



ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

*Чубик Роман Васильович к.т.н., доцент
Дрогобицький державний педагогічний університет*

Горбатюк Руслан Миколайович асистент

Борзов Ігор Генадійович студент

Вінницький національний аграрний університет

Chubyk R.

Drohobych State Pedagogical University

Gorbatyuk R.

Borzov I.

Vinnitsa National Agrarian University

Анотація: в статті представлено розроблену конструкцію пристрою для автоматизації процесу вібраційної абразивної обробки деталей сільськогосподарського та переробного обладнання при їх виготовленні та відновленні. Запропоновано конструктивне рішення пристрою для віброабразивної обробки деталей у автоматичному режимі, структурні елементи якого здатні забезпечувати і підтримувати на протязі технологічного циклу віброабразивної обробки на заданому оптимальному рівні енергетичні та динамічні параметри вібраційного поля контейнера.

Ключові слова: вібраційна обробка, автоматичний пристрій, енергоощадний привод.

Постановка проблеми

Для сучасної машинобудівної галузі характерною особливістю є випуск складних високоточних виробів, до складу яких досить часто входять деталі складної конфігурації, що потребують обробки у вигляді очищення зовнішніх і внутрішніх поверхонь від окалини, оксидів, бруду перед нанесенням покриттів фізико-хімічними методами або фарбуванням, безрозмірне шліфування або поверхневе зміцнення. На класичну обробку поверхонь подібних деталей витрачається вартісний інструмент або застосовуються шкідливі для довкілля методи хімічної очистки. Для вирішення цієї проблеми у промисловості, в основному використовують такі методи очищення: механічний (віброабразивна, просторова, піскоструменева обробки), фізичний (ультразвукова обробка, струменевий облив), хімічний (ополіскування синтетичними миючими засобами, обробка розчинноемульгуючими засобами), комбінований (фізико-хімічна, фізико-механічна обробки). Найпоширенішим є механічний метод (віброабразивна обробка), що характеризується універсальністю, малою енергоємністю, простотою утилізації відходів та легкістю забезпечення відповідності санітарним нормам. Найчастіше реалізується цей метод обробки на спеціальному вібраційному обладнанні із різними типами приводів з використанням одновісного вібронавантаження, що не забезпечує високу продуктивність обробки деталей складної конфігурації. Проведений у роботі [1] аналіз відомих способів механічної обробки виявив, що найефективнішою для обробки деталей складної конфігурації є просторова віброабразивна обробка. Проведений в роботах [2, 3] аналіз розвитку конструктивних схем вібраційних машин для оздоблювально-зміцнювальної віброобробки деталей показує, що найбільшого розвитку отримали вібромашини із дебалансним віброприводом який забезпечує складний еліпсоподібний просторовий рух робочого органу вібраційної технологічної машини. Реалізація вібраційних технологій вимагає забезпечення та підтримування динамічних параметрів робочого органу вібромашини на протязі циклу віброобробки у певних межах. У випадку із енергозберігаючими резонансними вібромашинами задача реалізації вібротехнології ускладнюється необхідністю реалізації ще одного додаткового контура керування для підтримування та забезпечування постійного резонансного режиму роботи вібромашини. Наявність двох контурів керування (оптимізації) [4] у вібраційних технологічних машинах із дебалансним віброприводом котрий забезпечує складний еліпсоподібний просторовий рух робочого органу дозволяє при мінімальних енергозатратах на вібропривод забезпечувати задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля у пустотілих робочих органах (бункерах, контейнерах). Автоматизація режиму віброабразивної обробки деталей є актуальним питанням тому, що дозволяє на принципово новому рівні вирішити поставлені задачі та реалізувати вимоги які ставить сучасне промислове виробництво перед вібраційною технікою та технологіями.

