

КОСМИНСЬКИЙ Ігор Владленович, асистент

Народився в 5 лютого 1971 р. м. Києві.

В 1997 році закінчив КДТУБА за спеціальністю інженер-механік. 1988-1991 – працює в інституті "Київоргбуд".

З 1991 року працює в КНУБА на кафедрі ЕРБМ (нині МОТП) інженером, зав. лабораторією. З 1999 р. – асистент кафедри МОТП.

Автором видано 4 статті, 1 свідоцтво про винахід

Основні напрямки наукової діяльності: дослідження вібраційного ущільнення будівельних сумішей із використанням довантажувачів

ДОВАНТАЖУВАЧІ В ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУ

Актуальність роботи. Підвищення ефективності виробництва та якості бетону, що випускається, зокрема, отримання швидкотвердуючих та економічних бетонів є важливою техніко-економічною проблемою технології будівництва будинків та промислових споруд, що пов'язано з використанням щільних бетонів з низьким водоцементним відношенням та невеликими витратами в'язучого. Разом з тим використання жорстких бетонних сумішей викликає технологічні труднощі, зв'язані з необхідністю їх швидкого та високоякісного ущільнення. Тому виникає необхідність удосконалення обладнання для ущільнення, методів підпору та оптимальних режимів ущільнення, що буде мати позитивний вплив на економію матеріалів та якість і вартість продукції.

Розв'язання цієї проблеми можна досягнути за допомогою використання довантажувачів. На сьогодні накопичений чималий досвід використання довантажувачів на підприємствах по виробництву будівельних матеріалів. Але з аналізу літератури можна зробити висновок про практичну відсутність обґрунтованих рекомендацій по вибору типу довантажувача, а також про існуючі суттєві протиріччя щодо визначення величин привантаження. Пояснити це можна відсутністю інженерної методики розрахунку, в основу якої повинні бути покладені адекватні математичні моделі, які відтворюють динаміку системи "робочий орган – середовище – довантажувач".

Відсутність науково обґрунтованих рекомендацій по вибору типу та величини довантаження не дозволяє визначити оптимальний режим вібрування та в повній мірі використати ефект довантажувача. Тому пошук теоретичного розв'язку задачі оптимізації режимів формування виробів з застосуванням довантажувача є актуальною проблемою.

Задача вирішена на основі методу запропонованого в роботі [2]. Суть методу полягає в тому, що загальна дискретно-континуальна схема "машина - середовище" може бути зведена до дискретної з урахуванням хвильових явищ в бетонній суміші. Оскільки бетонна суміш є елементом, що пов'язує між собою віброплощадку та довантажувач, то в розрахунковій схемі може бути репрезентована, як система з дискретними так і з континуальними, тобто можливі дві розрахункові схеми.

Обидві розрахункові схеми можуть достовірно моделювати коливання системи "віброплощадка – бетонна суміш – довантажувач" в кожному окремому випадку. Вибір тієї чи іншої схеми розрахунку середовища повинен ґрунтуватися на конкретних умовах формування, що враховують, як параметри віброплощадки і довантажувача, так і властивості суміші і розміри виробу, що формується.

Розглянемо модель коли бетонна суміш репрезентована з розподіленими параметрами

Хвильове рівняння руху суміші може бути представлено у вигляді [2] :

$$c^2(1+\gamma)\frac{\partial^2 x}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}, \quad (1)$$

де c – швидкість розповсюдження коливань; $\frac{\partial^2 x}{\partial z^2}$ – друга похідна переміщення за

координатою z ; $\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$ – прискорення елементарного шару.

Знайшовши часткове розв'язання рівняння (1) та після алгебраїчних перетворень, отримаємо загальний розв'язок диференційного рівняння для системи "віброплощадка – бетонна суміш – довантажувач":

$$x_{(z,t)} = A_1 e^{\alpha z + i(\beta z - \omega t)} + A_2 e^{-\alpha z - i(\beta z + \omega t)}, \quad (2)$$

де $\alpha = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\sqrt{1+\gamma^2}-1}{2(1+\gamma^2)}}$ – коефіцієнт згасання хвиль, що розповсюджуються в шарі;

$\beta = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\sqrt{1+\gamma^2}+1}{2(1+\gamma^2)}}$ – коефіцієнт, що впливає на довжину хвилі.

