

Горбатюк Р. М.

Килівник М. М.

*Вінницький  
національний аграрний  
університет*

Чубик Р. В.

Скварок Ю. Ю.

*Дрогобицький  
державний педагогічний  
університет*

Gorbatyuk R. M.

Kyliyvyk M. M.

*Vinnitsia National  
Agrarian University*

Chubyk R. V.

Skvarok Yu. Yu.

*Drogobych State  
Pedagogical University*

УДК 62-521:62-868:62-531.7

## АВТОМАТ ДЛЯ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

*Автомат стосується вібраційної обробки деталей в машинобудівній промисловості і може бути використаний для видалення нагару, заокруглень гострих кромки, декоративного шліфування та полірування деталей. Розроблено принципову схему запропонованого автомату для віброабразивної обробки деталей з метою розширити функціональні можливості пристрою шляхом автоматичного підтримання заданих режимних параметрів роботи розробленої вібромашини. Також в роботі запропоновані режими роботи машини для обробки різних видів сировини.*

*Ключові слова: вібромашина, адаптивний пристрій, система керування, керований дебаланс.*

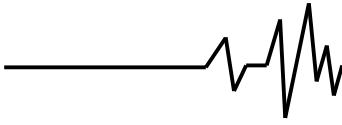
**Вступ.** Відомий пристрій [1] для вібраційної обробки деталей, що містить пружно встановлений контейнер, який здійснює коливний рух від дебалансного вібробуджувача і має розміщене у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановлене тіло, що приводиться у коливний рух від окремого дебалансного вібробуджувача, при цьому контейнер і розміщене у центральній його частині по всій довжині пружно встановлене тіло, з'єднані еластичними стінками та їх дебалансні вібробуджувачі кінематично пов'язані між собою, при чому їх вали обертаються на зустріч один одному.

Недоліком такого пристрою є відсутня можливість керування технологічними параметрами вібраційного поля контейнера при вібраційній обробці деталей та складність виконання кінематичного зв'язку в дебалансному віброприводі. Однакова траєкторія руху робочого середовища із деталями на протязі циклу віброобробки є причиною того, що деталі складної форми будуть оброблятися із усіх сторін неоднаково. Тобто у потоці можуть утворюватися зони «застою» де абразивне середовище і певні площини деталей будуть мати швидкості руху

одне відносно іншого значно менші ніж швидкість абразиву відносно деталей у основному потоці траєкторія якого стабільна та незмінна. Тому **актуальним** є пошук способів усунення таких усталених зон «застою». Нами запропонований спосіб стабілізації роботи машини у часі зміною траєкторії руху робочого середовища.

**Мета розробки** – розширити функціональні можливості пристрою.

Поставлена мета досягається тим, що у автоматі для віброабразивної обробки деталей, що містить пружно встановлений контейнер котрий здійснює коливний рух від дебалансного вібробуджувача і розміщене у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановлене тіло, що приводиться у коливний рух від окремого дебалансного вібробуджувача, контейнер і розміщене у центральній частині по всій довжині пружно встановлене тіло з'єднані еластичними стінками, і дебалансний вібробуджувач який забезпечує коливальний рух пружно встановленого контейнера є керованим і виготовлений із можливістю дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас дебалансів з'єднано із першою еластичною муфтою, а дана еластична муфта з'єднана із



першим електродвигуном котрий електрично з'єднаний із виходом блоку корекції частоти вимушуючої сили віброприводу і дебалансний віброзбуджувач, що забезпечує коливний рух розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановленого тіла є керованим і виготовлений із можливістю дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас дебалансів з'єднано із другою еластичною муфтою, а дана еластична муфта з'єднана із другим електродвигуном котрий електрично з'єднаний із виходом блоку корекції частоти вимушуючої сили віброприводу і вихід блоку корекції частоти вимушуючої сили віброприводу з'єднано з одним із двох входів детектора зсуву фаз, а другий вхід детектора зсуву фаз з'єднаний із давачем вібрації котрий жорстко закріплений до корпусу автомату для віброобразивної обробки деталей, із входом блоку технологічно оптимальних параметрів та з одним із двох входів першого компаратора, другий вхід першого компаратора з'єднано з одним із двох виходів блоку технологічно оптимальних параметрів, другий вихід блоку технологічно оптимальних параметрів з'єднано з одним із двох входів другого компаратора, а другий вхід другого компаратора з'єднано із виходом детектора зсуву фаз, вихід другого компаратора з'єднано із входом блоку корекції частоти вимушуючої сили віброприводу, вихід першого компаратора з'єднано із входом блоку корекції амплітуди вимушуючої сили віброприводу, а вихід блоку корекції амплітуди вимушуючої сили віброприводу з'єднано із керованим дебалансним віброзбуджувачом який забезпечує коливальний рух пружно встановленого контейнера та керованим дебалансним віброзбуджувачом, що забезпечує коливний рух розміщеного у центральній частині по всій довжині контейнера пружно встановленого тіла, із блоком технологічно оптимальних параметрів з'єднано один із двох виходів блока введення-виведення інформації, а другий вихід блока введення-виведення інформації з'єднано із блоком програмного керування електроприводом, і перший вихід блоку програмного керування електроприводом з'єднано із першим електродвигуном та другий вихід блоку програмного керування електроприводом з'єднано із другим електродвигуном.

