

Нестеренко М.П.*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка***ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ УЩІЛЬНЮВАНОВОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ ФОРМУВАННЯ НА ЗМІНУ КОЕФІЦІЄНТА ПРИЄДНОЇ МАСИ БЕТОННОЇ СУМІШІ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАННЯХ ВІБРОПЛОЩАДКИ**

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. У сучасних умовах будівництва залізобетонні вироби залишаються затребуваними. Досить широкого поширення при формуванні залізобетонних виробів набуло розроблене у ПолтНТУ вібраційне обладнання з просторовими коливаннями робочого органа [1], удосконалення котрого може проводитися на підставі аналітичних досліджень з врахуванням фізико-механічних характеристик ущільнюваного середовища і визначенням на їхній основі раціональних параметрів вібраційної площадки та режимів вібраційної дії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми. У розрахунках вібраційного обладнання для формування залізобетонних виробів використовуються різні підходи до складення математичних моделей, про що свідчать публікації різних років. Відомі математичні моделі враховують бетонну суміш у вигляді твердого тіла, часткова маса якої приєднана до маси робочого органу коливальної системи. [2 - 6].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Врахування впливу бетонної суміші на процес формування виробів проводиться за допомогою коефіцієнта приєднаної маси, значення якого у дослідників наводиться відповідно до конкретних умов досліджень без врахування зміни коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації, консистенції бетонної суміші, товщини ущільнюваного шару і частоти вимушених коливань [7, 8]. При аналітичних розрахунках [9] уточнення значення коефіцієнта приєднаної

маси дозволить врахувати у математичних моделях вібраційних машин фізико-механічні характеристики ущільнюваного середовища і визначити раціональні параметри вібраційної площадки та режими вібраційної дії, при яких забезпечується ефективно ущільнення бетонних сумішей, аналогічно проведеним дослідженням зміни коефіцієнта приєднаної маси цементобетонної суміші при горизонтальних коливаннях [10].

Метою даної роботи є викладення експериментальних даних зміни коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації та консистенції бетонної суміші, товщини ущільнюваного шару і частоти вимушених коливань, отриманих у результаті дослідження на лабораторній віброплощадці процесу взаємодії ущільнюваної бетонної суміші при вертикально направлених коливаннях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для функціонального аналізу складених аналітичних залежностей [10] досліджуємо процес взаємодії ущільнюваної бетонної суміші при вертикально направлених коливаннях на спеціально сконструйованій лабораторній віброплощадці (рис. 1), яка має наступну технічну характеристику: маса рухомої рами віброплощадки разом з формою без бетонної суміші – 52,5 кг; жорсткість пружних опор у вертикальному напрямі – 280 кН/м; внутрішній розмір форми – 350×350×200 мм. Дослідження проводилися на режимах, наведених у табл.1

Лабораторна віброплощадка (рис. 1) змонтована на основі за допомогою пружних опор, на неї діє вимушуюча сила у вигляді вертикальної направленої гармонійної сили $Q \sin \omega t$ і моделює динамічну си-

стему «вібромайданчик – бетонне середовище» при вертикально направлених коливаннях.

Таблиця 1 – Режими проведення досліджень

№ дослідів	Кутова частота вимушених коливань ω , c^{-1}	Амплітуда вимушуючої сили Q , Н	Амплітуда коливань рухомої рами на холостому ходу A_{xx} , мм
1	292	2150	0,50
2	256	1850	0,57
3	219	1550	0,68
4	182,5	1250	1,10