*Аналіз останніх досліджень*

Відомий пристрій [5] для віброабразивної обробки деталей, що складається із пружно встановленого контейнера котрий обладнано дебалансним віброприводом і пружно підвішеним тілом у центральній його частині, що з'єднані між собою еластичними стінками, підвіска тіла здійснена за допомогою системи пружин, що мають заданий коефіцієнт жорсткості. Недоліком вібраційних технологічних машин із конструкціями такого є мала величина імпульсів, що передаються робочому середовищу і як наслідок низька питома робота [6, 7] та питома потужність [6, 7] вібраційного поля у пустотілому робочому органі. Більш ефективнішими із точки зору надання кінетичної енергії дебалансним віброприводом робочому органу є конструктивні рішення вібромашин типу [8], що містить пружно встановлений контейнер, який здійснює коливний рух від дебалансного віброприводу і має розміщене у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановлене тіло, що приводиться у коливний рух від окремого дебалансного віброприводу, при цьому контейнер і розміщене у центральній його частині по всій довжині пружно встановлене тіло, з'єднані еластичними стінками та їх дебалансні віброприводи кінематично пов'язані між собою, при чому їх вали обертаються на зустріч один одному. Вібраційні технологічні машини такого типу [8] передають більшу величину імпульсів робочому середовищу завдяки тому, що розміщене у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановлене тіло має додатковий дебалансний активатор. Недоліком вібраційних технологічних машини такого типу є неможливість керування технологічними параметрами вібраційного поля контейнера при вібраційній обробці деталей та складність виконання кінематичного зв'язку у спареному дебалансному віброприводі. Для усунення недоліків у роботі вібраційних технологічних машин (із перспективним конструктивним рішенням типу [8]) пов'язаних із відсутністю керування динамічними параметрами робочого органу в процесі віброабразивної обробки та для розширення їх технологічних можливостей у роботах [9, 10] розроблено структурну електромеханічну модель вібромашини для адаптивної віброабразивної обробки деталей. Котра здатна реалізовувати мінімальні енергозатрати на вібропривод машини для віброабразивної обробки деталей завдяки забезпеченню і підтримуванию постійного резонансного режиму роботи робочої камери. При роботі в режимі мінімальних енергозатрат конструктивне рішення пристрою для віброабразивної обробки деталей дозволяє керувати енергією вібраційного поля (на резонансній частоті вібромашини) для забезпечення стабільного наперед заданого значення питомої роботи вібраційного поля контейнера. Що дозволяє при змінній (різній) масі завантаження робочої камери (контейнера) деталями отримувати заданий технологічний ефект (заданий клас шорсткості поверхні деталей при шліфуванні та поліруванні, задану величину зняття металу із поверхні деталі при знятті завусин та оздоблювально-зачисній обробці, задане зміцнення поверхні пластичним деформуванням і т.п.) при мінімальних енергозатратах.

В роботі [11] запропонована більш прогресивніше рішення вібраційної технологічної машини для віброабразивної обробки деталей у автоматичному режимі, яка дозволяє у автоматичному режимі: проводити адаптивне настроювання та підтримування у часі резонансного режиму роботи контейнера (пустотілого робочого органу) незалежно від маси його завантаження середовищем та деталями на протязі усього циклу віброобробки; проводити адаптивне настроювання та підтримування у часі заданого технологічно оптимального значення параметрів вібраційного поля (питомої роботи, питомої потужності) у пустотілому робочому органі завантаженого середовищем та деталями на протязі усього циклу віброобробки; проводити керування напрямом та формою траєкторії руху завантаженого середовища і деталей у пустотілому робочому органі по наперед визначеній користувачем (оператором) програмі на протязі усього циклу віброобробки. У комплексі дані три особливості конструкції автомату для віброабразивної обробки деталей дозволяють отримувати для деталей складної просторової форми заданий технологічний ефект (заданий клас шорсткості поверхні деталей при шліфуванні та поліруванні, задану величину зйому металу з поверхні деталі при знятті задирів та оздоблювально-зачисній обробці, задане зміцнення поверхні пластичним деформуванням) при мінімальних енергозатратах.

Огляд літератури [2, 3, 12] показує наявність широкого кола методів, засобів та систем керування для реалізації впливу на динамічні параметри вібраційного поля вібромашин. Проте стосовно вібраційних технологічних машин резонансного типу із перспективним [2, 3] конструктивним рішенням типу [8] на даному етапі не існує розробок котрі дозволяють інтегрувати потенційні можливості сучасних цифрових систем керування із динамічними параметрами (амплітудою та частотою циклічної вимушуючої сили) дебалансного віброприводу у вібраційних технологічних машинах із конструктивним рішенням типу [8].

