

УДК 629.7

УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ В АВТОРЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Кандидати техн. наук О. М. Кириченко, В. П. Раківненко, А. В. Колісник

IMPROVEMENT OF VIBRATING EQUIPMENT FOR CLEANING CONTAMINATION OF PARTS AND UNITS IN AUTO REPAIR INDUSTRY

PhD (Tech.) O. M. Kirichenko, PhD (Tech.) V. P. Rakivnenko, PhD (Tech.) A. V. Kolisnyk

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.203.2023.277907>



***Анотація.** У роботі наведено приклади обладнання для вібраційного очищення забруднень на поверхні окремих деталей і вузлів автомобілів, що підлягають ремонту. Розглянуто удосконалення устаткування, яке полягає в забезпеченні підвищення довговічності та безпечної експлуатації роботи вібраційних пристроїв шляхом усунення резонансного биття під час пускового моменту. Запропоноване обладнання безрезонансного вібраційного очищення від забруднень деталей дає змогу підвищити довговічність і безпеку пристрою за рахунок виключення резонансного биття вібраційного обладнання в момент запуску.*

***Ключові слова:** поверхні деталей автомобілів, віброрідинний спосіб, безрезонансний віброрідинний спосіб, явище резонансу, роторний гідравлічний дебаланс.*

***Abstract.** The paper considers the task of increasing the durability and safe operation of the device by eliminating the resonant beat of the vibration equipment during the starting torque.*

During the operation of automobiles, contaminants form on the surface of individual parts and assemblies, their high-quality cleaning is achieved by chemical and mechanical action on these contaminants. The use of more active chemicals is more costly and pollutes the environment. Therefore, it is desirable to achieve an increase in the efficiency of washing and cleaning by increasing the mechanical effect on pollution.

It is proposed to improve the equipment for the vibrational cleaning of contamination of parts, which allows to ensure the elimination of resonant beating of the vibrating equipment during the application of the starting torque.

The disadvantage of existing technologies is that during the washing and cleaning of parts with the help of vibrating machines, a phenomenon of resonance occurs, that is, a momentary beating occurs, which destroys bearing assemblies and seals, and there is a possibility of chemical liquid spilling out. To ensure the durability and safe operation of vibration devices, it is necessary to eliminate the resonant beating of the vibration equipment during the application of the starting moment.

The technical result, which can be obtained when using a device for resonance-free vibration cleaning of contamination of parts, allows to ensure the elimination of resonant beating of vibrating equipment during the starting moment.

The proposed technology for non-resonant vibration cleaning of contamination of parts, which contains a frame bath, flexible flange and membrane, metal washers, rubber gaskets and a vibration unit with a rotary hydraulic imbalance, in the process of operation, allows to increase the durability and safety of the device by eliminating the resonant beating of the vibrating equipment during starting moment.

Keywords: *vibro-fluid method, non-resonant vibro-liquid method, resonance phenomenon, rotary hydraulic unbalance.*

Вступ. Для забезпечення належної чистоти і якості поверхні деталей автомобілів, що підлягають ремонту та очищенню, розроблено ряд процесів з використанням хімічного і механічного впливу на ці забруднення. Таке спеціальне обладнання, що виготовляється для очищення та миття деталей і вузлів від різних забруднень, дуже потрібно на авторемонтному виробництві. Задовольнити потреби промисловості в цьому плані можна за рахунок впровадження очисних і мийних машин, побудованих на основі вібраційних методів, що забезпечують високу уніфікацію і гнучкість. Використання більш активних хімічних речовин пов'язане зі значними витратами, а також вони забруднюють навколишнє середовище. Тому підвищення ефективності миття і очищення бажано досягати за рахунок збільшення механічної дії на забруднення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] розглянуто методика проектування вібраційних машин для очищення та миття деталей при ремонті у дрібносерійному та одиничному виробництві. У роботі [5] проведено аналіз вібраційних приводів для машин очищення та миття. Визначено, що основним критерієм вибору виду привода є постійність амплітуди коливань привода при зміні частоти коливань. Таким вимогам відповідають механічні ексцентриккові та кривошипно-шатунні приводи. Вони рекомендуються для застосування у вібраційних машинах для очищення та миття. У роботі [2] проаналізовано умови роботи деталей у вузлах вібраційної машини під час роботи і наведено найбільш навантажені деталі, що зазнають циклічних впливів. Подано особливості методики визначення параметрів конструктивних