Таке конструктивне рішення автомату для віброобразивної обробки деталей 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 віброобразивної 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 із деталі при знятті заусенців та оздоблювально-зачисній обробці, задане зміцнення поверхні пластичним деформуванням ...) при мінімальних енергозатратах.

На рисунку 1 зображено принципову схему запропонованого автомату для віброобразивної обробки деталей. В таблиці 1 зображено схему руху середовища разом із деталями у пустотілому робочому органі (контейнері) автомату для віброобразивної обробки деталей при різних комбінаціях роботи віброприводу контейнера та активатора.

Автомат для віброобразивної обробки деталей працює наступним чином. Оброблювані деталі 27 із робочим середовищем 2 через горловину 17 завантажуються в контейнер 1. Запуск автомату для віброобразивної обробки деталей проводиться із довільної початкової частоти  $\omega_p$  (котра не дорівнює власній резонансній частоті  $\omega_0$  механічної коливної системи автомата контейнер 1 якого завантажено деталями із певною загальною масою) вали електродвигунів 7 та 14 обертаються на частоті  $\omega_p$  передають крутні моменти до еластичних муфт 6 та 13. При цьому, муфта 6 передає крутний момент валу 3, що приводить до обертання керованих дебалансів 5 (вони (5), маю можливість дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас) керованого дебалансного віброприводу 4.

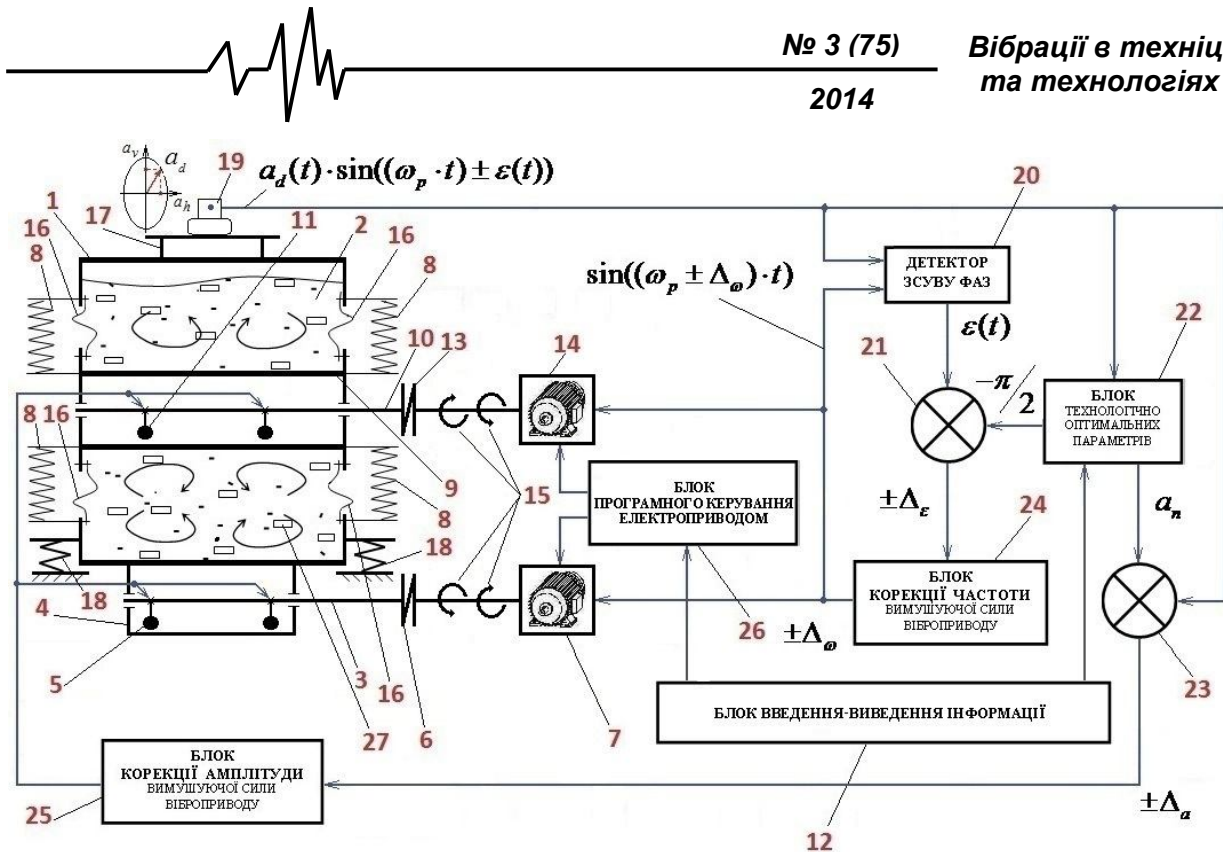
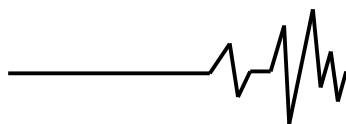


