

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОСОБУ ЗБУДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ВІБРАЦІЙ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Анотація

У дослідженні експериментально вивчено ефективність методу збудження резонансних коливань за допомогою пасивних автобалансирів для одномасової вібраційної машини з поступальним прямолінійним рухом віброплатформи.

Ключові слова: резонанс, вібрація, вібросито, вібростіл, автобалансир, ефект Зоммерфельда.

Вступ

Серед вібраційних машин, таких як вібросити та вібростоли, найефективнішими з енергетичної точки зору є резонансні конструкції [1]. Вони дають змогу досягати значних вібрацій платформи при використанні віброзбудників з невеликою масою та потужністю. Це зумовлює актуальність загального завдання з розробки нових резонансних вібраційних машин. Одним із способів збудження резонансних коливань є застосування пасивних автобалансирів — кульових, роликових або маятникових типів [2]. Ефективність цього підходу для одномасових систем була досліджена теоретично та підтверджена за допомогою комп'ютерного 3D-моделювання [3].

Метою роботи є експериментальне дослідження динамічних характеристик дослідного зразка універсальної будівельної резонансної машини, в якій збудження вібрацій здійснюється за допомогою кульового пасивного автобалансиру.

Результати дослідження

Запроектовано вібраційну машину з розмірами платформи 1000×600 мм, у якій як віброзбудник застосовано кульовий пасивний автобалансир.

Машина здатна працювати у двох режимах: перший — як вібраційне сито, другий — як вібраційний стіл. Режими відрізняються між собою амплітудою та частотою коливань робочої поверхні.

Відповідно до технічних рекомендацій у САПР SolidWorks із використанням додаткового модуля Cosmos Motion була створена 3D-модель одномасової вібраційної машини з віброзбудником у вигляді кульового автобалансира. Після перевірки працездатності моделі були визначені оптимальні параметри конструкції, на основі яких виготовлено промисловий зразок вібромашини, що є точною копією створеної 3D-моделі.

Перед початком експериментальних досліджень проводиться динамічне балансування вала з автобалансиром у зібраному вигляді (без куль) у власних опорах. Для цього використовується пристрій "Балком 4", а балансування здійснюється у двох площинах корекції: перша — в зоні корпусу автобалансиру, друга — в області шківів. Датчики вібрації встановлюються у місцях кріплення опор вала. Для визначення частоти обертання вала застосовується цифровий оптичний тахометр Venetech HS2234.

На основі отриманих даних визначаються величини коригувальних мас та їхні місця встановлення. Завершальним етапом є проведення контрольного виміру рівня вібрацій для перевірки ефективності балансування.

Після перевірки якості балансування було проведено дослідження прямолінійності руху платформи. Для цього кулі з автобалансиру були вилучені, а на робочу поверхню платформи нанесено чотири контрольні точки. Електродвигун запускався з частотою обертання 25 Гц, піс-

ля чого в кожній контрольній точці одночасно проводилися вимірювання значень віброшвидкості за допомогою приладу «Балком 4».

За результатами вимірювань було встановлено, що відмінність значень віброшвидкості в різних точках не перевищує 25 %, що свідчить про прямолінійність руху всієї робочої поверхні платформи та, відповідно, встановлених на ній решіт.

Наступним етапом було тестування стенда в режимі роботи вібростола. Кулі були вилучені, а на корпусі автобалансиру змінювалась маса дебалансу. Платформа залишалась незавантаженою. Двигун запускали з частотою обертання 50 Гц, а вимірювання переміщення робочої поверхні проводили за допомогою віброметра «Walcom» WM6360.

Після цього здійснювався добір такої дебалансної маси, за якої амплітуда коливань платформи відповідає типовим параметрам промислових вібростолів. Далі проводилося завантаження платформи вантажами масою 25 кг і 55 кг з повторенням експерименту для кожного навантаження.

Також було проведено вимірювання рівня вібрацій з використанням акселерометричних датчиків ММА6231Q 2АХ 4. У режимі спектрального аналізу на екран комп'ютера виводився графік спектра коливань. На частоті 50 Гц було зафіксовано чітко виражений піковий сигнал, що свідчить про наявність однієї домінуючої складової вібрації, спричиненої дебалансною масою, встановленою на корпусі автобалансира.