елементів вузла пульсації вібраційної машини для очищення та миття у програмному продукті Cosmos Works. Недоліком існуючих технологій є те, що під час миття та очищення деталей за допомогою вібраційних машин виникає явище резонансу, тобто з'являється миттєве биття, яке руйнує підшипникові вузли та ущільнення, і виникає можливість виливання хімічної рідини назовні.

Визначення мети та завдання дослідження. Запропоновано удосконалення обладнання для вібраційного очищення забруднень деталей, що дає змогу усунути резонансне биття вібраційного устаткування під час прикладання пускового моменту.

Виклад основного матеріалу. Існують різні конструкції машин і пристроїв з вібраційним приводом, застосовувані для очисних операцій. В одному з таких способів обробка здійснюється у вібраційних камерах – контейнерах [3], у які завантажуються деталі, абразивні наповнювачі та хімічне робоче середовище. У камері здійснюється вібрація у двох чи трьох напрямках. Принципова схема установки наведена на рис. 1.

За останні роки конструкція вібростендів значно змінилася, застосована оригінальна система підвіски рухомих частин, що забезпечує малий опір по осі руху і велику жорсткість по перпендикулярних осях. На сьогодні випускаються електродинамічні вібраційні установки типу УВЕП-4000 [4]. Завдяки новій підвісці та конструкції рухомого столу з застосуванням композиційних матеріалів вдалося значно знизити кількість пошкоджень і досягти малих коефіцієнтів нерівномірності розподілу прискорення та поперечних складових до великих значень частот.

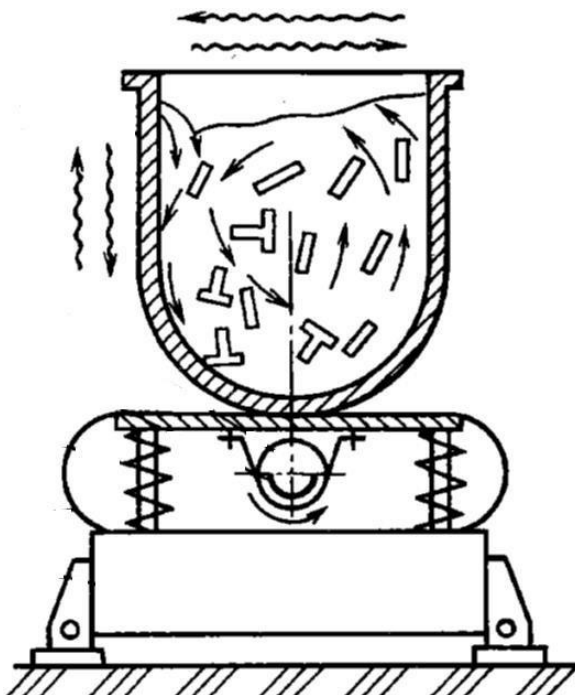


Рис. 1. Схема камери вібраційно-абразивної обробки деталей

Розглянемо вібраційний верстат для обробки деталей у середовищі гранульованого наповнювача [5], що здійснює вібраційну обробку деталей абразивом. Пристрій являє собою двигун, пружно встановлену на основі платформу з контейнером тороїдальної форми, вібратор і розвантажувальний пристрій, виконаний у вигляді з'єднаної з контейнером циліндричної горловини з кришкою.

Він забезпечений дебалансним валом, з'єднаним з двигуном і розміщеним у центральному отворі камери, причому вал виконаний ступінчастим, а вібратор – у вигляді двох дебалансів, один з яких жорстко встановлений на верхньому ступені вала, а другий виконаний з фіксатором і встановлений на його нижньому ступені з можливістю переустановки відносно верхнього дебалансу, при цьому горловина приєднана до контейнера по дотичній, а внутрішній радіус горловини дорівнює радіусу кривизни поперечного перерізу тороїдальної поверхні контейнера. Принципова схема установки наведена на рис. 2.