Рис. 1. Принципова схема автомату для вібраобразивної обробки деталей

В результаті чого контейнер 1, що пружно встановлений на пружинах 18 починає здійснювати коливання еліпсоподібної траєкторії із дійсною амплітудою  $a_d$ . Вертикальна складова  $a_v$  амплітуди коливань контейнера 1 (в даному випадку при сталій  $\omega_p$ ) визначається величиною кута  $\beta$  між центрами мас дебалансів 5 на валу 3. Муфта 13 передає крутний момент валу 10, що приводить до обертання керованих дебалансів 11 (вони (11), також маю можливість дистанційно змінювати ексцентриситет центра мас) віброприводу центрального тіла 9 (активатора). В результаті чого активатор 9, що пружно встановлений на пружинах 8 починає також здійснювати коливання еліпсоподібної траєкторії частота яких співпадає із частотою коливань контейнера 1.

Згідно [1] та згідно досліджень наведених у роботі [4, 5] шари робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні контейнера 1, переміщуються в напрямі протилежному до напрямку обертання вала керованого дебалансного віброприводу 4, а шари робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні центрального тіла 9 (активатора) переміщуються в напрямі протилежному до напрямку обертання вала 10 керованого дебалансного віброприводу активатора 9. Синхронне керування частотою коливань корпусу 1 та активатора 9

здійснюється блоком корекції частоти вимушуючої сили віброприводу 24, керування напрямом обертання валів 15 електродвигунів 7 та 17 здійснюється блоком програмного керування електроприводом 26. У випадку запуску двигунів 7, 14 блоком програмного керування електроприводом 26 із однаковими робочими частотами та однаковими напрямом обертання 15, то відбувається реалізація технологічного режиму роботи **A** або **B** (Таблиця 1). При реалізації режиму роботи **A** або **B** відбувається переміщення шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні контейнера 1 та шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні центрального тіла 9 (активатора) в сторону протилежну синхронному напрямку обертання віброприводів корпусу 1 та активатора 9. Висока інтенсивність переміщення робочого середовища 2 та деталей 27 по коловій траєкторії корпусу 1 обумовлюється тим, що напрям переміщення шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні контейнера 1 та шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщенні біля поверхні центрального тіла 9 (активатора) співпадають. У випадку запуску блоком програмного керування електроприводом 26 лише двигуна 7 із робочою частотою  $\omega$  реалізуються технологічний режим роботи **C** або **D** (Таблиця 1) в залежності від напрямку обертання віброприводу 4 корпусу 1.



