

**Коробко Б.О.**

д.т.н., професор

Бугров Д.М.

аспірант

*Національний
університет "Полтавська
політехніка імені Юрія
Кондратюка"*

Korobko B.Doctor of Technical Sciences,
Professor**Bugrov D.**

graduate

*National University
"Poltava Polytechnic
named after Yuri
Kondratyuk"*

УДК 621.9.048**DOI: 10.37128/2306-8744-2024-1-1**

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕКОРАТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З АКТИВНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

У даній роботі зроблено огляд обладнання та технологій для здійснення оздоблювально-зачисної обробки деталей. Встановлено, що найбільш ефективними є методи абразивної механічної обробки, такі як галтування, вібраційна, відцентрово-ротаційна, відцентрово-планетарна. Кожному із них характерний різний рівень ефективності в певних сферах застосування. На даний час ці методи забезпечують найбільші ефективність і якість обробки, при цьому забезпечуючи найнижчу собівартість виробів і найменшу трудомісткість виготовлення.

На даний час серійно випускається технологічне обладнання, що може містити відносно складні вузли і механізми для можливості забезпечення вирішення комплексних задач технологічного процесу, для яких властиві певні недоліки.

Визначені основні напрямки вдосконалення обладнання та наведено класифікатор характеристик деталей для віброобробки по певним ознакам з метою уніфікації та стандартизації.

Запропоновано конструктивні схеми установок для віброабразивної обробки з активним горизонтально та вертикально розміщеними робочими органами. Особливістю установок є можливість створювати вібраційні поля різної інтенсивності (керований віброзбуджувач робочої камери) і керування інтенсивністю руху робочого органу. Керування вищевказаними параметрами установки дозволяє адаптувати її під певний технологічний процес і досягти оптимальних техніко-економічних показників віброобробки деталей, зокрема для декоративних елементів, що можуть мати складну форму, невелику масу і розміри, різноманітні характеристики матеріалів – різну твердість і в'язкість, обробка яких може викликати складнощі при застосуванні звичайних методів

Ключові слова: вібраційна абразивна обробка, активний робочий орган, керований віброзбуджувач, класифікатор характеристик віброобробки.

Постановка проблеми. Бурхливий розвиток науки і техніки сьогодення відслідковується у всіх сферах життя людства. Завдяки цим процесам відбувається підвищення якості виробів, зниження їх собівартості, що ставить нові задачі в розвитку технологій, в тому числі і сфері машинобудування для збереження

конкурентоспроможності продукції в умовах ринкової економіки.

Для отримання високих якісних характеристик продукції широко застосовуються методи оздоблювальної обробки. Ці методи дозволяють вирішити завдання очищення, шліфування, полірування.



Описані основні положення оздоблювальної обробки та також її різновиди. В загальному вигляді її суть полягає в переміщенні поверхні оброблюваної деталі відносно гранульованого абразивного середовища, що може мати різноманітні форми (кулі, призми, зірочки тощо). Також додатково можуть бути застосовані в робочій камері різноманітні водні розчини хімічних речовин, що мають миючі, окислювальні, інгібіторні властивості. Зазначено, що використання саме вібраційних методів у поєднанні з традиційними дозволяє отримати найкращі показники якості обробки деталей відносно складних форм, наприклад декоративні елементи.

Аналіз останніх публікацій і досліджень. На даний час на ринку сформувалась певна група підприємств, наприклад Rosler, Walther-Trowal, Brunimat, що спеціалізуються на випуску вібраційного обладнання. Однак і зараз є певні труднощі у виборі певного устаткування для вирішення конкретних задач. Це можна пояснити відсутністю повного розуміння процесів при вібраційній обробці, і як наслідок спрощеного підходу до вибору. Найбільш характерними недоліками технології вібраційної обробки є:

- технологічний час для якісної обробки може сягати до 5 годин;
- можлива різна якість обробки ділянок поверхні для однієї деталі;
- невисока ефективність обробки малогабаритних деталей;
- негативний вплив вібрацій і шумове забруднення середовища під час роботи обладнання, що вимагає додаткових засобів захисту працівників від впливу;
- зниження надійності обладнання через негативний вплив вібрацій на механізми.

