

Винахід стосується вібраційної обробки деталей в машинобудівній промисловості і може бути використаний для видалення нагару, заокруглень гострих кромek, декоративного шліфування, полірування та поверхневого зміцнення деталей машин складної просторової форми.

Відомий пристрій [Пристрій для вібраційної обробки деталей: UA 35946 A, М. Кл., B24B31/06, Л.П. Середа, П.С. Берник, В.Г. Писаренко, Є.Ф. Боковий, Р.М. Горбатюк, (Україна). - №99052635; Опубл. 16.04.2001; Бюл. № 3, 3 ст.] для вібраційної обробки деталей, який містить пружно встановлений контейнер, обладнаний дебалансним вібробуджувачем і активатором у центральній його частині, що з'єднані між собою еластичними стінками, підвіска активатора здійснена за допомогою системи пружин, що мають заданий коефіцієнт жорсткості.

Цей пристрій в процесі реалізації вібраційної обробки передає малу величину імпульсів робочому середовищу.

Найбільш близький за своєю технічною суттю до запропонованого винаходу є пристрій [Пристрій для вібраційної обробки деталей: UA 32159 A, М. Кл., B24B31/06, П.С. Берник, Л.В. Ярошенко, Р.М. Горбатюк, (Україна). - №98126990; Опубл. 15.12.2000; Бюл. № 7, 3 ст.], що містить пружно встановлений контейнер, який здійснює коливний рух від дебалансного вібробуджувача і має розміщений у центральній частині по всій довжині контейнера активатор, що приводиться у коливний рух від окремого дебалансного вібробуджувача, при цьому контейнер і розміщений у центральній його частині по всій довжині активатор, з'єднані еластичними стінками та їх дебалансні вібробуджувачі кінематично зв'язані між собою, причому їх вали обертаються назустріч один одному.

Даний пристрій передає більшу величину імпульсів робочому середовищу завдяки тому, що розміщений у центральній частині по всій довжині контейнера активатор має додатковий дебаланс.

Однак, такий пристрій немає можливості керувати технологічними параметрами вібраційного поля контейнера при вібраційній обробці деталей та в нім існує складність конструктивного виконання кінематичного зв'язку у спареному дебалансному вібробуджувачі.

В основу винаходу поставлено задачу створити керований пристрій для віброабразивної обробки деталей, в якому за рахунок нового конструктивного виконання реалізовуватиметься роздільне (незалежне) керування амплітудою та частотою циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного вібробуджувача пружно встановленого контейнера та амплітудою і частотою циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного вібробуджувача, що забезпечує коливний рух активатора, розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера, і тим самим розширюватимуться його функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у керованому пристрої для віброабразивної обробки деталей, що містить пружно встановлений на рамі контейнер і розміщений у центральній частині по всій довжині контейнера активатор, контейнер і розміщений у центральній частині по всій довжині контейнера активатор з'єднані еластичними стінками, згідно з винаходом, додатково містить два керовані дебалансні вібробуджувачі, причому з боку контейнера встановлено перший керований дебалансний вібробуджувач з можливістю дистанційної зміни ексцентриситету центра мас рухомого і нерухомого дебалансів, що розташовані на валу, який із однієї сторони встановлено на двох конічних підшипниках у циліндричний корпус першого керованого дебалансного вібробуджувача із сторони двох конічних підшипників в сторону центра вала, на валу закріплено нерухомий дебаланс, а із протилежної сторони до двох конічних підшипників на валу виконано діаметрально протилежні дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі форму півкруга, у канавках розміщено кулькові шпонки, на яких встановлено рухомий дебаланс, рухомий дебаланс кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала першого керованого дебалансного вібробуджувача, механізм регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала першого керованого дебалансного вібробуджувача складається із перетворювача руху, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, яка перетворює обертовий рух вала першого крокового двигуна, котрий прикріплено до механізму регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала першого керованого дебалансного вібробуджувача у поступальний рух рухомого дебалансу вздовж осі вала першого керованого дебалансного вібробуджувача, вал керованого дебалансного вібробуджувача із сторони двох конічних підшипників через еластичну муфту з'єднано із електродвигуном, котрий прикріплено до рами, і другий керований дебалансний вібробуджувач з можливістю дистанційної зміни ексцентриситету центра мас рухомого і нерухомого дебалансів, що розташовані на валу активатора, який із однієї сторони встановлено на двох конічних підшипниках у циліндричний корпус розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера активатора, і з сторони двох конічних підшипників в сторону центра вала активатора на валу активатора закріплено нерухомий дебаланс, а із протилежної сторони до двох конічних підшипників на валу активатора виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі - форму півкруга, у канавках розміщено кулькові шпонки, на яких встановлено рухомий дебаланс, рухомий дебаланс кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала активатора, розміщеного у активаторі, механізм регулювання положення