Розглянемо проблеми, що виникають при роботі вібраційних устаткувань, на прикладі пристрою [6] «Ванна для вібраційного рідкого очищення».

Забруднені деталі завантажуються в корзину, що висить на штангах, закріплених на верхньому поясі каркаса ванни.

Для захисту від вібрації ванна встановлена на пружинних опорах.

Коли частота обертання наближається до власної частоти коливань механічної системи, амплітуда вібрації різко зростає. Це явище називають резонансом [7] (який також називають критичним резонансом або критичною швидкістю обертання). У роторних системах вібрація, викликана обертовим дебалансом, породжує синхронну частоту, що дорівнює частоті обертання ротора. Коли частота обертання ротора наблизиться до власної частоти самої системи, амплітуда вібрації збільшиться. На власній частоті настане резонанс, а вібрація досягне максимальної амплітуди. Зі збільшенням частоти обертання роторного дебалансу відносно власної частоти системи амплітуда зменшуватиметься.

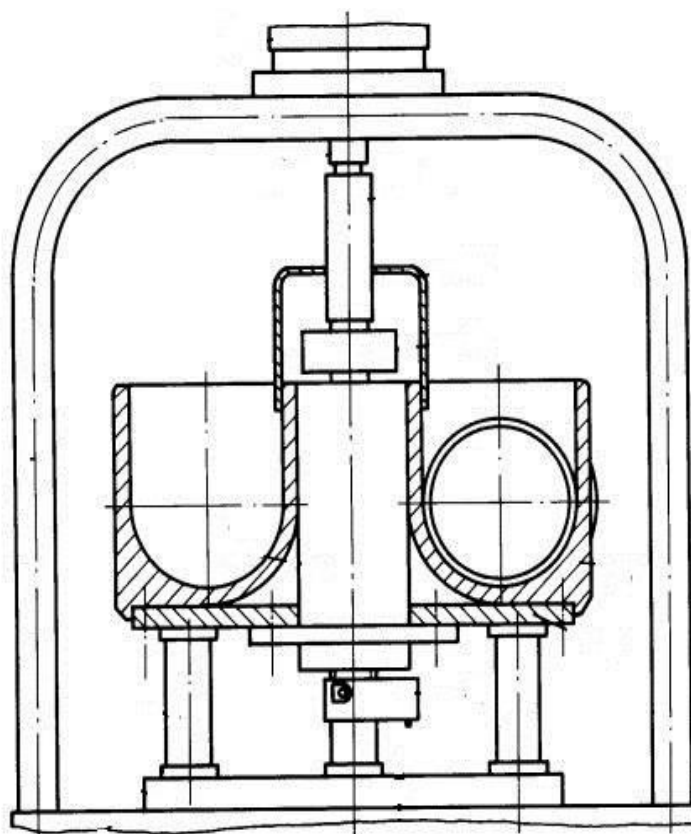


Рис. 2. Вібраційний верстат для обробки деталей у середовищі гранульованого наповнювача

Недоліком усіх вібраційних пристроїв є те, що в момент пуску частота обертання ротора на деяку мить співпадає з частотою вібрації пружинної опори, і виникає явище резонансу, тобто з'являється миттєве биття, яке руйнує підшипникові вузли та ущільнення, і виникає можливість виливання хімічної рідини назвні.

Сильна вібрація на резонансі породжує небезпеку великої напруги в роторі, контакту між ротором і статором і прискореного зношування ущільнень, підшипників, інших вузлів та окремих деталей.

Для забезпечення довговічності та безпечної експлуатації роботи вібраційних пристроїв необхідно усунути резонансне биття вібраційного устаткування під час прикладання пускового моменту.

Розглянемо технологію [8] безрезонансного вібраційного устаткування для очищення забруднень деталей, що

містить каркасну ванну та вібраційний вузол з роторним гідравлічним дебалансом, який у процесі роботи дає змогу підвищити довговічність і безпечність пристрою шляхом усунення резонансного биття віброустаткування під час прикладання пускового моменту.

