної обробки деталей частинками  
робочого середовища. Зміна частоти обертання приводного електродвигуна 19 дозволяє встановлювати та підтримувати енергетично вигідний резонансний режим роботи вібраційної  
55 машини при довільній (та змінній) масі завантаження спіральної робочої камери 3 деталями та робочим середовищем.

Для забезпечення заданої якості обробки деталей, протягом циклу віброабразивної обробки (який триває заданий із технологічної точки зору оптимальний час) деталі та середовище, що  
60 рухаються по спіральній траєкторії вздовж спіральної поверхні робочої камери 3, повинні весь час піддаватись вібраційному впливу, частота та амплітуда якого взаємопов'язані та чітко

визначені умовами реалізації заданого технологічного процесу. Керований вібратор для забезпечення енергетично вигідного близькорезонансного режиму роботи спіральної робочої камери 3 дозволяє регулювати частоту вібраційного впливу шляхом зміни частоти обертання приводного електродвигуна 19 протягом заданого часу віброабразивної обробки. Проте, щоб виконувалась та залишалась стабільною в часі задана питома робота, що виконується вібраційним полем спіральної робочої камери 3 відносно оброблюваної поверхні деталей, необхідно проводити корекцію амплітуди вимушуючої сили керованого вібратора. Для оперативної корекції амплітуди коливань спіральної робочої камери 3 шляхом зміни амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого вібратора в конструкції керованої вібраційної машини передбачено кроковий двигун 15, що кінематично з'єднаний із механізмом перетворення руху 14, який за допомогою передачі гвинт-гайка перетворює обертовий рух крокового двигуна 15 у поступальний рух верхнього рухомого дебалансу 8 та через штангу 13, що розміщена у пустотілій ділянці вертикального вала 7 у поступальний рух нижнього рухомого дебалансу 9. Завдяки тому, що рухомі дебаланси встановлені на шарикових шпонках 12, які розміщені в зустрічно напрямлених діаметрально протилежних канавках K1 та K2, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта та в нормальному перерізі мають форму півкруга, осьове переміщення рухомих дебалансів 8 і 9 супроводжується обертанням рухомих дебалансів навколо осі вертикального приводного вала 7. Обертання в кожній із двох пар рухомих дебалансів навколо осі вертикального приводного вала 6 призводить до зміни сумарного статичного моменту кожної пари дебалансів. Розташування нерухомого 11 та рухомого 9 дебалансів у нижній парі дебалансів та нерухомого 10 і рухомого 8 дебалансів у верхній парі дебалансів один напроти одного (під кутом  $180^\circ$ ) зумовить відсутність статичного моменту (мінімальний статичний момент) і як наслідок відсутність (мінімальну) амплітуду циклічної вимушуючої сили керованого вібратора при пуску вібраційної машини. Зведення нерухомого 11 та рухомого 9 дебалансів у нижній парі дебалансів та нерухомого 10 і рухомого 8 дебалансів у верхній парі дебалансів до купи (під кутом  $0^\circ$ ) зумовить максимальний статичний момент і відповідно максимальну амплітуду циклічної вимушуючої сили керованого вібратора. Завдяки тому, що кроковий двигун 15 здатний чітко втримувати заданий кут повороту у керованому вібраторі є можливість зводити та розводити дебаланси між собою для оперативного керування амплітудою коливань спіральної робочої камери 3 під час роботи вібраційної машини. Одночасне керування частотою та амплітудою коливань спіральної робочої камери 3 дозволить забезпечити мінімальні енергозатрати на вібропривод (завдяки резонансному режиму роботи) та оптимальні параметри технологічного процесу. Після завершення циклу віброобробки (заданого часу віброобробки) при оптимальних динамічних параметрах робочого органа (спіральної робочої камери 3) реалізація технологічного процесу припиняється і вмикається пневмоциліндр 27, який за допомогою тяги 26 важеля 25 та поворотної осі 24 опускає поворотний місток 23 у нижнє положення. В результаті чого оброблювані деталі разом з робочим середовищем, що протягом циклу віброобробки рухались по спіральній траєкторії вздовж спіральної поверхні робочої камери 3 починають підніматися по поворотному містку 23 та надходити на деку 28 із отворами та залишати керовану вібраційну машину через вивантажувальний лоток 29. Абразивне робоче середовище через отвори в деці 28 попадають на початок спіральної поверхні робочої камери 3. Після автоматичного вивантаження деталей керована вібраційна машина готова до завантаження нової порції оброблюваних деталей через дверцята 22 у шумопоглинальній кришці 21. Для нової завантаженої порції деталей (нової номенклатури деталей) керована вібраційна машина здатна шляхом корекції частоти циклічної вимушуючої сили керованого вібратора забезпечити мінімальні енергозатрати на віброабразивну обробку, а завдяки корекції амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого вібратора, задані технологічно оптимальні параметри процесу віброабразивної обробки.