До переваг вібраційної технології обробітку можна віднести:

- простота налаштування і регулювання параметрів;
- унікальна можливість організації декількох процесів одночасно. Наприклад з віброобробкою може відбуватись термічна обробка – нагрів, сушка, охолодження. При цьому завдяки особливості конструкції, спосіб підведення теплової енергії може бути різноманітним – конвективним, кондуктивним, радіаційним.

По характеру коливань робочого органу всі існуючі вібраційні установки поділяють на 2 великі групи. Одні з них створюють коливання в одній площині, інші в просторі (по 3 напрямкам). Вважається, що при інших рівних параметрах, установки з просторовими коливаннями мають переваги на 20-25% порівняно з площинними. До недоліків об'ємно-вібраційних установок

можна віднести більш складну конструкцію і складнощі, пов'язані з зміною режимів вібрації. Аналогічні установки знайшли масове застосування на ОАО «МоторСіч» [2].

З метою підвищення продуктивності технологічного процесу в установках, переважно об'ємної дії, вбудовуються розділюючі пристрої – вібросита, сепаратори, з метою скорочення допоміжного часу, пов'язаного з вивантаженням деталей і відділенням абразивних гранул. Однак в 90% випадків ці пристрої не використовуються із-за невідповідності конструкції деталей, що оброблюються.

Постановка задачі. Вдосконалення конструкцій вібраційного обладнання і відповідно технологій повинно відбуватись по таким основним напрямкам:

- скорочення допоміжного часу обробітку;
- вдосконалення конструкцій, що дозволять обробляти деталі, які раніше не могли оброблюватись цим методом, скорочення машинного часу обробки деталей тих форм, які оброблювались раніше;
- якісні зміни самого процесу обробки на основі новітніх конструкцій вібромашин.

Викладення основного матеріалу. Для зменшення кількості технологічних процесів, необхідно в деталях виокремити ідентичні ознаки, що б об'єднати їх в групи, тобто створення певного класифікатора характеристик.

Пропонуються наступні ознаки класифікації: матеріал деталі, максимальні габарити деталі, попередня операція і форма деталі. Орієнтуючись лише на габаритні розміри не враховується маса оброблюваних деталей і відповідно потужність обладнання, і як наслідок зусилля взаємодії абразивної гранули з деталлю.

Класифікація, що наведена, враховує форму оброблюваної деталі в цілому, габарити, масу і матеріал, наведені декілька можливих варіантів по вибору одиничних гранул, робочих рідин і амплітудно-частотних характеристик. Однак не враховується інформація про вихідний стан поверхні деталей, що не дає можливості дати висновок економічної доцільності застосування даного методу обробки.

Наведено аналіз виробів з врахуванням матеріалу, методу отримання заготовки, операцій віброобробки, якості поверхонь у вихідному і кінцевому станах. Однак не наведені конкретні числові значення параметрів для класифікації деталей по встановленим ознакам. Розглянута методика проектування вібраційного процесу має суто теоретичний характер і не допрацьована для практичного використання.