рухомого дебалансу вздовж осі вала активатора складається із перетворювача руху, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, яка перетворює обертовий рух вала другого крокового двигуна, котрий прикріплено до механізму регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала активатора у поступальний рух рухомого дебалансу вздовж осі вала активатора, розміщеного у активаторі, вал активатора, що встановлений на двох конічних підшипниках у циліндричний корпус, розміщений у активаторі із сторони двох конічних підшипників через еластичну муфту, з'єднано із ще одним електродвигуном, котрий прикріплено до рами.

Таке конструктивне рішення керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей дозволяє роздільно (незалежно) керувати амплітудою та частотою циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного віброзбуджувача пружно встановленого контейнера та амплітудою і частотою циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного віброзбуджувача, що забезпечує коливний рух активатора, розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера. Запропоноване конструктивне рішення керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей також дозволить незалежно керувати напрямками обертання валів у керованих дебалансних віброзбуджувачах пружно встановленого контейнера та розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера активатора. Керування частотою та амплітудою коливань керованих дебалансних віброзбуджувачів дозволить забезпечувати та підтримувати на заданому, і з технологічної точки зору, оптимальному рівні, параметри вібраційного поля у пружно встановленому контейнері протягом усього циклу віброабразивної обробки деталей. Керування напрямками обертання валів у керованих дебалансних віброзбуджувачах, пружно встановленого контейнера та розміщеного у його центральній частині активатора, дозволить керувати траєкторією руху деталей та (оброблюваного) робочого середовища у пружно встановленому контейнері протягом усього циклу віброабразивної обробки деталей.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд запропонованого керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей (вигляд із сторони першого керованого дебалансного віброзбуджувача), на фіг. 2 зображено загальний вигляд запропонованого керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей (вигляд із сторони контейнера), на фіг. 3 зображено внутрішню будову контейнера із розміщеним у його центральній частині по всій його довжині активатором та внутрішню будову другого керованого дебалансного віброзбуджувача, на фіг. 4 зображено внутрішню будову першого керованого дебалансного віброзбуджувача запропонованого керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей, де: 1- контейнер, 2 - рама, 3 - вал керованого дебалансного віброзбуджувача, 4 - перший керований дебалансний віброзбуджувач, 5 - дебаланс (нерухомий), 6 - еластична муфта, 7 - електродвигун, 8 - пружини, 9 - активатор, 10 - вал активатора, 11 - другий керований дебалансний віброзбуджувач, 12 - конічні підшипники, 13 - еластична муфта, 14 - електродвигун, 15 - дебаланс (рухомий), 16 - еластичні стінки, 17 - завантажувальна горловина, 18 - пружини, 19 - кулькові шпонки, 20 - конічні підшипники, 21 - механізм регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала керованого дебалансного віброзбуджувача, 22 - перетворювач руху, 23 - перший кроковий двигун, 24 - дебаланс (нерухомий), 25 - кулькові шпонки, 26 - дебаланс (рухомий), 27 - механізм регулювання положення рухомого дебалансу вздовж осі вала активатора, 28 - перетворювач руху, 29 - другий кроковий двигун, 30 - вивантажувальна горловина, K1 - виконані на валу першого керованого дебалансного віброзбуджувача діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі - форму півкола, K2 - виконані на валу активатора діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі - форму півкола.