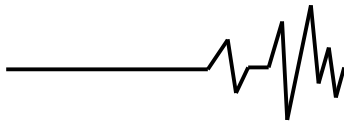
Таблиця 1

Схеми руху середовища при різних комбінаціях роботи віброприводу контейнера та активатора

Завантаження контейнера	Амплітуда коливань, мм		Напрямок обертання валів		Рух середовища	Режим роботи автомата
	Контейнера	Активатора	контейнера	активатора		
2/3	3	2				A
2/3	3	2				B
2/3	3	-				C
2/3	3	-				D
2/3	-	2				E
2/3	-	2				F
2/3	3	2				G
2/3	3	2				H

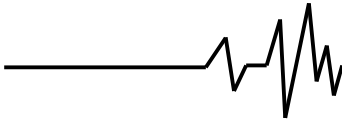
При реалізації режиму роботи **C** або **D** відбувається переміщення шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщені біля поверхні контейнера 1 в сторону протилежну напрямку обертання віброприводу 4 корпусу 1. При технологічному режимі роботи **C** або **D** інтенсивність переміщення робочого середовища 2 та деталей 27 по коловій траєкторії корпусу 1 (Таблиця 1) на порядок

менша ніж при режимі роботи **A** або **B**. При запуску блоком програмного керування електроприводом 26 лише двигуна 14 із робочою частотою  $\omega$  реалізуються технологічний режим роботи **E** або **F** (Таблиця 1). У режимі роботи **E** або **F** відбувається переміщення шарів робочого середовища 2 та деталей 27 котрі розміщені біля поверхні центрального тіла 9 в сторону протилежну



напряму обертання віброприводу активатора 9. В результаті обертання керованого дебалансного віброприводу 10 у заданому напрямі (Таблиця 1) відбувається коливання активатора 9 по еліпсоподібній траєкторії і у рухомому сипучому середовищі утворюється ефект «вібраційного кипіння». У режимі роботи **Е** або **Ф** траєкторія руху шарів робочого середовища 2 та деталей 27 нагадує поведінку води підчас кипіння, тобто: попри вібруючу поверхню активатора 9 з однієї сторони на зустріч напрямку обертання керованого дебалансного віброприводу 11 відбувається переміщення нижніх шарів робочого середовища 2 та деталей 27 у гору, а із іншої сторони на зустріч напрямку обертання керованого дебалансного віброприводу 11 відбувається переміщення шарів робочого середовища 2 та деталей 27 у низ. Незначна частина сипучого матеріалу (робоче середовища 2 та деталі 27) переміщуються на зустріч напрямку обертання керованого дебалансного віброприводу 11 над активатором 9 (при заповненні контейнера 1 на 2/3 сипучим матеріалом). В результаті чого, біля поверхні центрального тіла 9 (активатора) шари робочого середовища 2 та деталей 27 інтенсивно рухаються на зустріч одне одному. Такий характер руху робочого середовища 2 та оброблюваних деталей 27 дозволяє: активувати технологічний процес віброабразивної обробки деталей у автоматі для віброабразивної обробки деталей за рахунок збільшення відносної взаємної швидкості переміщення гранул робочого середовища 2 та оброблюваних деталей 27; усунути зони «застою» та однаково із усіх сторін обробити деталі із складною геометричною формою. У випадку запуску блоком програмного керування електродвигуном 7 та 14 у взаємно протилежних напрямках обертання реалізовується технологічний режим роботи **Г** або **Н** (Таблиця 1). Траєкторія руху сипучого середовища у пустотілому корпусі 1 при режимі роботи **Г** наближено відповідає траєкторії руху робочого середовища 2 та деталі 27 при режимі роботи **Ф**, тільки відрізняється незначним напрямом перетікання сипучого матеріалу над активатором 9 та вищою інтенсивністю кінетичних процесів. Зміна напрямку перетікання сипучого матеріалу над активатором 9 та вища інтенсивність кінетичних процесів у режимі роботи **Г** пояснюється тим, що у режимі роботи **Г** та **Ф** однаковий напрям обертання валу 10 керованого дебалансного віброприводу 11 активатора 9 але включення основного приводу (керованого дебалансного віброприводу 5)