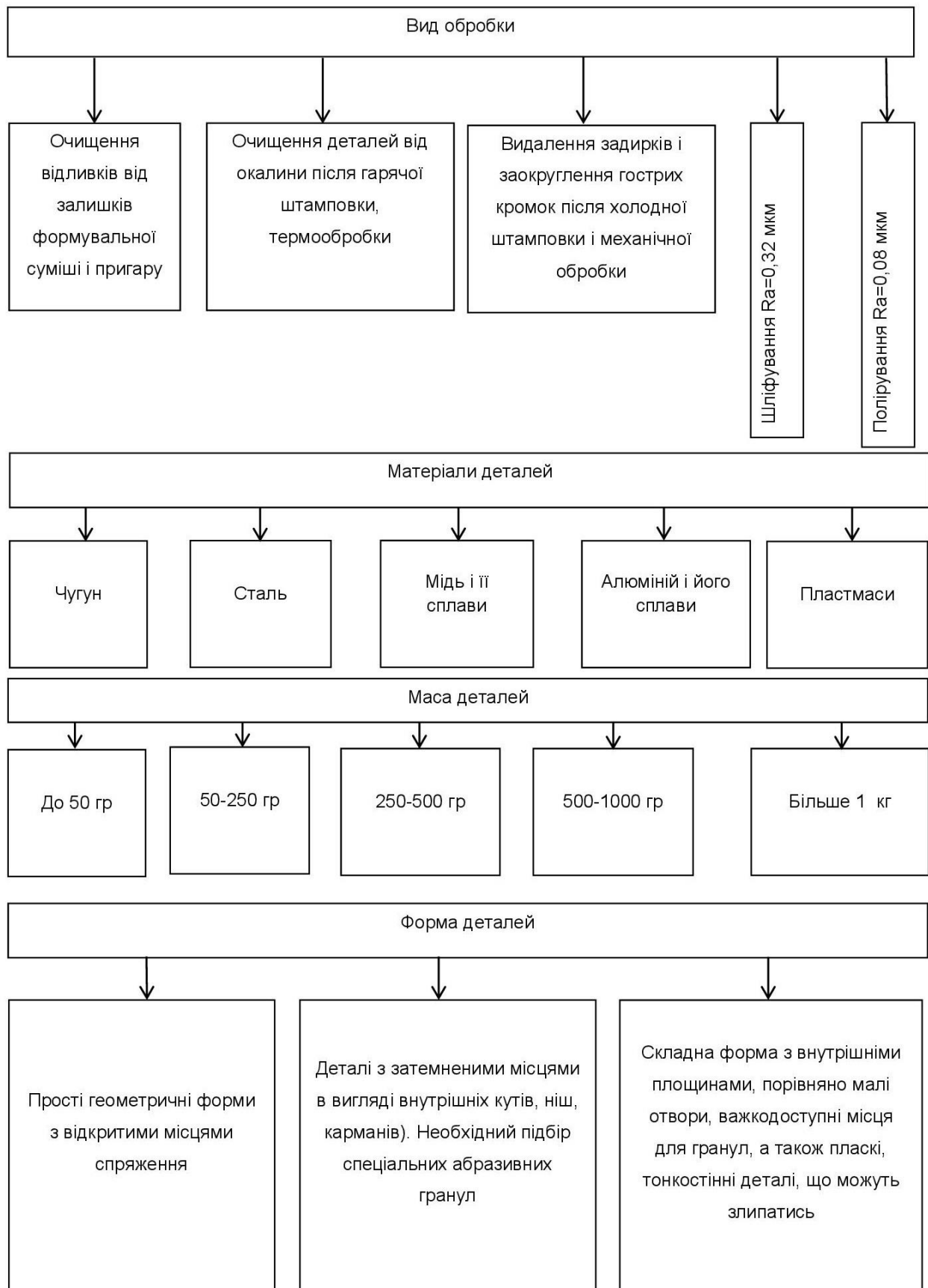


Рис. 1. Класифікатор деталей для технологічних процесів віброобробки

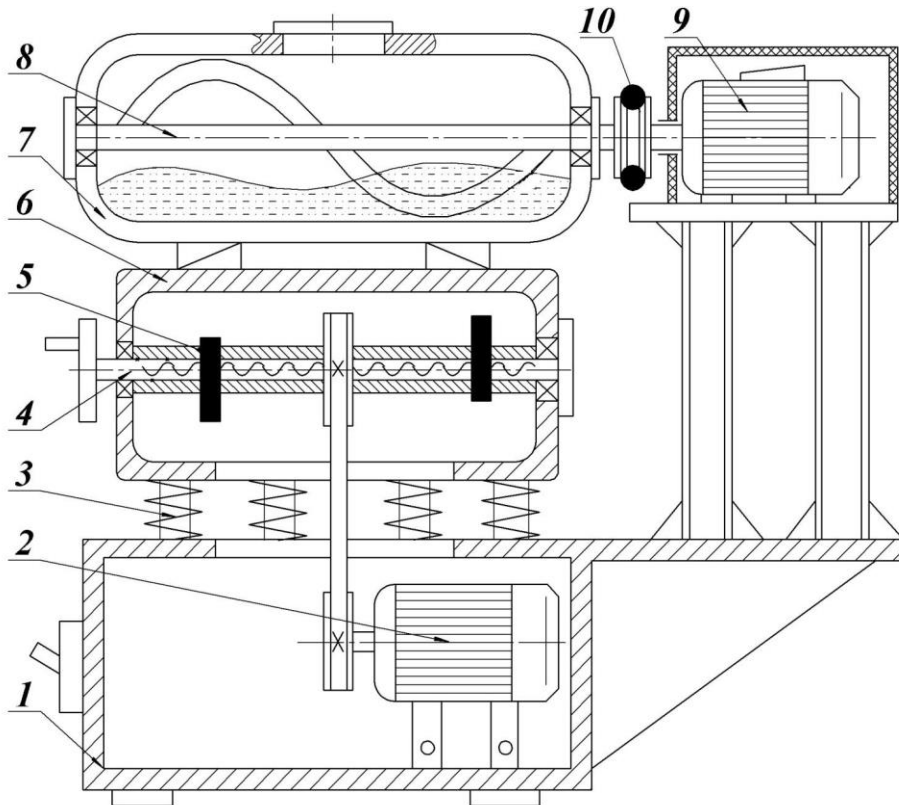
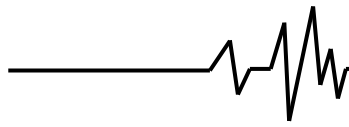


Рис. 2. Принципова схема установки для віброабразивної обробки з горизонтальним положенням активного робочого органу

Розглянемо першу схему. Установка складається з станини 1, в якій розміщено асинхронний двигун 2, який за допомогою пасової передачі передає обертаючий момент на вал 4, що закріплений на підшипниках в корпусі 6. Корпус 6 кріпиться за допомогою пружин 3 до станини 1, де закріплені керовані дебаланси 5. Вал 4 містить ходовий гвинт, за допомогою якого через маховичок можна регулювати амплітуду вібрацій. В камеру 7

завантажуються абразивні гранули та оброблювані деталі. Асинхронний двигун 9 обертає вал зі шнеком 8 через муфту 10. Дія вібрації, а також обертання валу 8 зі шнеком, що активно перемішує робоче середовище і створює складні просторові траєкторії, дозволяє підвищити якість оброблюваних деталей складної форми і збільшити продуктивність процесу.