50

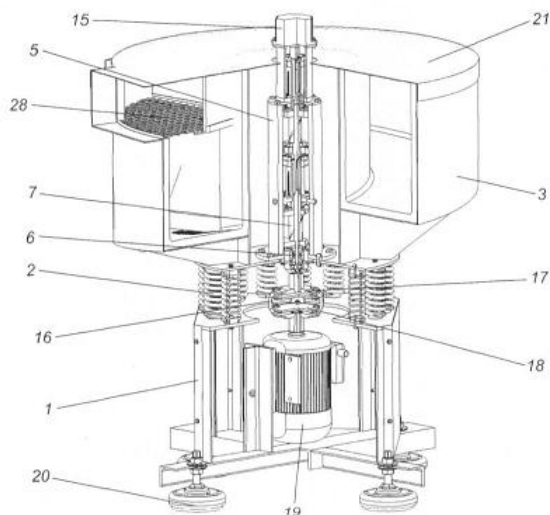
#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Керована вібраційна машина, яка містить спіральну робочу камеру, що спирається за допомогою гвинтових пружин на основу, всередині робочої камери у її центрі, розміщено інерційний вібратор, вертикальний вал з двома парами дебалансів, який приводиться в обертання через еластичну муфту від електродвигуна, яка **відрізняється** тим, що на вертикальному валу вібратора, вісь якого збігається із віссю спіральної робочої камери, встановлено верхню та нижню пари дебалансів, в кожній з яких є нерухомий дебаланс і рухомий дебаланс, що оснащений механізмом регулювання його положення на вертикальному валу вібратора, а біля кожного із нерухомих дебалансів верхньої та нижньої пари від верхньої сторони вертикального вала вібратора виконано по дві діаметрально протилежно зустрічно

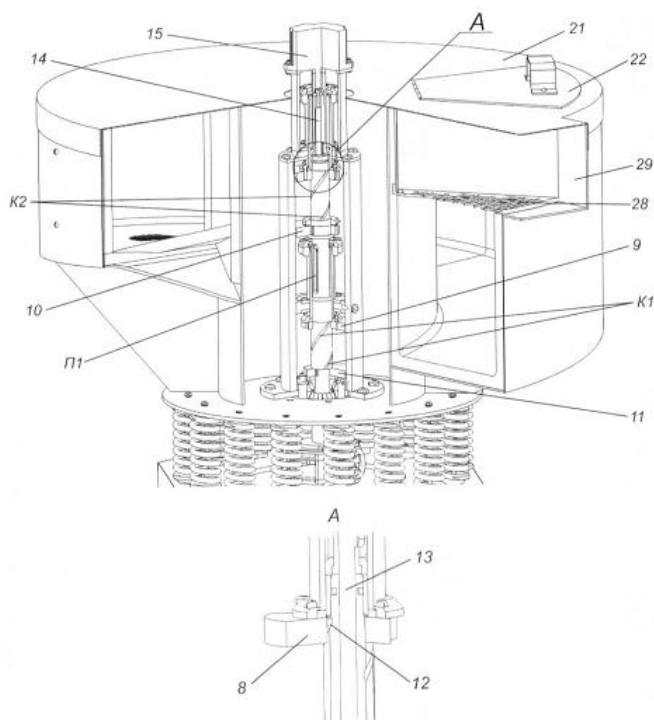
60

напрявлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, у канавках розміщені шпонки, на яких встановлено рухомі дебаланси, причому рухомі дебаланси верхньої та нижньої пари дебалансів за допомогою штанги, яка розміщена у пустотілій ділянці вертикального вала вібратора, через пази на пустотілій ділянці вертикального вала вібратора кінематично зв'язані із механізмом перетворення руху, що розташований над вертикальним валом вібратора і виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, який перетворює обертовий рух вала крокового двигуна, що розташований над механізмом перетворення руху, у поступальний рух штанги, у свою чергу вертикальний вал вібратора знизу через еластичну муфту з'єднаний із приводним електродвигуном, що жорстко закріплений на основі.

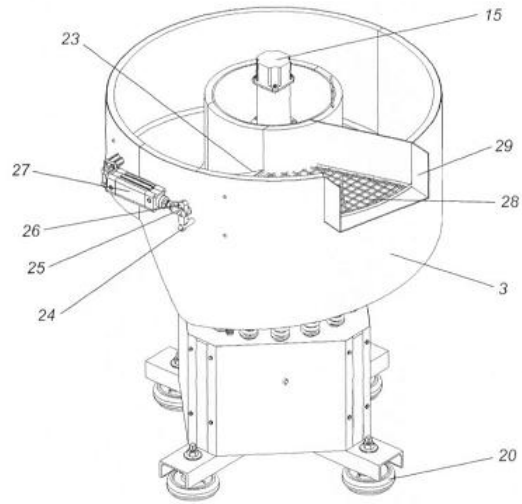
5



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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