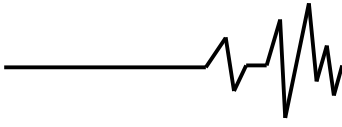
корпусу 1 у протилежному напрямі обертання зумовлює рух сипучого матеріалу по траєкторії характерній для режиму роботи **А**. І дана траєкторія забезпечує підсилення «вібраційного кипіння» сипучого матеріалу, яке спостерігається при роботі активатора (режим роботи **Ф**), а напрям перетікання сипучого матеріалу над активатором 9 при режимі роботи **Ф** є менш інтенсивніший та протилежно напрямлений більш інтенсивнішому напрямку руху сипучого матеріалу при режимі роботи **А** тому в результаті додавання цих двох потоків утворюється легке перетікання сипучого матеріалу над активатором 9 напрям якого відповідає напрямку основного потоку у корпусі 1 (режим роботи **А**). Траєкторія руху сипучого середовища у пустотілому корпусі 1 при режимі роботи **Н** наближено відповідає траєкторії руху робочого середовища 2 та деталі 27 при режимі роботи **Е**, але із більшою інтенсивністю та зміненним напрямом перетікання сипучого матеріалу над активатором 9. Фізична суть кінематичних процесів при режимі роботи **Н** аналогічна режиму роботи **Г** тільки змінюються напрями потоків сипучого матеріалу у корпусі 1, і вони підсилюються включенням основного приводу (керованого дебалансного віброприводу 5) корпусу 1 який є характерним для режиму **В**. Автоматична зміна траєкторії руху робочого середовища 2 та деталі 27 на протязі заданого часу віброабразивної обробки проводиться у послідовності, яка чітко визначена програмою котра зберігається у блоці програмного керування електроприводом 26. Програма зміни послідовностей траєкторій руху сипучого середовища у корпусі 1 записується у автомат для віброабразивної обробки деталей за допомогою блоку введення-виведення інформації 12. Запрограмована автоматична зміна послідовностей траєкторій руху сипучого середовища у корпусі 1 завжди відбувається на робочій частоті  $\omega_p$  яка рівна власній резонансній частоті  $\omega_0$  механічної коливної системи автомата. Автомат для віброабразивної обробки деталей у реальному масштабі часу в автоматичному режимі проводить налаштування і підтримування частоти циклічної вимушуючої сили  $\omega_p$  керованих дебалансних віброприводів 11 (активатора 9) та 5 (корпусу 1) на частоту яка рівна власній резонансній частоті  $\omega_0$  механічної коливної системи автомата. Постійна корекція частоти обертання  $\omega_p$  валів 3 та 10 дебалансних віброприводів автомату у



реальному масштабі часу проводиться блоком корекції частоти вимушуючої сили віброприводу 24 для забезпечення енергетично вигідного резонансного режиму роботи автомата для віброобразивної обробки деталей. Корекція частоти циклічної вимушуючої сили  $\omega_p$  керованих дебалансних віброприводів 11 та 5 проводиться на підставі  $\pm\Delta_\varepsilon$  величини та напряму зсуву фази коливань контейнера 1 відносно вимушуючої циклічної сили керованого дебалансного віброприводу автомата. У блоці корекції частоти вимушуючої сили віброприводу 24 на базі закладених у ньому законів керування (реалізованих на класичних функціях) проводиться визначення величини та напряму корекції  $\pm\Delta_\omega$  частоти  $\omega_p$  вимушуючої сили віброприводу 11 та 5. Відкоригована частота  $\omega_p(t) \pm \Delta_\omega$  вимушуючої сили віброприводу автомата буде наближатись в часі до власної резонансної частоти  $\omega_0$  контейнера 1 завдяки дії  $\pm\Delta_\omega$ , аж поки  $\omega_0(t) = \omega_p(t) \pm \Delta_\omega$ . Величина та напрям зсуву фази коливань контейнера 1 відносно вимушуючої циклічної сили керованого дебалансного віброприводу 11 та 5 визначається за допомогою детектора фаз 21. Із закріпленого на корпусі 1 датчика вібрації 19 поступає інформація про динамічні параметри контейнера 1 зокрема амплітуду  $a_d(t)$ , частоту  $\omega_p(t)$  та фазу  $\varepsilon(t)$  його коливань у наступній формі  $a_d(t) \cdot \sin(\omega_p \cdot t \pm \varepsilon(t))$ . Дана інформація поступає в детектор зсуву фаз 20, блок технологічно оптимальних параметрів 22 та на компаратор 23. На другий вхід детектора зсуву фаз 20 поступає інформація  $\sin((\omega_p \pm \Delta_\omega) \cdot t)$  про частоту роботи керованого дебалансного віброприводу контейнера 1 та активатора 9. Тобто в блоці 20 у відповідності до [6] проходить порівняння двох гармонійних сигналів на предмет наявності зсуву фази коливань контейнера 1 відносно вимушуючої циклічної сили керованого дебалансного віброприводу автомата для віброобразивної обробки деталей. Відповідно до [6] при вимушених коливаннях дані сигнали мають однакову частоту, а при резонансі фаза  $\varepsilon(t)$  амплітуди коливань контейнера 1 автомата для віброобразивної обробки деталей відстає на кут  $\pi/2$  від амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного віброприводу 11 та 5.