$$x = A \cdot \cos \beta \cdot \left[(\sin \psi_0 - \sin \psi) + (\psi - \psi_0) \cdot \cos \psi_0 - \frac{(\psi - \psi_0)^2}{2 \cdot \Gamma} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \right], \quad (7)$$

$$y = A \cdot \sin \beta \cdot \left[\sin \psi_0 - \sin \psi + (\psi - \psi_0) \cdot \cos \psi_0 - \frac{(\psi - \psi_0)^2}{2 \cdot \Gamma} \right]. \quad (8)$$

Фазний кут зустрічі ψ_s матеріалу з номінальною поверхнею визначиться з трансцендентного рівняння

$$\sin \psi_0 - \sin \psi_s - \frac{(\psi_s - \psi_0)^2}{2 \cdot \Gamma} + (\psi_s - \psi_0) \cdot \cos \psi_0 = 0, \quad (9)$$

отриманого з (8) за умови рівності нулю відносної координати частинки матеріалу і площини ОВ (рис. 2).

За час відриву від робочої поверхні частинка матеріалу переміститься на величину

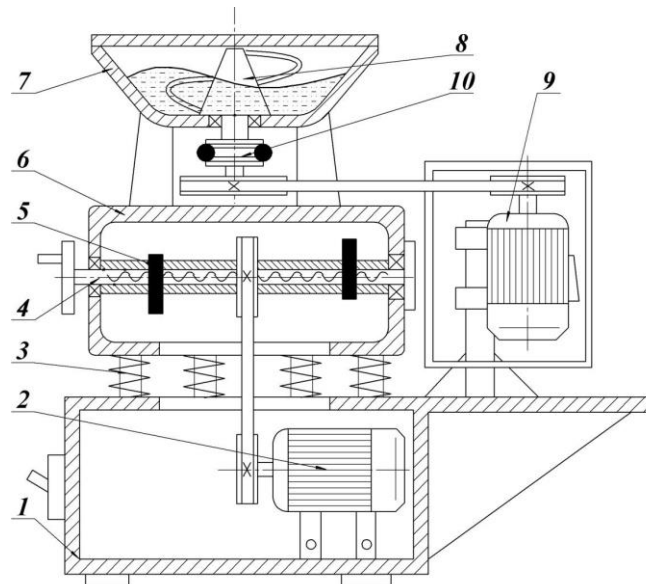


Рис. 3. Принципова схема установки для віброабразивної обробки з вертикальним положенням активного робочого органу