Принципова схема пропонованої установки наведена на рис. 3.

Пропонована установка містить корзину 1, що висить на штангах 2, каркасну ванну 3, мембрану 4, гнучкий фланець 6, кришку 7 зі шпильками 5, гумові прокладки 19 і 20, металеві шайби 8 і 9, стрижень 10 з кронштейном 11, на якому кріпляться підшипники кочення 12, у яких обертається роторний гідравлічний дебаланс 24, на який передається обертання через клинопасову передачу 17 від електродвигуна 16, встановленого на рамі 13.

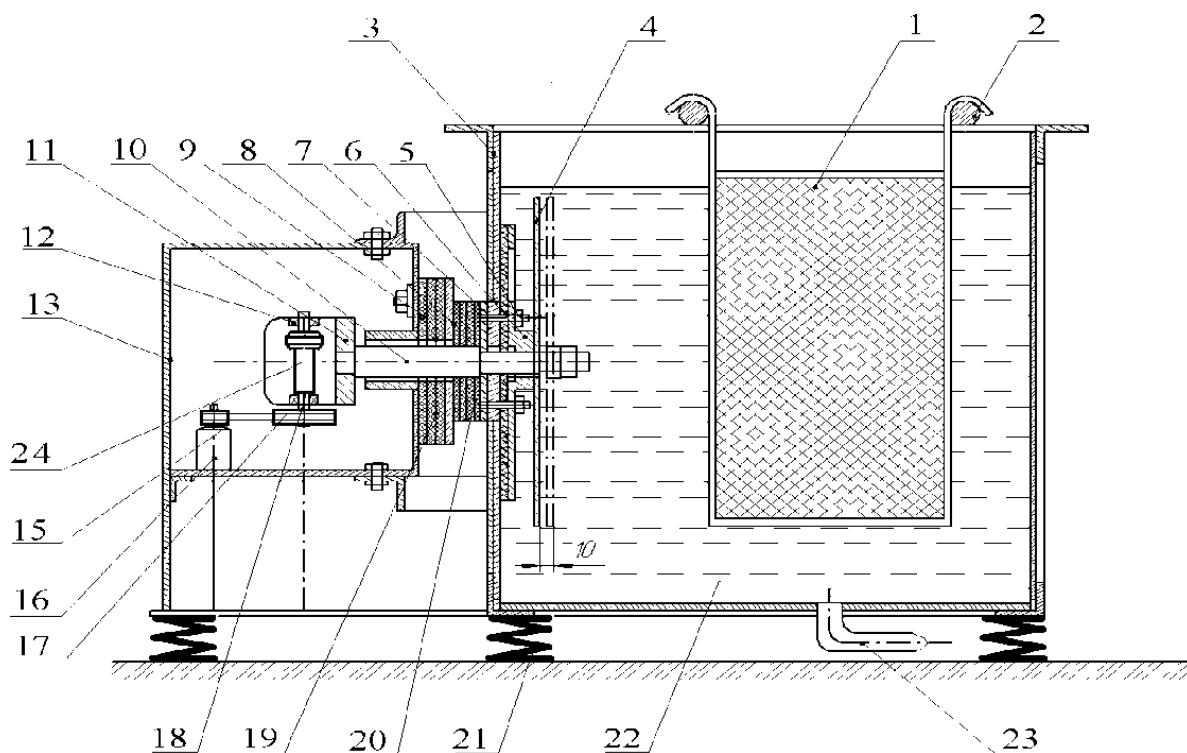


Рис. 3. Ванна для очищення деталей і вузлів безрезонансним віброрідинним способом

Ванна встановлена на пружинних опорах 21. Для зливу розчину 22 передбачений патрубок 23.

Для усунення резонансного биття віброустаткування під час прикладання пускового моменту використовується

запропонований пристрій «Роторний гідравлічний дебаланс» [9].

Принципова схема пропонованого пристрою «Роторний гідравлічний дебаланс» наведена на рис. 4.

