

Аналіз сучасних конструкцій навісних віброзбудників коливань та їх технічних параметрів

Дьяченко Олександр, к.т.н., доцент¹ (ORCID: 0000-0001-8199-2504), Слюсар Володимир, асистент¹ (ORCID: 0000-0003-4332-3144), Нестеренко Микола, к.т.н., доцент² (ORCID: 0000-0002-4073-1233), Морсков Олександр, студент¹ (ORCID: 0009-0001-8176-6328)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

² Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Першотравневий проспект, 24, Полтава

АНОТАЦІЯ

У роботі оглянуті напрямки використання навісних віброзбудників коливань. Наведено класифікацію основних конструкцій вібраційних машин для об'ємного ущільнення бетону і визначено параметри, які залежать від параметрів і конструкції віброзбудників коливань. Розглянуті типи конструкцій віброзбудників коливань, визначені їх недоліки і переваги. Виконано пошук існуючих конструкцій та проаналізовано їх параметри. Визначено, що пневмопланетарні навісні віброзбудники коливань мають найменший критерій мас неврівноважених частин і перевагу в відношеннях змушуючої сили, що генерується на одиницю маси у порівнянні з електричними і гідравлічними відцентровими аналогами. Також відмічено переваги завдяки їх надійності, низькій масі, можливості регулювання частоти коливань і змушуючої сили.

Ключові слова: навісний віброзбудник коливань, вібрації, змушуюча сила, ущільнення, транспортування

1. ВСТУП

У результаті бойових дій станом на кінець весни 2023 року було суттєво пошкоджено або повністю зруйновано понад 170 тисяч будівель. [1].

Потреба у будівництві нових будівель, відновленні, ремонті або реставрації пошкоджених буде лиш зростати з часом, тому виготовлення сучасних і якісних будівельних матеріалів і виробів промисловістю України є важливою запорукою відновлення. Згідно результатів опитувань експертів виявлено, що у процесі відбудови України найбільшого розвитку отримають два сектори – будівельні підприємства та військово-промислові комплекси[2].

У технологічних процесах виробництва будівельних матеріалів і виробів, а також у суміжних процесах широкого використання отримали процеси із залученням вібраційної дії.

Технологічні процеси у свою чергу складаються з переліку різних видів операцій, які необхідні для його виконання. До таких видів операцій відносять основні, обслуговуючі і допоміжні.

Вібраційна дія поширена як в основних операціях (сортування сипких матеріалів, дроблення гірської породи, ущільнення бетону тощо) так і в обслуговуючих (інтенсифікація розвантаження вантажних смонтей, переміщення сипких матеріалів тощо).

2. МЕТА РОБОТИ

Операції інтенсифікації розміщення бетону у формі (формування), а також витіснення повітря і зайвої рідини (ущільнення) у процесі виготовлення бетонних виробів і конструкцій є одними із найбільш відповідальних[3]. З усіх способів ущільнення і формування найбільшого розповсюдження отримав спосіб об'ємного вібраційного ущільнення.

Метою роботи є виконання огляду існуючих конструкцій віброзбудників коливань, які виготовляються промисловістю та аналізу їх технічних параметрів.

Для досягнення мети необхідно виконати завдання:

- визначити параметри вібраційних машин, на які чинить вплив конструкція і технічні параметри віброзбудників коливань;

- виконати пошук і огляд існуючих конструкцій навісних віброзбудників коливань;

- проаналізувати їх технічні параметри, виявити недоліки і переваги для використання на вібраційних машинах для формування і ущільнення бетону.

3. ПАРАМЕТРИ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН ОБ'ЄМНОГО УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОНУ

Конструкції вібраційних машин, які використовуються для ущільнення бетону при потоково-агрегатній, а також конвеєрній технології здебільшого поділяються на наступні види[4]: блочні з примусовою синхронізацією віброблоків (рис.1, а); блочні без примусової синхронізацією віброблоків (рис.1, б); рамні зі знімними формами (рис.1, в); стаціонарні вібростоли (рис.1, г); поворотні (перекидні) вібростоли (рис.1, д); віброустановки палетного типу (рис.1, е).

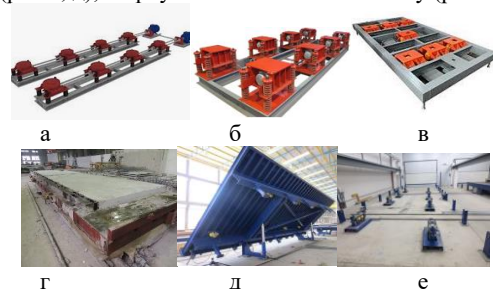


Рисунок 1. Вібраційні машини різних конструкцій

Серед параметрів вібраційної машини для ущільнення бетону виділяють наступні: пружно-інерційні параметри (коефіцієнт пружності опор c , маса m_l); амплітуда X і частота коливань ω ; швидкість \dot{X} і прискорення \ddot{X} коливань; статичний момент m_{0r0} і змушуюча сила F_0 ; потужність на ущільнення P_k .

Величини амплітуд коливань вібраційної машини при різних режимах роботи визначаються за формулами[5]:

- при дорезонансному режимі роботи:

$$x_0 = F_0 \cos \varphi / (c - m\omega^2); \quad (1)$$

- при резонансному режимі роботи:

$$x_0 = F_0 / b\omega; \quad (2)$$

- при зарезонансному режимі роботи [34,58]:

$$x_0 = -F_0 \cos \varphi / (c - m\omega^2), \quad (3)$$

де b – коефіцієнт опору; φ – фазовий кут коливань.