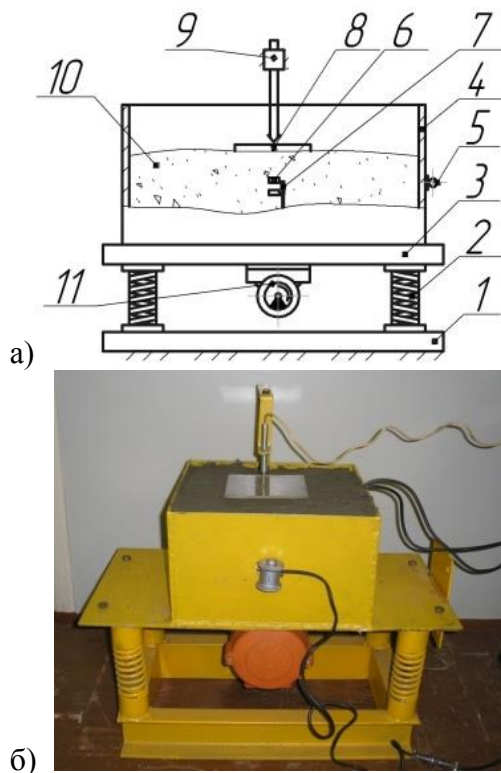


Рис. 1. Лабораторна установка динамічної системи «вібромайданчик – бетонне середовище» для дослідження процесу ущільнення бетонних сумішей вертикально спрямованими коливаннями: а) – конструктивна схема; б – загальний вигляд: 1 – опорна рама; 2 – пружні опори; 3 – рухлива рама; 4 – форма; 5 – датчик вібрації ДВ-1В; 6 – індуктивний датчик тиску ДД-1М; 7 – кронштейн; 8 – пластинка з органічного скла; 9 – датчик переміщень ДП-3СМ; 10 – бетонна суміш; 11 – дебалансний вібробудувач колових коливань

Лабораторна віброплощадка дозволяє моделювати рух робочих органів реальних вібраційних машин для формування залізобетонних виробів, а також у необхідних межах змінювати характер та параметри їх коливань.

На рис. 2–4 показана зміна коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші $k_{np} = m_{np1} / m_0$ залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації $S = \rho_k(\rho - \rho_0) / [\rho(\rho_k - \rho_0)]$, консистенції бетонної суміші, товщини ущільнюваного шару H і частоти вимушених коливань ω . Тут – m_0 маса фізичного об'єму ущільнюваної бетонної суміші; ρ_0, ρ, ρ_k – густина ущільнюваної суміші відповідно в не ущільненому (початковому), поточному і ущільненому (кінцевому) стані.

На рис. 5 наведена зміна амплітуди A коливань рухомої рами віброплощадки на завершальній стадії процесу ущільнення шару бетонної суміші H залежно від кутової частоти вимушених коливань ω та товщини ущільнюваного шару для суміші з осадкою конуса ОК=3,5 – 4 см.

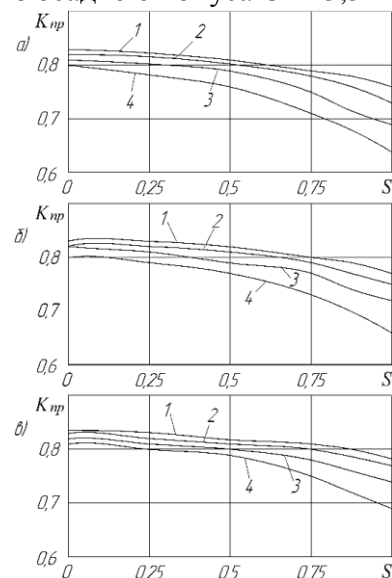


Рис. 2. Зміна коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші K_{np} залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації S при товщині ущільнюваного шару $H=100$ мм для сумішей: а) з осадкою конуса ОК=3,5 – 4 см; б) з жорсткістю $Ж=30$ с; в) з жорсткістю $Ж=60$ с при частотах коливань рухомої рами віброплощадки: 1 – $\omega=292$ c^{-1} ; 2 – $\omega=256$ c^{-1} ; 3 – $\omega=219$ c^{-1} ; 4 – $\omega=182,5$ c^{-1}

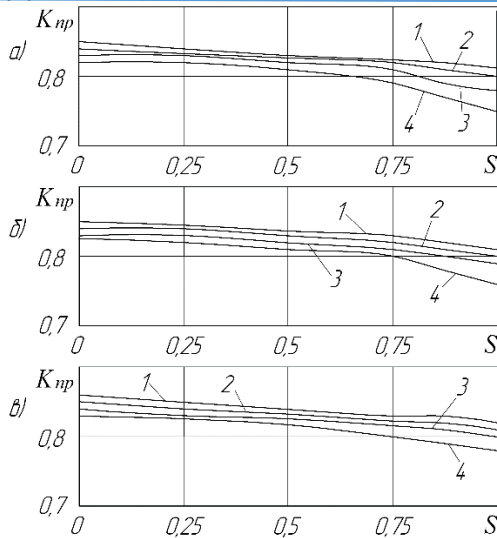


Рис. 3. Зміна коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші $K_{пр}$ залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації S при товщині ущільнюваного шару $H=150$ мм: а) з осадкою конуса ОК=3,5–4 см; б) з жорсткістю $Ж=30$ с; в) з жорсткістю $Ж=60$ с при частотах коливань рухомої рами: 1 – $\omega=292$ с⁻¹; 2 – $\omega=256$ с⁻¹; 3 – $\omega=219$ с⁻¹; 4 – $\omega=182,5$ с⁻¹