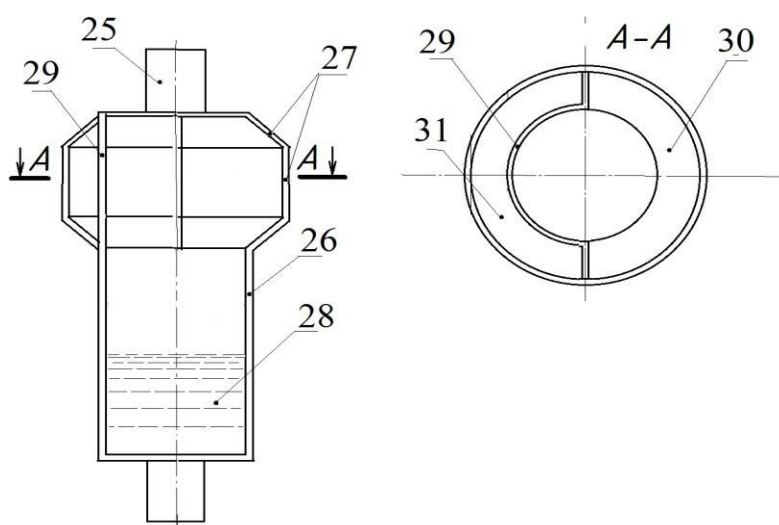


Рис. 4. Роторний гідравлічний дебаланс для установки на ванну для очищення деталей і вузлів безрезонансним віброрідинним способом

Роторний гідравлічний дебаланс містить вал-ротор 25 з порожнистим циліндром 26 і порожнистим циліндром з конічними переходами 27, у яких міститься робоча рідина 28. Перегородка 29 розділяє циліндр з конічними переходами 27 на дві частини – дебалансну камеру 30 і балансну камеру 31.

Принцип роботи пропонованого гідравлічного дебалансу є таким.

На рис. 5 показано різні положення рідини в гідравлічному дебалансі при наборі частоти обертів під час пуску:

а) у статичному положенні ($n=0$);

б) при резонансній частоті обертів ($n = n_{\text{резонанс}}$) під час пуску під дією відцентрової сили рідина починає розміщуватися вздовж стінок циліндра 2. У цю мить вібрація відсутня;

в) максимальному наборі частоті обертів ($n=n_{\text{макс}}$) рідина заповнює дебалансну камеру, і виникає постійна вібрація.

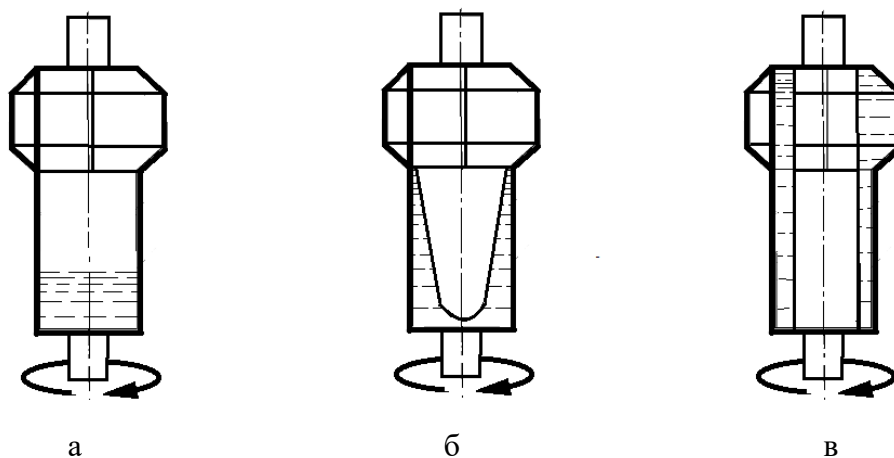


Рис. 5. Положення рідини в гідравлічному дебалансі при наборі частоти обертів під час пуску:

а – кількість обертів $n = 0$; б – кількість обертів $n = n_{\text{резонанс}}$; в – кількість обертів $n = n_{\text{макс}}$

Висновки. Порівняльний аналіз існуючої технології очищення і знежирення деталей у прототипі дає змогу зробити висновок, що пропонований пристрій має безсумнівні переваги експлуатації пристрою, до яких належать підвищення довговічності безрезонансної роботи пристрою у два і більше разів, а також відсутність потрапляння хімічної рідини в

навколишнє середовище. Технічний результат, що може бути отриманий при використанні пристрою для безрезонансного вібраційного очищення забруднень деталей, дає змогу забезпечити усунення резонансного биття вібраційного устаткування під час прикладання пускового моменту.