На рис.3. зображено принципову схему установки для віброабразивної обробки з вертикальним положенням активного робочого органу, що має аналогічний принцип дії вищевказаної установки (рис.2), за винятком положення активного робочого органу.

Висновок. Аналіз сучасного обладнання і технологій оздоблювальної обробки дрібних деталей з різних матеріалів та складної форми, в тому числі декоративних елементів, виявив потребу вдосконалення існуючих конструкцій і методів для підвищення якісних показників.

Наведено класифікатор характеристик деталей для віброобробки по певним ознакам для уніфікації технологічних процесів.

З метою підвищення продуктивності і зменшення собівартості оздоблювальної обробки пропонуються конструктивні схеми віброустановок, які реалізують комбінований метод.

Конструктивно установки складаються з вібруючої камери, що має горизонтальне або вертикальне розміщення, та активного робочого органу, що переміщує робоче середовище і створює складні просторові траєкторії переміщення деталей відносно абразивного середовища. Це дозволяє підвищити інтенсивність процесу при високій якості обробітку.

Список використаних джерел

1. Чубик Р. В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини : монографія. Вінниця: ВНАУ, 2011. 355 с. ISBN978-966-2462-35-7.
2. Богуслаев В. А., Муравченко Ф. И., Жеманюк П. Д. Технологічне забезпечення експлуатаційних характеристик деталей ГТД.

Лопатки компресора вентилятора. Запоріжжя: ВАТ «Мотор Січ», 2003. 396 с.

3. Лубенська Л. М., Калмиков М. О., Ясунік С. М. Основи вібраційної технології: навчальний посібник. Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2009. 284 с.

4. Ярошенко Л.В. Експериментальні дослідження розподілу динамічного напору циркуляційного руху робочого середовища в тороїдальних контейнерах вібраційних машин. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. Вип. 3 (94). С. 33 - 44.

5. Берник П. С., Ярошенко Л.В. Вібраційні технологічні машини з просторовими коливаннями робочих органів : Вінниця, 1998. – 116с.

6. Сердюк Л. И., Онищенко В.А. Підвищення надійності і довговічності вібраційної техніки з використанням керованих вібромашин. THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY, RELIABILITY AND LONG USAGE OF TECHNICAL SYSTEMS, AND TECHNOLOGICAL PROCESSES. Hurgada, 2007. P. 47 – 51.

7. Жигилій С. М. Динаміка дебалансного вала керованого віброзбуджувача УВВ-02. Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Полтава : ПолтНТУ, 2012. Вип. 1 (31). С. 186 – 193.

References

1. Chubik R. V., Yaroshenko L. V. (2011). Kerovani vibratsiyni tekhnolohichni mashyny. [Controlled vibrational technological machines]: Monograph. Vinnytsia: VNAU. 355 p. ISBN 978-966-2462-35-7. [in Ukrainian].



2. Boguslaev V. A., Muravchenko F. I., Zhemanyuk P. D. (2003). Tekhnolohichne zabezpechennya ekspluatatsiynykh kharakterystyk detaley HTP. Lopatky kompresora ventilatora. [Technological support for operational characteristics of gas turbine engine parts. Compressor fan blades]. Zaporizhzhia: VAT "Motor Sich". 396 p. [in Ukrainian].

3. Lubenska L. M., Kalmikov M. O., Yasunik S. M. (2009). Osnovy vibratsiynoyi tekhnolohiyi. [Basics of vibration technology]: Educational manual. Luhansk: Publishing house of SNU named after V. Dal. 284 p. [in Ukrainian].