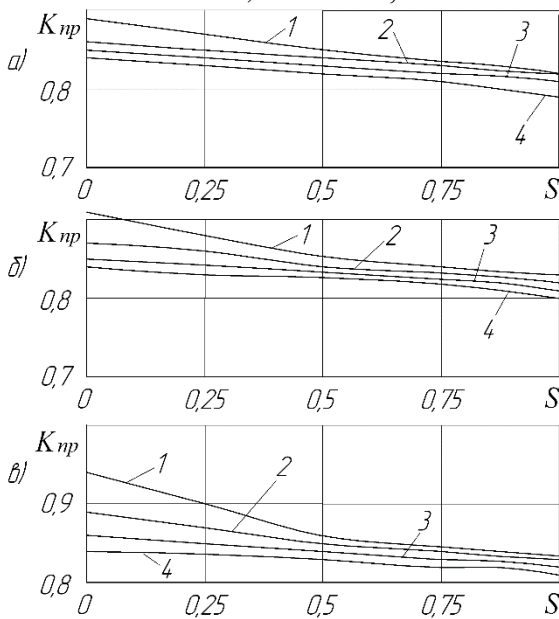


Рис. 4 – Зміна коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші $K_{пр}$ залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації S при товщині ущільнюваного шару $H=200$ мм: а) з осадкою конуса ОК=3,5–4 см; б) з жорсткістю $Ж=30$ с; в) з жорсткістю $Ж=60$ с при частотах коливань рухомої рами віброплощадки: 1 – $\omega=292$ с⁻¹; 2 – $\omega=256$ с⁻¹; 3 – $\omega=219$ с⁻¹; 4 – $\omega=182,5$ с⁻¹.

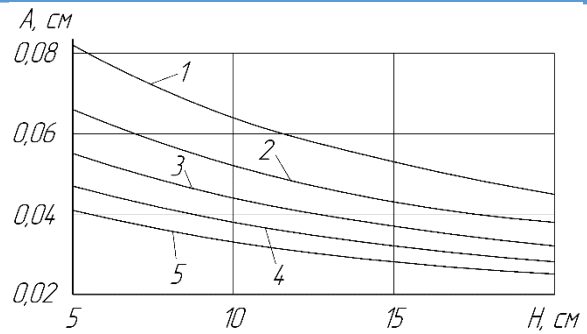


Рис. 5. Зміна амплітуди A коливань рухомої рами віброплощадки на завершальній стадії процесу ущільнення залежно від товщини ущільнюваного шару H і кутової частоти вимушених коливань ω для сумішей з осадкою конуса ОК=3,5–4 см: 1 – при кутовій частоті вимушених коливань $\omega = 146$ рад/с й амплітуді коливань рухомої рами на холостому ході $A_{xx} = 1,1$ мм; 2 – при $\omega = 182,5$ рад/с та $A_{xx} = 0,83$ мм; 3 – при $\omega = 219$ рад/с та $A_{xx} = 0,68$ мм; 4 – при $\omega = 256$ рад/с та $A_{xx} = 0,57$ мм; 5 – при $\omega = 292$ рад/с та $A_{xx} = 0,5$ мм

На рис. 6 показана зміна амплітуд напружень в основі ущільнюваного шару (суцільна крива) і середнього напруження (пунктирна крива) залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації бетонної суміші S та різної товщини ущільнюваного шару H при осадці конуса ОК=3,5–4 см й кутовій частоті вимушених коливань $\omega = 292$ рад/с.

Висновки:

1. Аналіз отриманих даних, представлених на рис. 2 – 4, показує, що значення коефіцієнта приведенної маси бетонної суміші істотно залежать від коефіцієнта відносної пластичної деформації S , товщини ущільнюваного шару H , частоти вимушених коливань ω і консистенції бетонної суміші. Для всіх даних консистенцій бетонних сумішей значення коефіцієнта приведенної маси суміші збільшуються із зростанням кутової частоти вимушених коливань і товщини ущільнюваного шару, наближаючись до значень 0,85 – 0,95 при товщині ущільнюваного шару $H=200$ мм.