Керований пристрій для віброабразивної обробки деталей (фіг. 1 та фіг. 2) складається із рами 2, на якій пружно встановлено на пружинах 18 контейнер 1. З боку контейнера 1 розміщений вал 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4, у якого є можливість дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас дебалансів 5 та 15 за рахунок кута $\beta \pm \Delta\beta$ між ними. Вал 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 через еластичну муфту 6 з'єднано із електродвигуном 7. Вал 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 встановлений у корпус першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 на конічних підшипниках 12. На валу 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 жорстко закріплений нерухомий дебаланс 5, а із протилежної сторони до підшипників 12 на валу 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки K1, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, і в нормальному перерізі - форму півкола. У канавках розміщено кулькові шпонки 19, на яких встановлено рухомий дебаланс 15. Рухомий дебаланс 15 кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення 21 рухомого дебалансу 15 вздовж осі вала 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4. Механізм регулювання положення 21 рухомого дебалансу 15 вздовж осі вала 3 першого керованого дебалансного віброзбуджувача складається із перетворювача руху 22, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, яка перетворює обертовий рух вала першого крокового двигуна (або сервоприводу), що кріпиться до механізму регулювання положення 21 у поступальний рух рухомого дебалансу 15 вздовж осі вала 3 першого керованого дебалансного

вібробуджувача.

В центральній частині контейнера 1 встановлено на пружинах 8 активатор 9, в який вмонтовано другий керований дебалансний вібробуджувач 11. У центральній частині активатора 9 вздовж його осі на конічних підшипниках 20 встановлений вал активатора 10. Вал активатора 10 через еластичну муфту 13 з'єднано із електродвигуном 14. На валу активатора 10 жорстко закріплений нерухомий дебаланс 24, а із протилежної сторони до підшипників 20 на валу активатора 10 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки K2, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкруга. У канавках розміщено кулькові шпонки 25, на яких встановлено рухомий дебаланс 26. Рухомий дебаланс 26 кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення 27 рухомого дебалансу 26 вздовж осі вала активатора 10. Механізм регулювання положення 27 рухомого дебалансу 26 вздовж осі вала активатора 10 складається із перетворювача руху 28, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка, яка перетворює обертовий рух вала другого крокового двигуна (або сервоприводу) 29, що кріпиться до механізму регулювання положення 27 у поступальний рух рухомого дебалансу 26 вздовж осі вала активатора 10. Активатор 9 з'єднано із контейнером 1 за допомогою еластичних стінок 16. Зверху контейнера 1 заходиться завантажувальна горловина 17, а знизу вивантажувальна горловина 30.