Знайдемо сталі інтегрування, знаючі граничні умови на кінцях стовпа, що піддається вібрації ($z=0$, $z=h$):

$$A_1 = -\frac{F_0(c_{np} - m_{np}\omega^2 + \mu)e^{-\varphi} + F_{np}(c_e - m_e\omega^2 - \mu)}{\Delta}$$

$$A_2 = \frac{F_0(c_{np} - m_{np}\omega^2 - \mu)e^{-\varphi} - F_{np}(c_e - m_e\omega^2 + \mu)}{\Delta}, \quad (3)$$

де $\Delta = 2\mu \left\{ (c_e - m_e\omega^2) \left[(c_{np} - m_{np}\omega^2) \frac{Sh\varphi}{\mu} - ch\varphi \right] - (c_{np} - m_{np}\omega^2) ch\varphi + \mu Sh\varphi \right\}$ – визначник

системи; S – площа поздовжнього перерізу стовпа бетонної суміші; h – товщина шару суміші, що формується.

Підставивши значення інтегрування (2) до (3) отримаємо розв'язок диференційного рівняння, що описує динаміку системи "віброплощадка – бетонна суміш – довантажувач":

$$x_{(z,t)} = 2e^{i\omega t} \left\{ F_0 \left[(c_{np} - m_{np}\omega^2) Sh\varphi_2 - \mu ch\varphi_2 \right] + F_{np} \left[(c_e - m_e\omega^2) Sh\varphi_1 - \mu ch\varphi_1 \right] \right\} \quad (4)$$

де $\varphi_2 = (h-z)(\alpha + i\beta)$, $\varphi_1 = (\alpha + i\beta)z$.

Вираз (4) дозволяє знаходити розподілення амплітуд зміщення за висотою виробу, що формується, на віброплощадках з різними типами довантажувачів. (Підставивши до формули $F_{np} = 0$, матимемо вираз для пневматичного довантажувача; при $F_{np} = 0$ і $c_{np} = 0$ – для гравітаційного.)

В основі розв'язання задачі покладено принцип визначення фізичної та математичної моделі [1], теоретичні дослідження системи "віброплощадка – бетонна суміш – довантажувач" [3] та експериментальні дослідження результати яких наведено в роботі [5].

Методикою експериментальних досліджень [3] передбачено визначити вплив середовища та ґрунтуючись на цьому дати оцінку технологічної ефективності використання довантажувачів [3].

На рис. 1 подано криві зміни амплітуди коливань віброплощадки в залежності від висоти завантаження форми сумішшю ($h=0,1\dots0,5$ м) при різних величинах привантаження та без нього.

За відсутності привантаження з збільшенням стовпа бетонної суміші амплітуда віброплощадки зменшується та приймає мінімальне значення $x_0 = 0,18$ мм, коли висота 0,2 м. Подальше збільшення висоти суміші у формі викликає зріст амплітуди робочого органу машини та при висоті 0,3 м досягає $x_0 = 0,44$ мм, що перевищує амплітуду не завантаженої віброплощадки в кілька разів. Збільшення висоти бетонної суміші більше 0,3 м призведе до зменшення амплітуди коливань.