Постановка задачі

Розробити конструктивне рішення пристрою для віброабразивної обробки деталей у



автоматичному режимі, структурні елементи якого здатні забезпечувати і підтримувати на протязі технологічного циклу віброабразивної обробки на заданому оптимальному рівні енергетичні та динамічні параметри робочого.

Виклад основного матеріалу

Запропонований керований пристрій для віброабразивної обробки деталей (рис. 1 та рис. 2) складається із рами 2 на якій пружно встановлено на пружинах 18 контейнер 1, який заповнюється робочим середовищем та оброблюваними деталями.

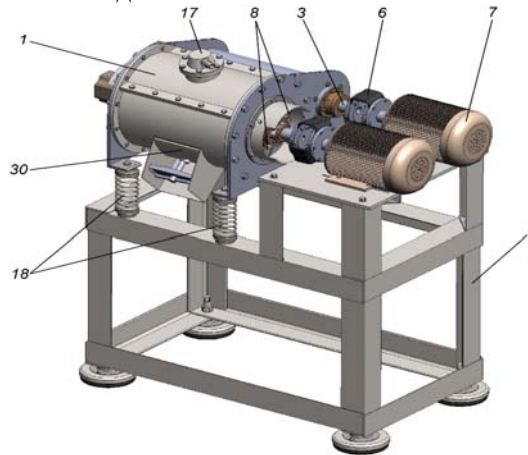


Рис. 1. Загальний вигляд запропонованого пристрою для віброабразивної обробки деталей у автоматичному режимі (вигляд із сторони керованого дебалансного вібробуджувача)

З боку контейнера 1 розміщений вал 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4, у якого є можливість [12] дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас дебалансів 5 та 15 за рахунок кута $\beta \pm \Delta_\beta$ між ними. Вал 3 через еластичну муфту 6 [13, 14] з'єднано із електродвигуном 7. Вал 3 встановлений у корпус керованого дебалансного вібробуджувача 4 на конічних підшипниках 12.

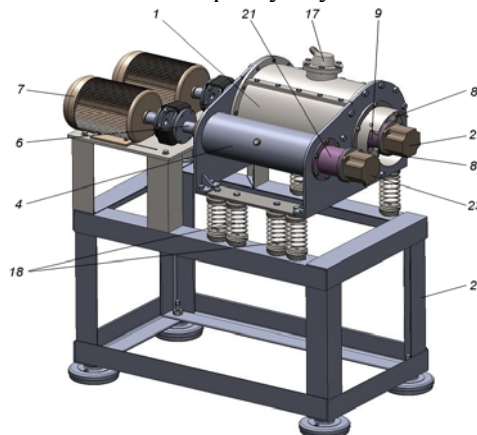


Рис. 2. Загальний вигляд запропонованого пристрою для віброабразивної обробки деталей у автоматичному режимі (вигляд із сторони контейнера)

На валу 3 жорстко закріплений нерухомий дебаланс 5, а із протилежної сторони до підшипників 12 на валу 3 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки К1, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкруга. У канавках розміщено шарики шпонки 19 на яких встановлено рухомий дебаланс 15. Рухомий дебаланс 15 кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення 21 рухомого дебалансу 15 вздовж осі валу 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4. Механізм регулювання положення 21 рухомого дебалансу 15 вздовж осі валу 3 складається із перетворювача руху 22, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка яка перетворює обертовий рух валу крокового двигуна (або сервоприводу) 23, що кріпиться до механізму регулювання положенням 21 у поступальний рух рухомого дебалансу 15 вздовж осі валу 3. В центральній частині контейнера 1 встановлено на пружинах 8 центральне тіло 9 (активатор), у центральній частині активатора 9 вздовж його осі на конічних підшипниках 20 встановлений вал 10. Вал 10 через еластичну муфту 10 [13, 14] з'єднано із електродвигуном 14. На