4. Yaroshenko L. V. (2019). Eksperymental'ni doslidzhennya rozpodilu dynamichnoho naporu tsyrkulyatsiynoho rukhu robochoho seredovyscha v toroidal'nykh konteynerakh vibratsiynykh mashyn. [Experimental Studies of the distribution of dynamic pressure of circulation flow of working medium in toroidal containers of vibratory machines. Vibrations in engineering and technologies]. Issue 3 (94). P. 33-44. [in Ukrainian].

5. Beryk P. S., Yaroshenko L. V. (1998). Vibratsiyni tekhnolohichni mashyny z prostоровymy kolyvannyamy robochykh orhaniv. [Vibrational technological machines with spatial oscillations of working bodies]: Vinnytsia. 116 p. [in Ukrainian].

6. Serdyuk L. I., Onyshchenko V. A. (2007). Pidvyshchennya nadiynosti i dovhozhvuchosti vibratsiynoyi tekhniki z vykorystannyam kerovanykh vibromashyn. [Increasing the reliability and durability of vibration equipment using controlled vibro machines.] THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY, RELIABILITY AND LONG USAGE OF TECHNICAL SYSTEMS, AND TECHNOLOGICAL PROCESSES. Hurghada. P. 47 – 51. [in Ukrainian].

7. Zhigilyi S. M. (2012). Dynamika debalansnoho vala kerovanoho vibrozbudzhuvacha UVV-02. [Dynamics of unbalanced shaft of controlled vibro exciter UVV-02.] Collection of scientific papers. Series: Industry mechanical engineering, Construction. Poltava: PoltNTU. Issue 1 (31). P. 186 – 193. [in Ukrainian].

DEVELOPMENT OF A SETUP FOR VIBRATORY ABRASIVE TREATMENT OF SURFACES OF DECORATIVE ELEMENTS WITH AN ACTIVE WORKING TOOL

This work provides an overview of equipment and technologies for decorative-finishing treatment of parts. It is established that the most effective methods are abrasive mechanical processing techniques such as tumbling, vibrational, centric-rotational, and centric-planetary. Each of them exhibits varying levels of efficiency in specific application areas. Currently, these methods ensure the highest processing efficiency and quality while maintaining the lowest product cost and manufacturing complexity.

Technological equipment is currently produced in series, which may include relatively complex assemblies and mechanisms to address complex technological process tasks, each having specific drawbacks. The main directions for improving equipment are identified, and a classifier of part characteristics for vibro-processing is provided to standardize and unify.

Structural schemes for setups for vibratory abrasive processing with actively positioned horizontal and vertical working tools are proposed. The uniqueness of these setups lies in the ability to create vibrational fields of different intensities (controlled vibratory exciter of the working chamber) and to control the intensity of the motion of the working tool. Control over these parameters allows adapting the setup to a specific technological process and achieving optimal technical and economic indicators for vibro-processing parts, especially for decorative elements with complex shapes, small dimensions, diverse material characteristics – varying hardness and viscosity, which may pose challenges with conventional methods.

Keywords: vibrational abrasive processing, active working tool, controlled vibratory exciter, classifier of vibro-processing characteristics.

Відомості про авторів

Коробко Богдан Олегович - професор кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, доктор технічних наук, національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" (Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна, 36011, e-mail: bogdan.korobko@ukr.net, тел. 050 305 4442)

Бугров Дмитро Юрійович – аспірант (2 курс), спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" (Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна, 36011, e-mail: bugrov.dmitriy@gmail.com, тел. 066 691 7914)

Korobko Bogdan - Professor of the Department of Industrial Machine Building and Mechatronics, Doctor of Technical Sciences, at the National University "Poltava Polytechnic named after Yuri Kondratyuk" (24 Pershotravnevyi Ave., Poltava, Ukraine, 36011, e-mail: bogdan.korobko@ukr.net, phone: +380503054442).

Bugrov Dmytro - graduate, specializing 133 "Industrial Machine Building" at the Department of Industrial Machine Building and Mechatronics, National University "Poltava Polytechnic named after Yuri Kondratyuk" (24 Pershotravnevyi Ave., Poltava, Ukraine, 36011, e-mail: bugrov.dmitriy@gmail.com, phone: +380666917914).