Враховуючи це, у компараторі 21 постійно проводиться порівняння між існуючим зсувом фаз при частоті  $\omega_p$  керованого дебалансного віброприводу 11 та 5 із необхідним оптимальним (із енергетичної точки зору) значенням зсуву ваз  $-\pi/2$ . Оптимальне значення в компаратор надходить із блоку технологічно оптимальних параметрів 22, куди вноситься оператором автомата за допомогою блоку введення-виведення інформації 12. В результаті порівняння інформації в компараторі 21 ми отримуємо величину  $\pm\Delta_\varepsilon$ , величина котрої вказує на скільки коливна система (контейнер 1, робочого середовища 2 та деталі 27) відійшла від резонансного режиму роботи, а знак її ( $\pm\Delta_\varepsilon$ ) вказує в котру сторону коливна система автомата для віброобразивної обробки деталей відійшла від резонансного режиму роботи. Автоматична адаптація частоти обертання керованого дебалансного віброприводу (5 та 11) до власної резонансної частоти механічної коливної системи автомата для віброобразивної обробки деталей  $\omega_0(t) = \omega_p(t) \pm \Delta_\omega$ , дозволяє забезпечувати постійний резонансний режим роботи контейнера 1 при довільній масі його завантаження робочим середовищем 2 та оброблюваними деталями 27. Резонансний режим роботи дозволяє забезпечити мінімальні енергозатрати віброприводу 11 та 5 на реалізацію технологічного процесу в контейнері 1.

При віброобразивній обробці деталей 27 у контейнері 1 на протязі заданого періоду часу при циклах із заданими тривалостями послідовно змінних траєкторій руху сипучого середовища на змінній у часі робочій власній резонансній частоті коливань контейнера 1, важливим є забезпечити задане технологічно оптимальне значення амплітуди коливань робочого органу (контейнера 1) при усіх циклах віброобробки та довільній масі завантаження контейнера робочим середовищем 2 та деталі 27. У роботах [7, 8, 9] показано, що за критерій оцінки динамічних параметрів робочого органу (контейнера 1) при віброобразивній обробці деталей доцільно брати питому роботу  $A_p = \omega_p^2 \times a_d^2$  вібраційного поля (робочого середовища) контейнера 1 або інтегральний критерій (питому потужність)  $I_p = \omega_p^3 \times a_d^2$  для оцінки рівноцінності вібрацій різних частот. Сергієв А. П. в роботі [10] показав, що зняття металу при віброобразивній обробці деталей зостається постійним при збереженні величини