валу 10 жорстко закріплений нерухомий дебаланс 24, а із протилежної сторони до підшипників 20 на валу 10 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки К2, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта і в нормальному перерізі форму півкруга. У канавках розміщено кількові шпонки 25 на яких встановлено рухомий дебаланс 26. Рухомий дебаланс 26 кінематично з'єднаний із механізмом регулювання положення 27 рухомого дебалансу 26 вздовж осі валу 10. Механізм регулювання положення 27 рухомого дебалансу 26 вздовж осі валу 10 складається із перетворювача руху 28, що виконаний у вигляді передачі гвинт-гайка яка перетворює обертовий рух валу крокового двигуна (або сервоприводу) 29, що кріпиться до механізму регулювання положенням 27 у поступальний рух рухомого дебалансу 26 вздовж осі валу 10. Активатор 9 з'єднано із контейнером 1 за допомогою еластичних стінок 16. Зверху контейнера 1 заходиться завантажувальна горловина 17, а з низу вивантажувальна горловина 30.

Для початку циклу автоматизованої віброобробки деталі із певною сукупною довільною загальною масою разом із робочим середовищем через горловину 17 завантажуються в контейнер 1. Перед запуском керованого пристрою для віброабразивної обробки деталей дебаланси 5 та 15 керованого дебалансного вібробудувача 4 і дебаланси 24 та 26 активатора 9 знаходяться в діаметрально протилежному положенні (так само як у роботі [14]) тобто, кут між їхніми центрами мас становить $\beta = 180^\circ$. Їхні сумарні статичні моменти (5 та 15 і 24 та 26) відносно центральних осей їхніх валів 3 і 10 рівні нулю.

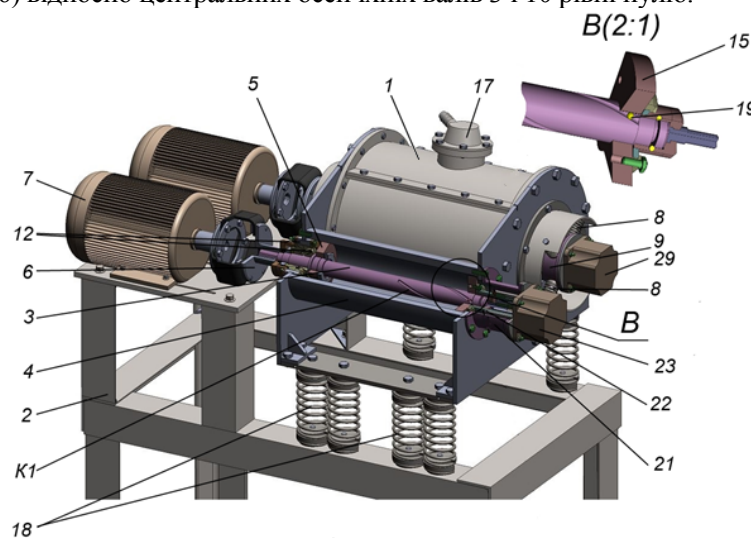


Рис. 3. Внутрішня будова керованого дебалансного вібробудувача запропонованого пристрою для віброабразивної обробки деталей у автоматичному режимі

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 керованого дебалансного вібробудувача 4 та валу 10 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 рисунках) починає виводити F амплітуду циклічної вимушуючої сили на задане технологічно оптимальне значення. Виведення амплітуди F циклічних вимушуючих сил керованого вібробудувача 4 та вібробудувача активатора 9 (та керування ними $F \pm \Delta F$) проводиться системою керування [16] 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 сервоприводів (або крокових двигунів) 23 і 29. В результаті команди від системи керування сервоприводи 23 і 29 повертають свої вали на заданий кут α (значення величини кута повороту α валу 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). Поворот валів на кут α сервоприводів 23 та 29 зумовить викручування (закручування) у передачах гвинт-гайка перетворювачів руху 22 та 28 механізмів регулювання положень 21 та 27 рухомих дебалансів 15 та 26. Викручування

(закручування) у перетворювачах руху 22 та 28 зумовить рух рухомих дебалансів 15 та 26 вздовж основної осі валу 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4 та валу 10 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.

