

---

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**



# **Матеріали**

**VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції  
«Створення, експлуатація і ремонт  
автомобільного транспорту та  
будівельної техніки»  
24 квітня 2025 р.**

**Полтава 2025**

---

---

збурюючій силі гідромотору. Під час роботи підвіски–віброгасника для навішування гідромолота на екскаватор здійснюється зміна інерційно–жорсткісних параметрів віброзахисної системи. Розроблена підвіска–віброгасник відноситься до навісного обладнання екскаваторів з гідравлічним приводом для руйнування твердих матеріалів пристроями (механізмами) ударної дії. Корпус гідромолота підвішується за допомогою підвіски–віброгасника, яка має певну жорсткість. Під час роботи підвіски–віброгасника для навішування гідромолота на екскаватор на неї з однієї сторони діє сила реакції гідромолота, а з другої – сила притиснення (від екскаватора) при плаваючому положенні корпусу.

Одержані результати наукових досліджень віброзахисту екскаваторів, які експлуатуються з навісними ударними пристроями (гідромолотами), з застосуванням математичної програми MathCAD, можуть бути успішно використані при розробленні, а також при визначенні динамічних навантажень аналогічних віброзахисних систем, які використовуються в промисловості.

#### *Література*

1. Повідайло В.О. *Вібраційні процеси та обладнання* / В.О. Повідайло: Навч. посібник. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. – 261 с.
2. Чабан В. Й. *Математичне моделювання в електротехніці* / В.Й. Чабан. – Львів.: Вид-во Тараса Сороки, 2010. – 508 с.
3. Kaplan, D. *Understanding Nonlinear Dynamics* / D. Kaplan, L. Glass. – New York: Springer-Verlag, 2015. – 420 p.

**УДК 666.97.033**

*Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент  
Шека Олександр Павлович, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНОЇ ВІБРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОПОРИ ЗМІННОЇ ЖОРСТКОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАНУВАННЯ ТРИФАКТОРНОГО РОТОТАБЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Вібраційні площадки вантажопідйомністю до 300 кг переважно з об'ємним або поверхневим ущільненням бетонних сумішей застосовують для формування малогабаритних та дрібноштучних виробів. Як правило, вони відносяться до класу одномасових вібраційних машин із гармонійним зарезонансним режимом роботи [1]. Їхні рухомі рами або плити встановлюють на пружні віброізоляційні опори і приводять у коливальний рух від зовнішніх дебалансних віброзбуджувачів. Наймасовішими є вібраційні площадки з вертикально напрямленими коливаннями з циклічними частотами вимушених коливань 25 – 50 Гц, амплітуди вібропереміщень робочих органів яких лежать в межах 0,3 – 0,6 мм [2 – 4].

---

Оскільки амплітуда вимушених коливань робочого органа вібромашини опосередковано залежить від жорсткості її пружного віброізоляційного елемента, то за її числовими значеннями можна оцінювати якісь ущільнення різних сортів бетонних сумішей, і відповідно – технологічну придатність самої опори.

Визначення оптимальних значень амплітуди вібропереміщень точок поверхні робочих органа потребує проведення серії випробувань, які дозволять побудувати достовірну математичну модель.

На амплітуду вимушених коливань робочого органа віброплощадки впливають різні фактори: частота вимушених коливань системи, маса робочого органа, маса і склад бетонної суміші, жорсткість віброізоляційних опор віброплощадки, статичний момент дебаланса, змушувальна сила, наявність і маса привантажувача, час ущільнення бетонної суміші та інші.

Під час проведення експериментальних випробувань на вібраційній площадці для формування малогабаритних виробів досліджувався вплив жорсткості розробленої нами на основі гумовордного матеріалу віброізоляційної опори [5] на амплітуду вимушених коливань робочого органу.

В якості вхідних незалежних факторів, що визначають мінливість амплітуд вібропереміщень точок поверхні робочого органа, взято змінювану жорсткість чотирьох віброізоляційних опор, відстань точок поверхні віброплити від коливного центра та масу бетонної суміші з формою. До цих факторів висувалися наступні вимоги – вони повинні бути керованими та змінюватися в таких межах, щоб різниця їх рівнів варіювання була суттєвою.

Для визначення виду функціональної залежності фактори змінювалися на трьох рівнях. В подальшому виконувався статистичний аналіз з метою одержання функціональної залежності у вигляді регресії за допомогою рототабельного центрально-композиційного плану трифакторного експерименту другого порядку.

Всі вхідні фактори, що є аргументами шуканої функціональної залежності, мають різні розмірності, а числові значення величин цих факторів – різні порядки. Тому для отримання поверхні відгуку цієї функції було здійснено операцію кодування факторів, яка є лінійним перетворенням факторного простору. Встановлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: максимальний +1, середній 0, мінімальний -1, зіркові значення.

Після обробки експериментальних даних та перевірки на адекватність отриманої функціональної залежності, було одержано уточнене рівняння множинної регресії другого порядку:

$$\hat{y} = 0,22346 + 0,02320x_1 + 0,03920x_2 + 0,05354x_1^2 - 0,02846x_2^2 - 0,01346x_3^2 + 0,01325x_1x_3 + 0,01475x_2x_3 \quad (1)$$

де  $\hat{y}$  – амплітуда вимушених коливань, яка оптимізується;

$x_1, x_2, x_3$  – вхідні фактори у кодованій формі.