Кутова частота коливань ω і величина змушуючої сили F_0 , а також напрямок коливань вібромашини залежать від конструкції і технічних параметрів віброзбудника коливань.

4. ОГЛЯД НАВІСНИХ ВІБРОЗБУДНИКІВ КОЛИВАНЬ ТА АНАЛІЗ ЇХ ПАРАМЕТРІВ

За принципом дії існуючі віброзбудники коливань ділять на чотири групи: електромагнітні (електромеханічні) віброзбудники коливань (рис.2, а); пневмо- та гідромеханічні віброзбудники коливань (рис.2, б); механічні віброзбудники коливань (рис.2, в); інерційні віброзбудники коливань (рис.2, г).

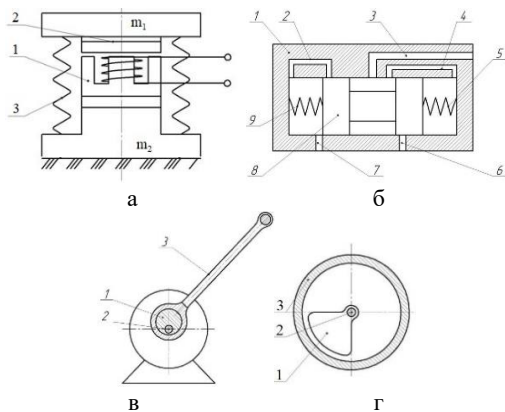


Рисунок 2. Принципові схеми конструкцій віброзбудників

У електромагнітних збудниках коливань змушуюча сила створюється магнітним полем, яке виникає коли через обмотку електромагніту пропускається змінний або пульсуючий струм, який спричиняє періодичне намагнічування осердя, внаслідок чого виникають періодичні сили притягання якоря до осердя. Зворотній рух осердя відбувається під дією відновлювальної сили пружин. Переваги таких віброзбудників полягають у можливості регулювання амплітуди коливань без зміни частоти коливань, відсутність елементів тертя, створення напрямлених коливань. Недоліки: великі габарити, маса, а також висока ціна обладнання.

У пневмо- та гідромеханічних збудниках коливань змушуюча сила створюється внаслідок зворотно-поступального руху поршня або іншого елемента під дією стиснутого повітря або напору рідини.

До переваг відносять простоту конструкції, можливість регулювання частоти коливань, створення напрямлених коливань. Недоліки - невисока частота коливань.

До механічних належать віброзбудники коливань в яких обертальний рух вала перетворюється в коливний рух шатуна, який приєднаний до робочого органу машини. Основними різновидами є: кривошипно-шатунні, ексцентриккові, кулачкові. До переваг відносять можливість створювати великі змушуючі сили при малих частотах коливань. Недоліком є знос механічних частин, складність конструкції.

Інерційні віброзбудники поділяються на два види: відцентрові, які розвивають інерційні сили за рахунок обертання неврівноважених масивних елементів і інші у яких інерційні сили розвиваються від не обертального руху неврівноважених масивних елементів.

Найбільшого розповсюдження отримали віброзбудники інерційного типу завдяки їх малим габаритним розмірам, масі, простоті конструкції та надійності.

Виконано пошук і аналіз різних варіантів і конструкцій навісних відцентрових збудників коливань, що пропонуються на ринку з порівняною величиною змушуючої сили, що генерується віброзбудниками.

Критеріальний аналіз віброзбудників проводився за наступними критеріями:

- критерій статичних мас неврівноважених частин

$$K_1 = m_0 r_0 = F_0 / \omega^2; \quad (4)$$

- критерій відношення змушуючої сили, що генерується, до маси збудника коливань

$$K_2 = F_0 / m_e; \quad (5)$$

де m_e - маса вібратора, кг.

5. ВИСНОВОК

У результаті аналізу конструкцій виявлено ключові переваги навісних відцентрових віброзбудників коливань (пневмопланетарні або дебалансні з електричним, гідравлічним чи пневматичним приводом), що сприяють їх поширенню у будівельній галузі.

За результатами критеріального аналізу визначено, що найбільш прийнятними за характеристиками виявилися пневматичні планетарні вібратори, оскільки вони мають найменший критерій мас неврівноважених частин K_1 , що впливає на ресурс вібратора, переваги в відношеннях змушуючої сили, що генерується на одиницю маси K_2 у порівнянні з електричними і гідравлічними відцентровими аналогами. Серед переваг пневматичних планетарних вібраторів варто відмітити простоту конструкції, надійність, можливість регулювання обертів в деяких межах без застосування додаткових пристроїв і малу масу.

Список літератури

- [1] До і після. Погляд з супутника на міста України, зруйновані Росією: вебсайт. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/skhemy-rik-vtorhnennya-suputnyk/32279385.html>.
- [2] Перспективні галузі економіки, прогнози розвитку після війни. URL: <https://blog.youcontrol.market/perspektivni-ghaluzi-iekonomiki-proghnozi-rozvitku-pislia-viini/>
- [3] Ручинський М. М., Свідерський А. Т., Дьяченко О. С. Огляд і аналіз існуючих режимів ущільнення бетонних сумішей. *Матеріали науково-технічної конференції "Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта"*. 2019.
- [4] Nazarenko I., Diachenko O., Pryhotskiy V., Nesterenko M. Structural analysis of vibration platform for panel units forming and consideration of its utilizing options. *Industrial Machine Building, Civil Engineering*. 2021. Vol. 1(56). P. 37-42.
- [5] Назаренко І. І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем: навчальний посібник. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2010.