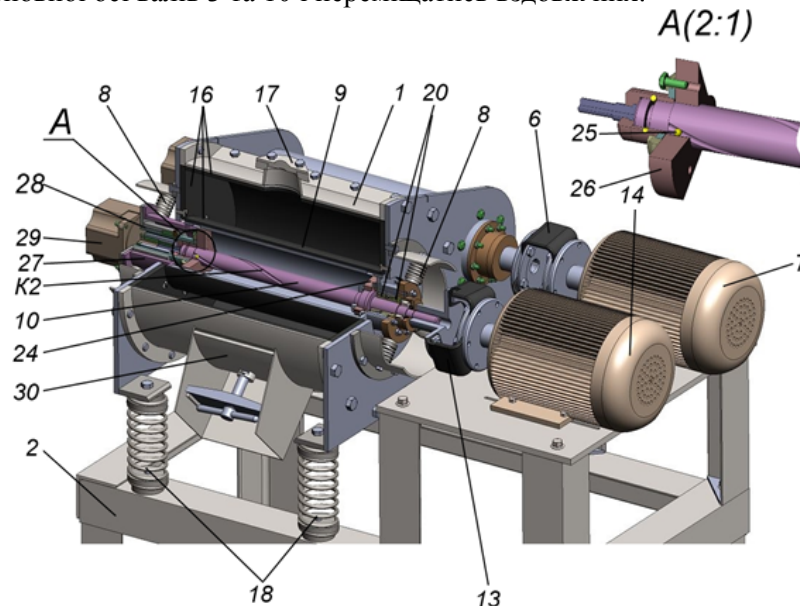


Рис. 4. Внутрішня будова контейнера із розміщеним у його центральній частині по всій довжині пружно встановленим тілом

Переміщуючись вздовж основних осей валів 3 та 10 рухомі дебаланси 15 та 26 починають повертатись відносно їх центральних осей (так само як у роботі [12]) завдяки тому, що відбувається переміщення двох шарикових 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 К1 та К2 валу 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4 та валу 10 активатора 9. В результаті повороту рухомих дебалансів 15 та 26 навколо основних осей валу 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4 та валу 10 активатора 9 змінюється сумарний статичний момент пари дебалансів 5 і 15 відносно центральної осі валу 3 керованого дебалансного вібробуджувача 4 та пари дебалансів 24 і 26 відносно центральної осі валу 10 активатора 9. Зміна ексцентриситету призведе до зміни відцентрової циклічної вимушуючої сили F керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вібробуджувача активатора 9. Відцентрова циклічна вимушуюча сила F керованого дебалансного вібробуджувача 4 та вібробуджувача активатора 9 визначається виразами $F = m \cdot e \cdot \omega$ де m - маса дебалансів, e - ексцентриситет дебалансів 5 і 15 відносно центральної осі валу 3 для керованого дебалансного вібробуджувача 4 і дебалансів 24 і 26 відносно центральної осі валу 10 активатора 9. Зміна динамічних параметрів вимушуючої циклічної сили керованого вібробуджувача 4 та активатора 9 буде безпосередньо впливати на технологічні характеристики керованого пристрою для віброобразивної обробки деталей в процесі реалізації ним заданої технології обробки деталей, зокрема при: віброобразивній обробці (віброшліфування та віброполірування), віброзачистці (видалення облою, заусенців; округлення кромки), віброзміцненні (підвищення мікротвердості; створення залишкових напружень), віброочищенні (очищення заготовок і деталей від окалини, корозії; нагару), віброзмішуванні, вібраційному подрібненні (режим віброглина). Згідно патенту [8] та згідно досліджень наведених у роботі [2, 3] шари робочого середовища та деталей котрі розміщені біля поверхні контейнера 1, переміщуються в напрямі протилежному до напрямку обертання вала керованого дебалансного вібробуджувача 4, а шари робочого середовища та деталей котрі розміщені біля поверхні центрального тіла 9 (активатора) переміщуються в напрямі протилежному до напрямку обертання вала 10 керованого дебалансного вібробуджувача активатора 9, в результаті чого, шари робочого середовища та деталей котрі розміщені біля поверхні контейнера 1, рухаються на зустріч шарам робочого середовища та деталей котрі розміщені біля поверхні центрального тіла 9 (активатора). Такий характер руху робочого середовища та оброблюваних деталей активізує технологічний процес віброобразивної обробки деталей у пристрої за рахунок збільшення відносної взаємної швидкості переміщення гранул робочого середовища та оброблюваних деталей. Керуючи зміною повороту валів на кут α сервоприводів 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 на протязі всього циклу віброабразивної обробки задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля у контейнері 1.