Тестування стенда в режимі вібростита. Для цього дебалансна маса була вилучена, натомість змінювали кількість і масу куль у системі автобалансиру. Платформа залишалась незавантаженою. Електродвигун запускався з частотою обертання 25 Гц.

Вимірювання переміщень здійснювалося за допомогою кулькової ручки, закріпленої на платформі. Під час роботи установки до ручки підводився аркуш паперу, на якому фіксувалася рівна лінія — результат переміщення платформи. Довжина цієї лінії вимірювалася штангенциркулем і відповідає амплітуді коливань.

На основі отриманих даних підбирали таку кількість і масу куль, за яких амплітуда коливань відповідає нормативним значенням для промислових вібростит. Потім платформа завантажувалася вантажами масою 25 кг і 55 кг, після чого експеримент повторювався.

Також було виконано вимір рівня вібрацій із застосуванням акселерометричних датчиків ММА6231Q 2АХ 4. У режимі спектрального аналізатора на екран комп'ютера виводився графік спектра коливань, на якому на частоті 10 Гц спостерігався чітко виражений пік. Це свідчить про присутність однієї домінуючої складової вібрації, спричиненої дебалансною масою на корпусі автобалансира.

Далі було проведено оцінку енергоефективності запропонованої конструкції віброзбудника. Вимірювали споживання електричної енергії при різних частотах обертання вала та з різними типами віброзбудників.

В результаті проведених досліджень встановлено, що запропонований метод збудження вібрацій є суттєво енергоефективнішим за традиційний класичний спосіб. Також було виявлено, що збільшення маси кулі майже не впливає на енергоспоживання, натомість збільшення дебалансу на корпусі призводить до суттєвого зростання витрат електроенергії, особливо під час пуску двигуна.

Практично можлива одночасна робота машини на двох частотах, що сприятиме підвищенню продуктивності за рахунок інтенсифікації технологічних процесів (утворення киплячого шару) та самоочищенню решета.

Висновки

Експериментальні дослідження показали, що у порівнянні зі звичайною інерційною вібромашиною нова конструкція має продуктивність вищу на 15–25% при зниженому на 10–40% споживанні електроенергії. При цьому дебалансні маси у новому віброзбуднику менші у 4–6 разів порівняно з традиційним інерційним віброзбудником. У подальшому планується модернізація конструкції з переходом на двомасову систему, що дозволить зменшити негативний вплив вібрацій на оператора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ланець, О. С. Високоєфективні міжрезонансні вібраційні машини з електромагнітним приводом (Теоретичні основи та практика створення): монографія / О. С. Ланець. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», – 2008. – 324 с.
2. Filimonikhin, G. B., Yatsun, V. V. (2015). Method of excitation of dual frequency vibrations by passive autobalancers. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, 4(7(76)), 9–14. doi: 10.15587/1729-4061.2015.47116. 2. Majumder, P., Maity, S. (2022). A critical review of different works on marine propellers over the last three decades. *Ships and Offshore Structures*, 18(3), 391–413. <https://doi.org/10.1080/17445302.2022.2058767>
3. Filimonikhin G., Yatsun V., Lichuk M., Filimonikhina I. (2016) Research by a 3D modelling of the screen box flat translatory vibrations excited by a ball auto-balancer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – Vol. 6, N 7 (84). – P. 16–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.854604>. Oli-jnichenko, L., Filimonikhin, G., Nevdakha, A., Pirogov, V. (2018). Patterns in change and balancing of aerodynamic imbalance of the low-pressure axial fan impeller. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, 3(7(93)), 71–81. <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133105>

Яцун Володимир Володимирович — доктор. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький,
e-mail: yvkr@i.ua

Experimental study of a method for exciting resonant vibrations

Abstract

The study experimentally studied the effectiveness of the method of exciting resonant oscillations using passive self-balancers for a single-mass vibrating machine with translational rectilinear motion of the vibrating platform.

Keywords: resonance, vibration, vibrating screen, vibrating table, autobalancer, Sommerfeld effect..

Yatsun Volodymyr V. — Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Road Cars and Building, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi,
e-mail: yvkr@i.ua