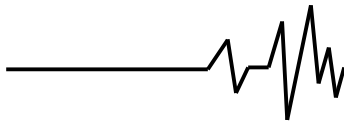
$\omega_p^2 \times a_d^2$  незалежно від значення амплітуди та частоти. Тому розрахунок необхідної амплітуди коливань  $a_n$  на кожній новій резонансній частоті  $\omega_0$  ( $\omega_0 = \omega_p$ ) доцільно проводити із наступного співвідношення  $a_n = [\omega_z^2 \times a_z^2] / \omega_0^2$ , де  $\omega_z$  та  $a_z$  наперед задані із технологічної точки зору оптимальні параметри вібраційного поля для віброобразивної обробки деталей в контейнері 1. Параметри  $\omega_z$ ,  $a_z$  та час обробки при такому циклу із іншою траєкторією руху сипучого матеріалу у контейнері 1 вводяться оператором автомату для віброобразивної обробки деталей за допомогою блоку введення-виведення інформації 12 безпосередньо в блок технологічно оптимальних параметрів 22. У блок технологічно оптимальних параметрів 22, також поступає інформація про дійсне значення амплітуди  $a_d$  та власну резонансну частоту коливань контейнера 1  $\omega_0 = \omega_p$  із давача вібрації 19 у наступній формі  $a_d \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$ . В результаті обробки інформації від давача 19 блок технологічно оптимальних параметрів 22 проводить у реальному масштабі часу визначення необхідного значення амплітуди коливань  $a_n$ , з метою забезпечити сталим значення питомої роботи ( $A_p = \omega_p^2 \times a_d^2 = const$ ) вібраційного контейнера 1 в кожному із заданих циклів при існуючій робочій резонансній частоті  $\omega_0$  на протязі заданого оператором часу віброобробки. У процесі роботи автомату для віброобразивної обробки деталей необхідне значення амплітуди коливань  $a_n$  у реальному масштабі часу поступає на компаратор 23 де порівнюється із дійсним значенням амплітуди  $a_d$ . В результаті порівняння автоматично отримується  $\pm \Delta_a$  величина і напрям на яку необхідно провести корекцію амплітуди коливань контейнера 1 щоб забезпечити в контейнері сталість питомої роботи його вібраційного поля ( $A_p = \omega_p^2 \times a_d^2 = const$ ) при усіх циклах віброобробки на протязі заданого оператором часу. Величина та напрям корекції амплітуди коливань контейнера 1  $\pm \Delta_a$  передається у 25 блок корекції амплітуди вимушуючої сили віброприводу 11 та 5. Блок корекції амплітуди вимушуючої сили віброприводу 25 на основі закладених у ньому

законів керування проводить корекцію  $\pm \Delta_\beta$  величини кута  $\beta$  між ексцентриситетами центра мас дебалансів 5 та 11, що приводить до зміни величини амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного віброприводу 11 та 5.

**Висновок.** Автоматичне корегування амплітуди циклічної вимушуючої сили керованих дебалансних віброприводів дозволяє на енергетично вигідній резонансній робочій частоті, стабілізувати у часі на заданому технологічно оптимальному рівні питому роботу вібраційного поля у контейнері при потрібній траєкторії руху сипучого середовища та довільній масі завантаження контейнера робочим середовищем і деталі, що дозволяє здійснювати віброобразивну обробку необхідної якості з оптимальними енергозатратами.

#### Список використаних джерел

1. 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.
2. Пат. 76368 А Україна, В24В31/06. Адаптивний пристрій для віброобразивної обробки деталей. Горбатюк Р.М., Скварок Ю.Ю., Чубик Р.В., Паламарчук І.П. (Україна). – № u201112534; Опубл. 10.01.2013; Бюл. № 1, 6 ст.
3. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. – Вінниця.: ВНАУ, 2011. – 355 с.
4. Берник П.С., Величко Л., Горбатюк Р.М. Розвиток конструктивних схем вібраційних машин більшої продуктивності // Вібрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. 2000. - № 1 (13) - С.21-23.
5. Берник П.С., Ярошенко Л.В., Горбатюк Р.М. Аналіз конструкцій вібраційних технологічних полічастотних машин для оздоблювально-зміцнювальної обробки деталей // Вібрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. 2000. - № 2 (14) - С.7-14.
6. Пат. 87776 А Україна, В65G 27/00. 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.
7. Сердюк Л. И., Давыденко Ю. А., Осина Л. М. Различные подходы к оценке динамических, энергетических и технологических возможностей вибрационных



машин // Вибрации в технике и технологиях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. 2004. - № 3 (35) - С.113-117.

8. Копылов Ю. Р. Амплитудные и фазо-частотные характеристики вибрирующей рабочей среды // Вибрации в технике и технологиях. Труды III международной научно-технической конференции. - Евпатория: 1998. - С. 133-137.

9. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Метод стабилизации технологично оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин // Вібрації в техніці та технологіях.- 2008. № 2(51).- С. 57-60.

10. Сергеев А.П. Исследование процесса обработки, механизация и автоматизация вспомогательных работ на машинах для объемной вибрационной обработки // Механизация процесса снятия заусенцев. МДНТП. - М.: 1966. - С.74 - 85.

#### Список джерел в транслітерації

1. Prystriy dlya vibratsiynoyi obrobky detaley: UA 32159 A , M. KL . , B24B31 / 06 , P. S. Bernyk , L. V. Yaroshenko , R. M. Horbatyuk , ( Ukraina). - №98126990; Opubl 15.12.2000; Byul № 7, 3 st .