Висновок

Таке конструктивне рішення автоматизованого 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 розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановленого тіла. 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 на протязі усього циклу віброабразивної обробки деталей. Запропоноване конструктивне рішення автоматизованого пристрою для віброабразивної обробки деталей також дозволяє незалежно керувати напрямками обертання валів у керованих дебалансних віброзбуджувачах пружно встановленого контейнера та розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановленого тіла. Керування напрямками обертання валів у керованих дебалансних віброзбуджувачах, пружно встановленого контейнера та розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановленого тіла, дозволить керувати траєкторією руху деталей та (оброблюваного) робочого середовища у пружно встановленому контейнері на протязі усього циклу віброабразивної обробки деталей.

Список літератури

1. Манжілевський О.Д. Гідроімпульсний привод установки для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації: Автореф. дис. канд. тех. наук. - Вінниця, 2013. - 20 с.
2. Берник П.С. Розв'язок конструктивних схем вібраційних машин більшої продуктивності / П.С. Берник, Л. Величко., Р.М. Горбатюк // *Вибрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал*. 2000. - № 1 (13) - С.21-23.
3. Берник П.С. Аналіз конструкцій вібраційних технологічних полічастотних машин для оздоблювально-зміцнювальної обробки деталей / П.С. Берник, Л.В. Ярошенко, Р.М. Горбатюк // *Вибрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал*. 2000. - № 2 (14) - С.7-14.
4. Чубик Р.В., Горбатюк Р.М., Мокрицький Р.Б. Адаптивне керування процесами у вібромашинах для віброабразивної обробки деталей // *АВТОМАТИКА / AUTOMATICS-2013: матеріали XX Міжнародної конференції з автоматичного управління, присвяченої 100 – річчю з дня народження академіка О.Г. Івахненка, 25–27 вересня 2013 р. / м. Миколаїв: НУК, 2013. – С. 223-224.*
5. Пристрій для вібраційної обробки деталей: UA 35946 А, М. Кл., В24В31/06, Л.П. Серета, П.С. Берник, В.Г. Писаренко, Є.Ф. Боковий, Р.М. Горбатюк, (Україна). – №99052635; Опубл. 16.04.2001; Бюл. № 3, 3 ст.
6. Сердюк Л.И. Различные подходы к оценке динамических, энергетических и технологических возможностей вибрационных машин / Л.И. Сердюк, Ю.А. Давыденко, Л.М. Осина // *Вибрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал*. 2004. - № 3 (35) - С.113-117.
7. Копылов Ю.Р. Амплитудные и фазо-частотные характеристики вибрирующей рабочей среды // *Вибрації в техніці та технологіях. Труды III международной научно-технической конференции. - Евпатория: 1998. - С.133-137.*
8. Пристрій для вібраційної обробки деталей: UA 32159 А, М. Кл., В24В31/06, П.С. Берник, Л.В. Ярошенко, Р.М. Горбатюк, (Україна). – №98126990; Опубл. 15.12.2000; Бюл. № 7, 3 ст.
9. Чубик Р.В. Електромеханічна модель пристрою для адаптивної віброабразивної обробки деталей / Р.В. Чубик, В.С. Лужецький // *Научный Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии*. 2011. - № 2 (8Е) - С.179-189.
10. Пат. 76368 А Україна, В24В31/06. Адаптивний пристрій для віброабразивної обробки деталей. Горбатюк Р.М., Скварок Ю.Ю., Чубик Р.В., Паламарчук І.П. (Україна). - № u201112534; Опубл. 10.01.2013; Бюл. № 1, 6 ст.
11. Чубик Р.В. Енергозберігаюча система для автоматичної віброабразивної обробки деталей / Р.В. Чубик, В.В. Явір, Р.М. Горбатюк // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 2/2013 (22). – С.162-169.*
12. Чубик Р.В. Керовані вібраційні технологічні машини / Р.В. Чубик, Л.В. Ярошенко. – Вінниця: ВНАУ, 2011. – 355 с.
13. Пат. 43813 А Україна, F 16D3/4. Пружна муфта. / П.С. Берник, П.Д. Денісов, О.В. Солоня. (Україна) – №99116344; Заявл. 23.11.99; Опуб. 17.12.2001. Бюл. №11 – 3 с.
14. Пат. 43814 А Україна, F 16D3/74. Еластична муфта. / П.С. Берник, П.Д. Денісов, О.В. Солоня. (Україна) – №99116345; Заявл. 23.11.99; Опуб. 17.12.2001. Бюл. №11 – 3 с.
15. Пат. 1281312 А1 (СССР), В06В 1/16. Вибровозбудитель. Сердюк Л.И. (СССР). - № 3925547/24-28;