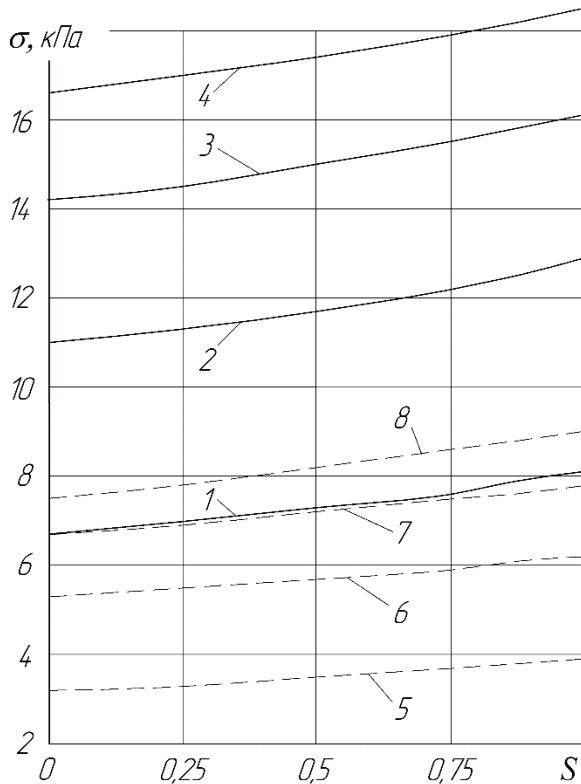


Рис. 6. Зміна амплітуд напружень в основі ущільнюваного шару (суцільна крива) і середнього напруження (пунктирна крива) залежно від коефіцієнта відносної пластичної деформації бетонної суміші S і товщини ущільнюваного шару H для суміші з осадкою конуса $OK=3,5-4$ см при кутовій частоті вимушених коливань $\omega = 292$ рад/с і амплітуді коливань рухомої рами на холостому ході $A_{xx} = 0,5$ мм: 1, 5 – при $H=50$ мм; 2, 6 – при $H=100$ мм; 3, 7 – при $H=150$ мм; 4, 8 – при $H=200$ мм.

2. Аналіз отриманих залежностей (рис. 5) показує, що істотний вплив на амплітуду коливань рухомої рами віброплощадки мають кутова частота вимушених коливань рухомої рами віброплощадки і товщина ущільнюваного шару, тобто підтверджується, що приєднана маса бетонної суміші істотно залежить від цих параметрів.

3. Істотний вплив на амплітуди напруження (рис. 6), які виникають в основі ущільнюваного шару, і середнього напруження мають більшою мірою товщина ущільнюваного шару і у меншій мірі густина бетонної суміші при незмінному значенні частоти вимушених коливань. Це свідчить про те, що більш товсті шари суміші ущільнюються на віброплощадці

ефективніше, оскільки, основними чинниками, що впливають на інтенсивність вібраційного процесу ущільнення, є напруження в ущільнюваному шарі і кутова частота вимушених коливань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Нестеренко М.П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для виготовлення залізобетонних виробів широкої номенклатури / М.П. Нестеренко // Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вип. 16. – С. 177–181.
2. Гусев Б.В. Вибрационная технология бетона / Б.В. Гусев, В.Г. Зазимко. – К.: Будівельник, 1991. – 160 с.
3. Десов А.Е. Вибрированный бетон. – М.: Госстройиздат, 1956. – 230 с.
4. Лялинов А.Н. Новые вибрационные машины для уплотнения бетонных смесей. Л.: Ленинградский ДНТП, 1970. – 31 с.
5. Орисенко О.В. Дослідження просторового руху робочого органа вібромашини для формування трубчастих залізобетонних виробів / О.В. Орисенко, М.П. Нестеренко // Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2000. – Вип. 6. – Т. 1. – С.172 – 175.
6. Олехнович К.А. Исследования характера многокомпонентных колебаний малозумных виброплощадок / К.А. Олехнович, Ю.И. Виноградов. – Полтава: ПолтИСИ, 1980. – 13 с.
7. Маслов О.Г. Дослідження коливань вібраційної установки для виготовлення малогабаритних залізобетонних виробів у робочому режимі / О.Г. Маслов, М.П. Нестеренко, Т.О. Складенко // Сб. научн. тр.: Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. – Вып. 66 – Днепропетровск: ГВУЗ «ЛГАСА», 2012. – С. 194 – 204.
8. Nesterenko M.P., Study of vibrations of plate of oscillation cassette setting as active working organ. / M.P. Nesterenko, P.O. Molchanov // Conference reports materials «Problems of energy saving and nature use 2013». – Budapest: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, University of Tuzla, China University of Petroleum, 2014. – P. 146 – 151.
9. Нестеренко М.П. Дослідження характеру взаємодії віброплощадки з цементобетонною сумішшю при дії вертикально направ-