Список використаних джерел

1. Старий А. Р. Обґрунтування параметрів вібраційної машини для очищення та мийки деталей при ремонті: дис. ... д-ра філософ : 131 – Прикладна механіка. Хмельницький, 2022. 210 с.

2. Старий А., Гордєєв А. Особливості методики визначення параметрів конструктивних елементів вузла пульсації вібраційної машини для очистки та мийки у cosmos works. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/18421> (дата звернення 23.03.2023).
3. Энциклопедия по машиностроению XXL. Віброутворювальна установка. URL: <https://mash-xxl.info/page/021183073058229191211191215105144160133065059000/> (дата звернення 23.03.2023).
4. Електродинамічні вібраційні установки УВЕП. Лабораторні установки. URL: <http://proflab.com.ua/produkt/product-details/1014-elektrodinamicheskie-vibracionnyie-ustanovki-uver.html/> (дата звернення 23.03.2023).
5. Вибрационный станок для обработки деталей в среде гранулированного наполнителя. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2014204C1/ru> (дата звернення 23.03.2023).
6. Ванна для вібраційного рідкого очищення. Энциклопедия по машиностроению XXL. URL: https://mash-xxl.info/searchdata/?squery=%D0%B2%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8&search_area=0 (дата звернення 23.03.2023).
7. Сілін Р. І., Гордєєв А. І. Вібраційне обладнання на основі гідропульсатора: монографія. Хмельницький : ХНУ, 2007. 386 с.
8. Метод підвищення довговічності роботи вібраційного пристрою шляхом усунення резонансного биття під час пуску / В. П. Раківненко О. М. Кириченко, Л. А. Гребеник, Л. П. Іванова. *Збірник наукових праць НАНГУ*. Харків, 2017. Вип. 2. С. 93-95.
9. Вертикальна безрезонансна віброустановка для виробництва бетонних труб великого діаметру: пат. № 107964, МПК В28В 21/14 /Л. А. Гребеник Л. П. Іванова. U201600036; Заявл. 14.01 2016; Опубл. 24.06.2016. Бюл. № 12.

Кириченко Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки, Національна академія Національної гвардії України. ORCID ID [0000-0001-9136-7593].
E-mail: Akirichenko987@gmail.com.

Раківненко Валерія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, завідувача кафедрою інженерної механіки, Національна академія Національної гвардії України. ORCID ID [0000-0002-6136-6191].
E-mail: Valeryrakivnenko@gmail.com.

Колісник Аліна Володимирівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерної механіки, Національна академія Національної гвардії України. ORCID ID [0000-0001-5038-0230]. Tel.: 093-734-41-20.
E-mail: avkolisnyk26@gmail.com.

Kirichenko Oleksandr, PhD (Tech.), Associate Professor, department of Engineering Mechanics, National Academy of the National Guard of Ukraine. ORCID ID [0000-0001-9136-7593]. E-mail: Akirichenko987@gmail.com.

Rakivnenko Valeriya PhD (Tech.), Associate Professor, head of the department of Engineering Mechanics, National Academy of the National Guard of Ukraine. ORCID ID [0000-0002-6136-6191].
E-mail: Valeryrakivnenko@gmail.com.

Kolisnyk Alina, PhD (Tech.), Senior Lecturer, department of Engineering Mechanics, National Academy of the National Guard of Ukraine, ORCID ID [0000-0001-5038-0230]. Tel.: 093-734-41-20.
E-mail: avkolisnyk26@gmail.com.

Статтю прийнято 25.03.2023 р.