Опубл. 07.01.1987; Бюл. № 1, 3 ст.

16. Чубик Р.В. Адаптивна система керування режимами резонансних вібраційних технологічних машин: Автореф. дис. канд. тех. наук. - Львів, 2007. - 20 с.

Referens

1. Manzhilevskiy O.D. Hidroimpul'sniy pryvid ustanovky dlya vibroabrazivnoyi obrobky detaley skladnoyi konfihuratsiyi: Avtoref. dys. kand. tekh. nauk. - Vinnytsya, 2013. - 20 s.
2. Beryk P.S. Rozvytok konstruktivnykh skhem vibratsiynikh mashyn bilshoyi produktivnosti / P.S. Beryk, L. Velychko., R.M. Horbatiuk // Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Vseukrayinskyy naukovy-tekhnichnyy zhurnal. 2000. - № 1 (13) - S.21-23.
3. Beryk P.S. Analiz konstruktivnykh vibratsiynikh tekhnolohichnykh polichastotnikh mashyn dlya ozdobyvalno-zmitsnyuvalnoyi obrobky detaley / P.S. Beryk, L.V. Yaroshenko, R.M. Horbatiuk // Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Vseukrayinskyy naukovy-tekhnichnyy zhurnal. 2000. - № 2 (14) - S.7-14.
4. Chubyk R.V., Horbatiuk R.M., Mokrytskiy R.B. Adaptivnoho keruvannya protsesamy u vibromashinakh dlya vibroabrazivnoyi obrobky detaley // AVTOMATYKA / AVTOMATYKA-2013: materialy KHKH Mizhnarodnoyi konferentsiyi z avtomatychnoho upravlinnya, prisvyachenoyi 100 - richchyu z dnya narodzhennya akademika O.H. Ivakhnenka, 25-27 veresnya 2013 r. / M. Mykolayiv: NUK, 2013. - S. 223-224.
5. Prystriy dlya vibratsiynoyi obrobky detaley: UA 35946 A, M. KL., B24B31 / 06, L.P. Sereda, P.S. Beryk, V.H. Pysarenko, YE.F. Bokovy, R.M. Horbatiuk, (Ukrayina). - №99052635; Opubl. 16.04.2001; Byul. № 3, 3 st.
6. Serdyuk L.I. Rizni pidkhody do otsinky dynamichnykh, enerhetychnykh i tekhnolohichnykh mozhlyvostey vibratsiynikh mashyn / L.I. Serdyuk, YU.A. Davydenko, L.M. Osyka // Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Vseukrayinskyy naukovy-tekhnichnyy zhurnal. 2004. - № 3 (35) - S.113-117.
7. Kopylov YU.R. Amplitudni i fazo-chastotni kharakterystyky vibruyuchoyi robochoyi seredovishcha // Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Pratsi III mizhnarodnoyi naukovy-tekhnichnoyi konferentsiyi. - Yevpatoriya: 1998. - S.133-137.
8. Prystriy dlya vibratsiynoyi obrobky detaley: UA 32159 A, M. KL., B24B31 / 06, P.S. Beryk, L.V. Yaroshenko, R. M. Horbatiuk, (Ukrayina). - №98126990; Opubl. 15.12.2000; Byul. № 7, 3 st.
9. Chubyk R.V. Elektromekhanichna model prystroyu dlya adaptivnoyi vibroabrazivnoyi obrobky detaley / R.V. Chubyk, V.S. Luzhetskyy // Naukovyy Visnyk Donbaskoyi derzhavnoyi mashynobudivnoyi akademiyi. 2011. - № 2 (8 E) - S.179-189.