Керований пристрій для віброабразивної обробки деталей працює наступним чином. Оброблювані деталі із робочим середовищем через горловину 17 завантажуються в контейнер 1. Перед запуском керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей дебаланси 5 та 15 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 і дебаланси 24 та 26 другого керованого дебалансного вібробуджувача 11 знаходяться в діаметрально протилежному положенні, тобто кут між їхніми центрами мас становить $\beta=180^\circ$. Тому сумарні статичні моменти дебалансів 5 та 15 і дебалансів 24 та 26 відносно центральних осей їхніх валів, відповідно, 3 та 10 рівні нулю. В момент запуску керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей із частотою роботи ω електродвигуни 7 та 14 передають крутні моменти до еластичних муфт 6 та 13 і вал 3 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вал активатора 10 пружно встановленого активатора 9 починають обертатись із частотою ω , яка є технологічно оптимальною для реалізації своїх функцій керованим пристроєм для віброабразивної обробки деталей. Після виходу керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей на заданий режим роботи по ω частоті коливань його циклічної вимушуючої сили F ($F=F\cdot\sin(\omega\cdot t)$), система керування роботою (не показана на фігурах) починає виводити F амплітуду циклічної вимушуючої сили на задане технологічно оптимальне значення, яке визначається оператором даного пристрою. Виведення амплітуди F циклічних вимушуючих сил першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та другого керованого дебалансний вібробуджувач 11 (та керування ними в процесі віброабразивної обробки $F\pm\Delta F$) проводиться системою керування на основі промислового мікроконтролера через два ідентичні контури системи керування: одноосьовий модуль позиціонування, кабель, сервопідсилювач, сервопривод - шляхом виведення заданих кількостей імпульсів для забезпечення певних кутів поворотів валів двох крокових двигунів (або сервоприводів) першого крокового двигуна 23 та другого крокового двигуна 29. В результаті команди від системи керування крокові двигуни 23 і 29 повертають свої вали на заданий кут α (значення величини кута повороту α вала сервоприводу обмежень немає, тобто може бути як більшим за 360° , так і меншим за 360° , і визначається лише кількістю імпульсів та кутовим кроком самого сервоприводу. Ще однією особливістю сервоприводу є те, що він має здатність утримувати заданий кут повороту в часі і тим самим забезпечувати заданий ексцентриситет дебалансів в часі під час технологічного циклу віброобробки). Поворот валів на кут α першого крокового двигуна 23 та другого крокового двигуна 29 зумовить викручування (або закручування) у передачах гвинт-гайка перетворювачів руху 22 та 28, відповідно, механізму регулювання положення 21 рухомого дебалансу 15 вздовж осі вала першого керованого дебалансного вібробуджувача та механізму регулювання положення 27 рухомого дебалансу 26 вздовж осі вала активатора. Викручування (або закручування) у перетворювачах руху 22 та 28 зумовить рух рухомих дебалансів 15 та 26 вздовж основної осі вала 3 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вала активатора 10 пружно встановленого активатора 9. Завдяки кінематичному зв'язку рухомих дебалансів 15 та 26 із перетворювачами руху 22 та 28 вони можуть обертатись навколо основної осі валів 3 та 10 і переміщатись вздовж них. Перемішуючись вздовж основних осей валів 3 та 10, рухомі дебаланси 15 та 26 починають повертатись відносно їх центральних осей завдяки тому, що відбувається переміщення двох кулькових шпонок 19 та 25, котрі одночасно перебувають у двох пазах під шпонку на рухомих дебалансах 15 та 26 і у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках K1 та K2 вала 3 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вала активатора 10 пружно встановленого активатора 9. В результаті повороту рухомих дебалансів 15 та 26 навколо основних осей вала 3 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вала активатора 10 пружно встановленого активатора 9 змінюється сумарний статичний момент пари дебалансів 5 і 15 відносно центральної осі вала 3 першого керованого дебалансного вібробуджувача 4 та пари дебалансів 24 і 26 відносно центральної