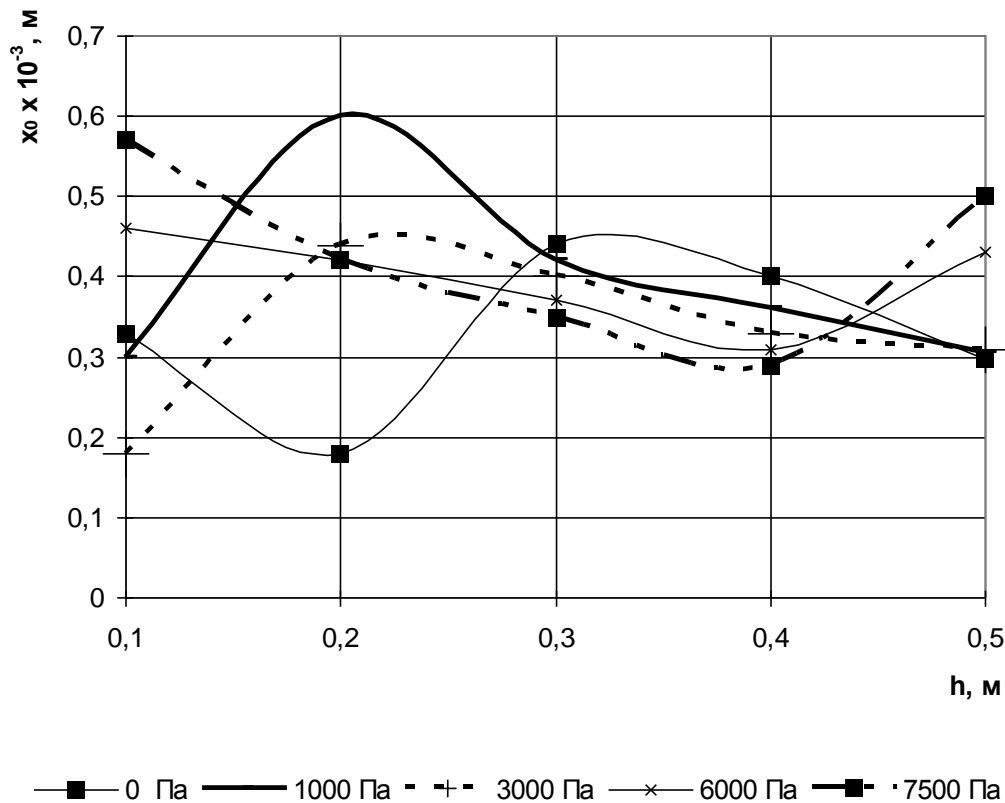


Рис. 1. Залежність амплітуди коливань віброплощини від стовпа бетонної суміші при різних значеннях тиску

Зміна амплітуди віброплощини за наявності привантажувача має інший характер, що багато в чому залежить також від його величини. Якщо $\sigma = 0$ Па та $h = 0,2$ м амплітуда має мінімум, то при $\sigma = 1000$ Па на тій же висоті – максимум.

Отже, амплітуда робочого органу віброплощини змінюється та приймає, як мінімальні так і максимальні значення при зміні висоти суміші та величини привантажувача. Останнє можна пояснити резонансом системи "віброплощинка – бетонна суміш – привантажувач".

Характер зміни амплітуди зміщення віброплощини та привантажувача для кожної висоти виробу, що формується різний. На висотах 0,3 та 0,4 м амплітуда привантажувача і віброплощини зі зростом величини привантаження швидко зменшується. Для інших висот (0,1; 0,2; 0,5 м) залежності змін параметрів носять більш складний характер.

Висновки:

Проведені експериментальні дослідження та їх аналіз підтверджують достатньо аргументовану математичну модель [3].

Встановлено, що привантажувач значно впливає на динаміку віброплощини.

Отримані результати є основою для розробки схеми керування роботою віброплощини в необхідному режимі за рахунок підбору величини привантаження.

Основні праці:

1. Косминський І.В. Теоретичні дослідження динаміки привантажувача// Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. - 2000. - №55. - С.84-90.
2. Назаренко І.І., Косминський І.В. Аналіз руху динамічної системи: "віброустановка – бетонна суміш – привантажувач"// Техніка будівництва. – 2001. - №10. – С.16-20.
3. Косминський І.В. Дослідження впливу привантажа на динаміку віброплощини// Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 1999. - №54. – С.30-33.