10. Pat. 76368 A Ukrayina, B24V31 / 06. Adaptivni Prystriy dlya vibroabrazivnoyi obrobky detaley. Horbatiuk R.M., Skvarok YU.YU., Chubyk R.V., Palamarchuk I.P. (Ukrayina). - № u201112534; Opubl. 10.01.2013; Byul. № 1, 6 st.
11. Chubyk R.V. Enerhozberihayucha systema dlya avtomatychnoyi vibroabrazivnoyi obrobky detaley / R.V. Chubyk, V.V. Yavir, R.M. Horbatiuk // Elektromekhanichni y enerhozberihayuchi systemy. Shchokvartalno naukovy-vyrobnychyy zhurnal. - Kremen'chuk: KrNU, 2013. - Vyp. 2/2013 (22). - S.162-169.
12. Chubyk R.V. Kerovani vibratsiyini tekhnolohichni mashyny / R.V. Chubyk, L.V. Yaroshenko. - Vinnytsya.: VNAU, 2011. - 355 s.
13. Pat. 43813 A Ukrayina, F 16D3 / 4. Pruzhnoyu mufta. / P.C. Beryk, P.D. Denisov, O.V. Solona. (Ukrayina) - №99116344; Zayavl. 23.11.99; Opubliku. 17.12.2001. Byul. №11 - 3 s.
14. Pat. 43814 A Ukrayina, F 16D3 / 74. Elastychnyy mufta. / P.C. Beryk, P.D. Denisov, O.V. Solona. (Ukrayina) - №99116345; Zayavl. 23.11.99; Opubliku. 17.12.2001. Byul. №11 - 3 s.
15. Pat. 1281312 A1 (SRSR), B06V 1/16. Vibrozbudnyk. Serdyuk L.I. (SRSR). - № 3925547 / 24-28; Opubl. 07.01.1987; Byul. № 1, 3 st.
16. Chubyk R.V. Adaptivna systema keruvannya rezhymamy rezonansnykh vibratsiynikh tekhnolohichnykh mashyn: Avtoref. dys. kand. tekh. nauk. - Lviv, 2007. - 20 s.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВИБРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Аннотация: в статье предложено разработанную конструкцию устройства для автоматизации процесса вибрационной абразивной обработки деталей сельскохозяйственного и перерабатывающего оборудования при их изготовлении и восстановлении. Предложено конструктивное решение устройства для вибрационной обработки деталей в автоматическом режиме, структурные элементы которого способны обеспечивать и поддерживать на протяжении технологического цикла вибрационной обработки на заданном оптимальном уровне энергетические и динамические параметры вибрационного поля контейнера.

Ключевые слова: вибрационная обработка, автоматическое устройство, энергосберегающий привод.

MACHINE FOR PROCESS AUTOMATION OF VIBRATION TREATMENT OF DETAILS

Summary: the article suggested the design of the machine designed to automate the vibration treatment of parts of agricultural and processing equipment in their production and recovery. Proposed design solution vibromachine for processing parts in the automatic mode, the structural elements which are able to provide and maintain during the process vibroabraziv treatment at a predetermined optimum level of energy and dynamic parameters of the vibrational field of the container.

Keywords: vibration treatment, automated device, energy-saving drive.