осі вала активатора 10 пружно встановленого активатора 9. Зміна ексцентриситету призведе до зміни відцентрової циклічної вимушуючої сили F першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 та другого керованого дебалансного віброзбуджувача 11, що є основою пружно встановленого активатора 9. Відцентрова циклічна вимушуюча сила F першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 та другого керованого дебалансного віброзбуджувача 11 пружно встановленого активатора 9 визначається виразами $F = m \cdot e \cdot \omega^2$, де m - маса дебалансів, e - ексцентриситет дебалансів 5 і 15 відносно центральної осі вала 3 для першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4 і дебалансів 24 і 26 відносно центральної осі вала активатора 10 пружно встановленого активатора 9. Зміна динамічних параметрів вимушуючої циклічної сили першого керованого віброзбуджувача 4 та пружно встановленого активатора 9 буде безпосередньо впливати на технологічні характеристики керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей в процесі реалізації ним заданої технології обробки деталей, зокрема при: віброабразивній обробці (віброшліфування та віброполірування), віброзачистці (видалення облою, задирок; округлення кромek), віброзміцненні (підвищення мікротвердості; створення залишкових напружень), віброочистці (очистка заготовок і деталей від окалини, корозії; нагару), віброзмішуванні, вібраційному подрібненні (режим вібромлина). Згідно із досліджень, наведених у літературі, шари робочого середовища та деталей, котрі розміщені біля поверхні контейнера 1, переміщуються в напрямі, протилежному до напрямку обертання вала першого керованого дебалансного віброзбуджувача 4, а шари робочого середовища та деталей, котрі розміщені біля поверхні пружно встановленого активатора 9, переміщуються в напрямі, протилежному до напрямку обертання вала активатора 10 другого керованого дебалансного віброзбуджувача 11 пружно встановленого активатора 9, в результаті чого, шари робочого середовища та деталей, котрі розміщені біля поверхні контейнера 1, рухаються назустріч шарам робочого середовища та деталей, котрі розміщені біля поверхні пружно встановленого активатора 9. Такий характер руху робочого середовища та оброблюваних деталей активізує технологічний процес віброабразивної обробки деталей у пристрої за рахунок збільшення відносної взаємної швидкості переміщення гранул робочого середовища та оброблюваних деталей. Керуючи зміною повороту валів на кут α крокових двигунів 23 та 29, зміною частоти та напрямку обертання валів електродвигунів 7 і 14 можна в широких межах керувати амплітудою, частотою та траєкторією руху шарів робочого середовища та деталей, що розміщені в контейнері 1. Така конструкція керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей дозволяє забезпечити та підтримувати в часі протягом всього циклу віброабразивної обробки задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля у контейнері 1.