леної складової просторових коливань віброплощини / М.П. Нестеренко // Зб. наук. праць (Галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип. 3 (25). – Т. 1. – С. 136 – 142.

10. Нестеренко М.П. Дослідження зміни коефіцієнта приєднаної маси цементобетон-

ної суміші при горизонтальних коливаннях залежно від її властивостей та умов формування виробів / М.П. Нестеренко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА – ХОТВ АБУ, 2010. – № 61. – С. 184 – 191.

УДК 691.692.4

Першина Л.О., Макаренко О.В., Шкарупа С.С.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ. Завдання забезпечення енергозбереження на сучасному етапі є однією з найбільш актуальних у будівництві як при зведенні нових об'єктів, так і при реконструкції експлуатованих об'єктів, що пов'язано з різким зростанням витрат на енергоносії [1]. Нераціонально вхолосту витрачати тепло, в той час як сучасні технології дозволяють забезпечити економію теплових ресурсів вже на стадії будівництва і ремонту. Тепловтрати в будівлі розподіляються таким чином: система вентиляції - 25 ... 35%; дах - 20 ... 30%; стіни - 20 ... 30%; вікна - 10...20%; підлога на ґрунті – 5...10% [2]. Отже, основна частина відповідальності за збереження тепла припадає на такі частини будівлі, які найбільше контактують з навколишнім середовищем, беручи участь в теплообміні з ним, - це стіни, дах, вікна і підлоги будови.

Метою даного дослідження є багатокритеріальний порівняльний аналіз, співставлення ефективності та області використання найбільш поширених на вітчизняному будівельному ринку теплоізоляційних матеріалів, а саме скляної і мінеральної вати, екструдованого і безпресового пінополістиролу, пінополіуретану.

Результати дослідження. Теплоізоляція – це елементи конструкції, які зменшують передачу тепла. Цей термін також може означати матеріали для виконання таких елементів або комплекс заходів з їхнього улаштування [3].

Теплоізоляційні матеріали – це матеріали, призначені для ізоляції теплових потоків. Застосовуються ці матеріали як для

перешкоджання втрат тепла всередині будівлі, так і для заслону від отримання тепла зовні, якщо всередині приміщення потрібно підтримувати певну температуру. Зведення практично будь-яких будівельних конструкцій передбачає їхню ізоляцію та утеплення.

Вибір теплоізоляції – важливе питання, до вирішення якого слід підходити комплексно, оскільки кожен з теплоізоляційних матеріалів характеризується індивідуальними особливостями і властивостями. Основними з них є теплопровідність, питома теплоємність, гранична температура використання, середня густина, міцність, пористість, горючість, вологість, водопоглинання, водостійкість, коефіцієнт розм'якшення, паропроникність, гідрофобність, морозостійкість, термічна стійкість, вогнестійкість, стійкість до хімічних речовин, біостійкість й ін. [4].

В останні роки особлива увага приділяється таким якісним характеристикам теплоізоляційних матеріалів, як енергоефективність і екологічність [5, 6]. Енергоефективність теплоізоляційних матеріалів – це їхня здатність значно знизити втрати тепла в приміщенні, яке ізолюється. Для цього матеріал має мати дуже низьку теплопровідність ($\lambda \leq 0,06 \text{ Вт/м}^0\text{С}$), здатність акумулювати тепло, а також мати низькі витрати енергії на його виробництво і транспортування. Екологічність теплоізоляційних матеріалів - це здатність завдавати найменшу шкоду довкіллю та здоров'ю людини. Крім того, важливе значення ма-