2. Pat. 76368 A Ukraina, B24V31/06. Adaptivnyy prystriy dlya vibroabrazivnoyi obrobky detaley. Horbatyuk R.M. , Skvarok YU.YU. , Chubyk R.V. , Palamarchuk I.P. ( Ukraina). - № u201112534; Opubl. 10.01.2013; Byul . № 1 , 6 st.

3. Chubyk R.V., Yaroshenko L.V. Kerovani vibratsiyni tekhnolohichni mashyny. - Vinnytsya.: VNAU, 2011. - 355 s.

4. Bernyk P.S., Velychko L.D. , Horbatyuk R.M. Rozvytok konstruktivnykh skhem vibratsiynikh mashyn bil'shoyi produktivnosti // Vibratsiyni v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Vseukrayins'kyu naukovo -tekhnichnyy zhurnal. 2000. - № 1 ( 13 ) - S.21-23 .

5. Bernyk P.S., Yaroshenko L.V , Horbatyuk R.M. Analiz konstruktivnykh tekhnolohichnykh polichastotnykh mashyn dlya ozdobyval'no – zmitsnyval'noyi obrobky detaley // Vibratsiyni v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. Vseukrayins'kyu naukovo -tekhnichnyy zhurnal. 2000. - № 2 (14) - S.7-14.

6. Pat. 87776 A Ukraina, B65G 27/00. Sposob keruvannya robotom adaptivnykh vibratsiynikh tekhnolohichnykh mashyn. Sereda L.P., Chubyk R.V. , Yaroshenko L.V. ( Ukraina). - № a200803685; Opubl . 10.08.2009 ; Byul. № 15, 4 st.

7. Serdyuk L. I., Davydenko YU. A., Osina L. M. Razlichnyye podkhody k otsenke dinamicheskikh, energeticheskikh i tekhnologicheskikh vozmozhnostey vibratsionnykh

mashin // Vibratsii v tekhnike i tekhnologiyakh . Vseukrainskiy nauchno -tekhnicheskiiy zhurnal . 2004 - № 3 ( 35) - S.113-117.

8. Kopylov YU. G. Amplitudnyye i fazo-chastotnyye kharakteristiki vibriruyushchey rabochey sredy // Vibratsii v tekhnike i tekhnologiyakh . Trudy III mezhdunarodnoy nauchno -tekhnicheskoy konferentsii. - Yevpatoriya : 1998 - S.133-137.

9. Chubyk R.V., Yaroshenko L.V. Metod stabilizatsiyi tekhnolohichno optymal'nykh parametriv vibratsiynoho polya adaptivnykh vibratsiynikh tekhnolohichnykh mashyn // Vibratsiyni v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh.- 2008. № 2 ( 51 ) . - S. 57-60 .

10. Sergeyev A.P. Issledovaniye protsessa obrabotki, mekhanizatsiya i avtomatizatsiya vspomogatel'nykh rabot na mashinakh dlya ob'yemnoy vibratsionnoy obrabotki // Mekhanizatsiya protsessa snyatiya zausentsev. MDNTP . - M .: 1966 - C.74-85 .

#### АВТОМАТ ДЛЯ ВИБРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

**Аннотация.** Автомат касается вибрационной обработки деталей в машиностроительной промышленности и может быть использован для удаления нагара, закруглений острых кромок, декоративного шлифования и полировки деталей. Разработана принципиальная схема предложенного автомата для виброабразивной обработки деталей с целью расширить функциональные возможности устройства путем автоматического поддержания заданных режимных параметров работы разработанной вибромашины. Также в работе предложены режимы работы машины для обработки различных видов сырья.

**Ключевые слова:** вибромашина, адаптивное устройство, система управления, управляемый дебаланс.

#### AUTOMATIC MACHINE FOR MACHINING PARTS VIBROABRASIVE

**Annotation.** Automatic machine applies vibration machining parts in the engineering industry and can be used to remove soot, rounding sharp edges, grinding and polishing of ornamental details. A schematic diagram of the proposed machine for processing vibroabrasive parts to extend the functionality of the device by automatically maintaining the specified operational parameters of the developed vibration. Also in the proposed modes of machines for processing various raw materials.

**Key words:** vibration, adaptive device, control system, controlled unbalance.