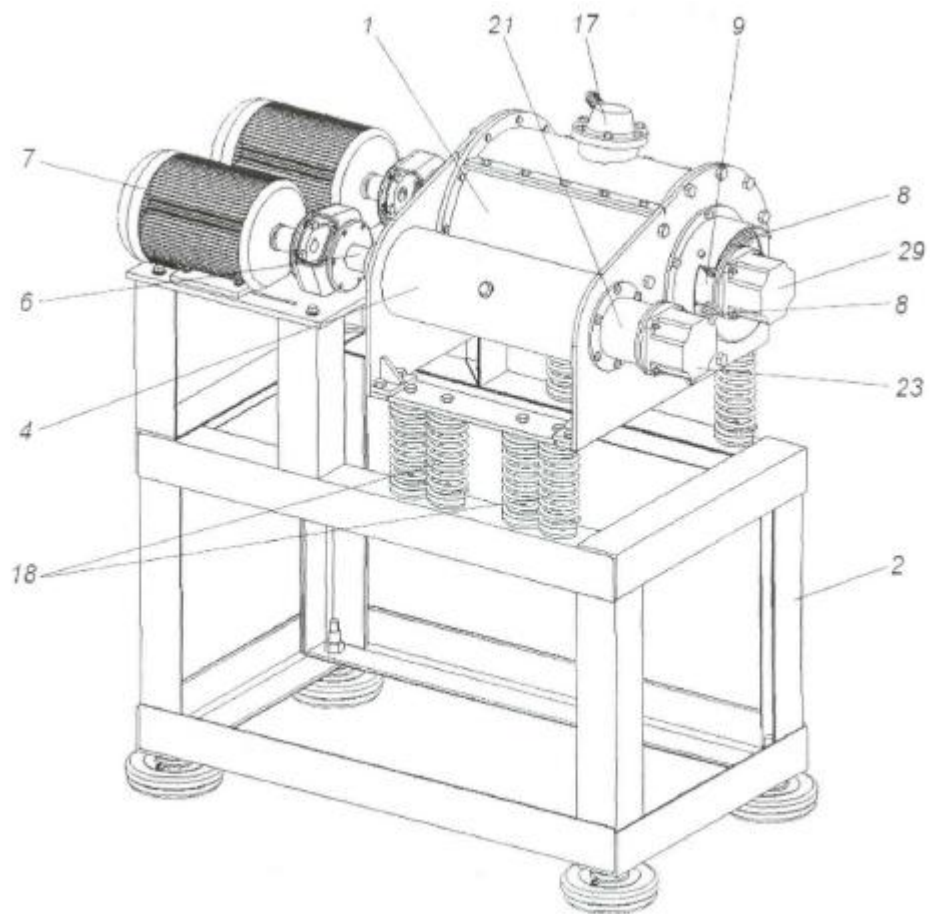


Fig. 1

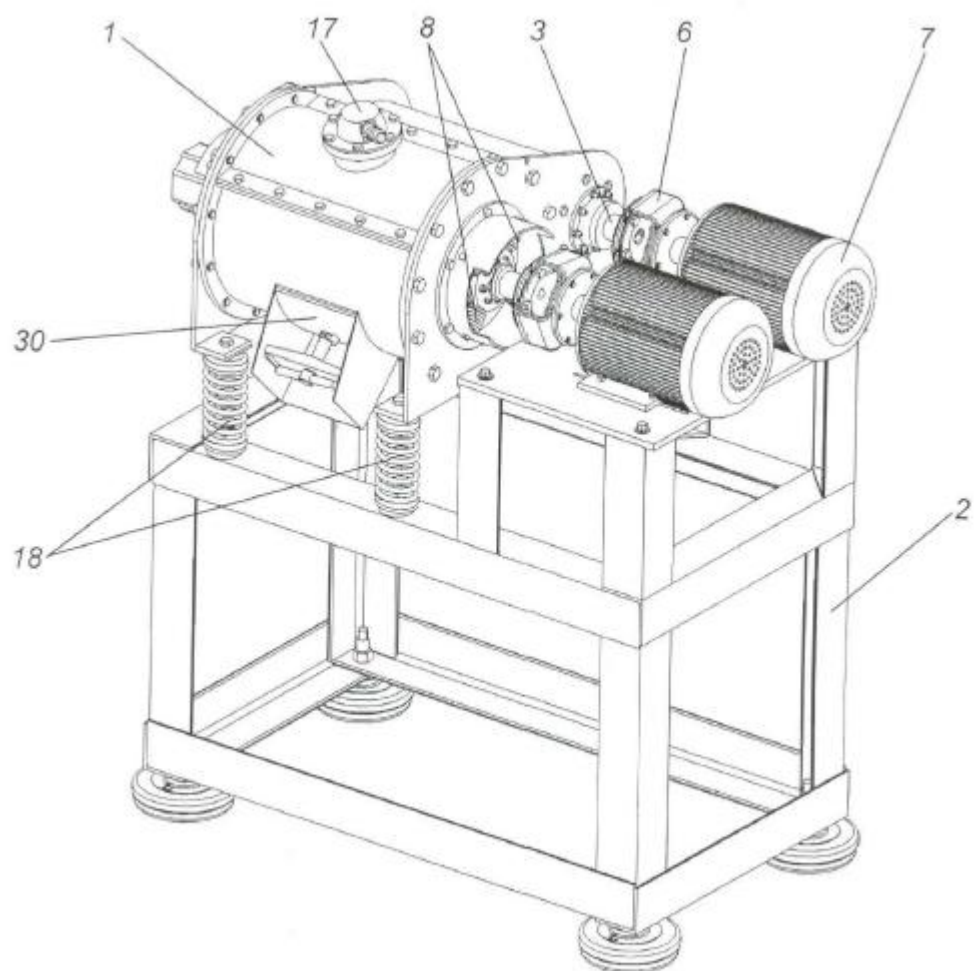


Fig. 2