Таблиця 1 – Фактори, їх рівні та інтервали варіювання

| Рівні досліджуваних факторів      | Досліджувані фактори                            |        |  |        |  |        |
|-----------------------------------|---|--------|--|--------|--|--------|
|                                   | Жорсткість віброізоляційних опор $c_{із}$ , Н/м |        | Відстань від коливного центра $l$ , мм |        | Маса бетонної суміші з формою $m_{зав}$ , кг |        |
|                                   | $X_1$   | $X_1$  | $X_2$                                  | $X_2$  | $X_3$  | $X_3$  |
| Зоряна точка $+\alpha$            |   | +1,682 |  | +1,682 |  | +1,682 |
| Верхній рівень $X_{i\max}$        | 1218,5  | +1     | 0                                      | +1     | 130  | +1     |
| Нульовий рівень $X_{0i}$          | 2437  | 0      | 253,75                                 | 0      | 110  | 0      |
| Нижній рівень $X_{i\min}$         | 3655,5  | -1     | 507,5                                  | -1     | 90   | -1     |
| Зоряна точка $-\alpha$            |   | -1,682 |  | -1,682 |  | -1,682 |
| Інтервали варіювання $\Delta X_i$ | -1218,5   | 1      | -253,75                                | 1      | 20   | 1      |

Таблиця 2 – Значення розрахованих критеріїв до отриманої регресійної моделі

| Критерії оцінки                   | Позначення критерію | Функція відгуку $\hat{y}$ |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Дисперсія відтворюваності         | $S_{\bar{y}}$       | 0,0493                    |
| Дисперсія адекватності            | $S_{ад}$            | 0,0257                    |
| Критерій Фішера                   | $F_p$               | 0,273                     |
| Граничне значення критерію Фішера | $[F_p]$             | 19,3                      |
| Критерій Стьюдента                | $t_m$               | 4,30                      |

Визначимо оптимальні значення вхідних факторів у кодованій формі, провівши диференціювання рівняння регресії по цих факторах. Прирівнюючи одержані вирази до нуля, отримаємо систему 3-х лінійних алгебраїчних рівнянь, яку розв'язуємо за допомогою метода Крамера:

$$\begin{cases} 0,02320 + 0,10708x_1 + 0,01325x_3 = 0, \\ 0,03920 - 0,005992x_2 + 0,01475x_3 = 0, \\ -0,2692x_3 + 0,01475x_2 + 0,01325x_1 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Система рівнянь (2) має розв'язки:

$$x_1 \approx -0,2692; \quad x_2 \approx 7,985; \quad x_3 \approx 0,4243$$

Розкодувавши одержані значення параметрів у кодовій формі, одержимо

оптимальні значення натуральних параметрів віброізоляційних опор:

$$- X_1 = 0,8654C_0 = 0,8654 \cdot 2437 = 2109 \text{ Н/м};$$

$$- X_2 = 0 \text{ м};$$

$$- X_3 = 2 \cdot 0,4243 + 110 = 110,85 \text{ кг}.$$

### Література

1. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем (2-е видання) /І.І. Назаренко. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. –440 с.

2. Ланець О. С. Основи розрахунку та конструювання вібраційних машин: Книга 1. Теорія та практика створення вібраційних машин з гармонійним рухом робочого органа : навч. посіб./ О. С. Ланець. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 612 с.

3. Назаренко І.І. Огляд і аналіз вібраційного обладнання для формування плоских залізобетонних виробів / І. І. Назаренко, О. П. Дедов, О. С. Дьяченко, А. Т. Свідерський // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2017. – Вип. 90. – с. 49-58.

4. Дудар І. Н. Технологія роздільного віброімпульсного формування каменебетонних виробів : монографія / І. Н. Дудар, В. П. Загреба, А. О. Коваленко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 92 с.

5. Шека, О. П. Обґрунтування доцільності застосування вібраційних опор зі змінними параметрами / Шека, О. П. Яковенко, А. М. Ведмідь, В. В. // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво / голов. ред. С.Ф. Пічугін. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2022. – Вип. 2 (59). – С. 27–34.

**УДК 693.542**

*Тойстер Руслан Володимирович, аспірант*

*Храпач Антон Валерійович, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКО-ЛОПАТЕВОГО РОЗЧИНОЗМІШУВАЧА**

У роботі досліджено шнеко-лопатевий розчинозмішувач комбінованого типу для приготування багатофазного будівельного розчину. Проаналізовано конструкцію змішувача з вертикальними стрічковими шнеками та планетарними лопатями. Розроблено математичну модель перемішування, яка враховує гідродинамічні характеристики потоку, що виникає у змішувальній камері. Надано аналітичні залежності для визначення швидкості перемішування та граничних параметрів робочих елементів.

Особливу увагу приділено комбінованій конструкції, яка поєднує вертикальні стрічкові шнеки та планетарні лопаті.

Такий підхід дозволяє забезпечити рівномірне перемішування, зменшити