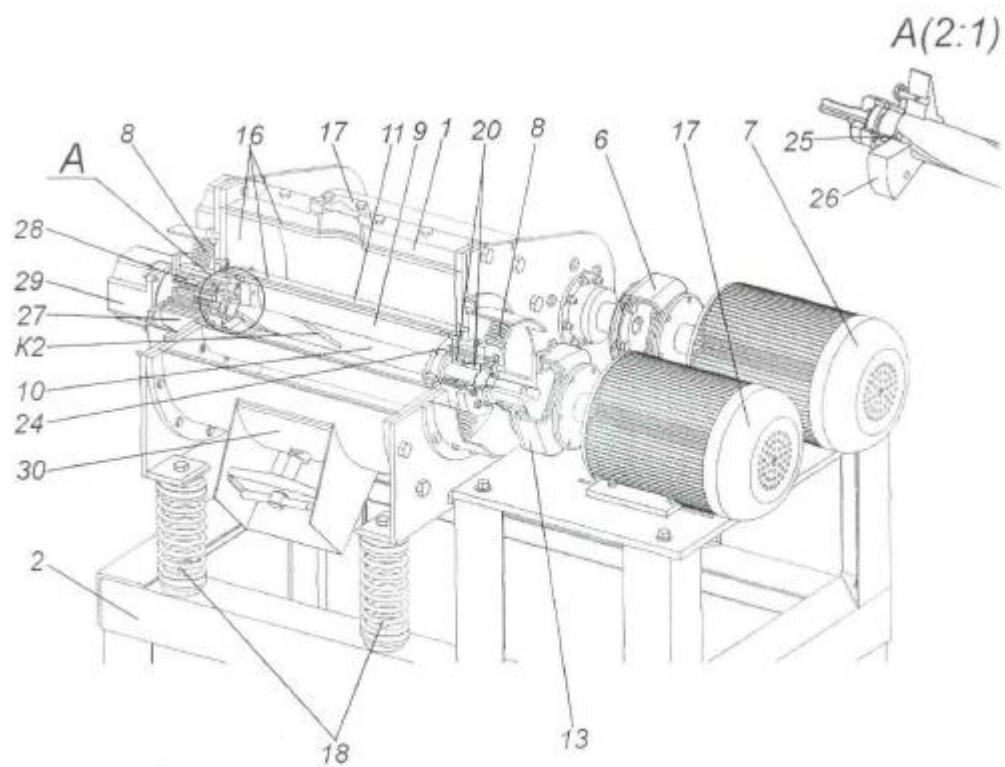


Fig. 3

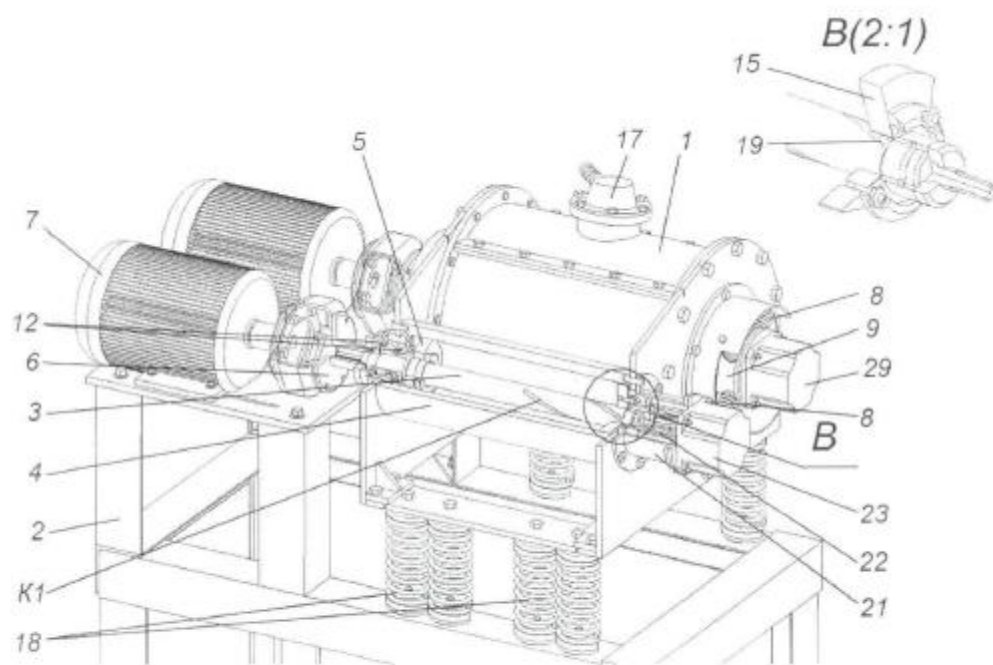


Fig. 4