УДК 621.01

О.М. Черевко, к.т.н., доц., Ю.О. Давиденко, к.т.н., доц., О.О. Хероїм, аспірант

Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка

ВІБРАЦІЙНА ПЛОЩАДКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРОТУАРНОЇ ПЛИТКИ

Розроблено і створено вібраційний пристрій для виготовлення тротуарної плитки. Головна його особливість – поєднання керованої вібрації та безінерційного пневмодовантажувача. Одночасне управління параметрами вібрації та тиском у камері пневмодовантажувача дозволяє суттєво інтенсифікувати процес ущільнення бетонних сумішей при виготовленні високоякісної тротуарної плитки.

Ключові слова: *керована вібромашина, безінерційний довантажувач, віброущільнення, тротуарна плитка.*

Постановка проблеми. До недавнього часу майже всі тротуари міст і селищ нашої країни виготовлялись із асфальтобетону. Переваг у такого покриття значно менше, ніж недоліків. Це, передусім, шкідливе для навколишнього середовища суцільне покриття. Асфальтобетонна суміш влітку нагрівається. У повітря виділяються шкідливі випари нафтових бітумів, що призводить до отруєння атмосфери. Узимку, навпаки, покриття тріскається, піднімаючись нерівномірно, порушуючи естетичний вигляд доріжок і тротуарів.

Тому все частіше у дворах, на дитячих майданчиках, при обладнанні пішохідних зон, а особливо на дачних ділянках використовуються елементи мощення з декоративного бетону. Різноманіття конфігурацій і багата колірна гама роблять тротуарні плитки дуже популярними. Висока морозостійкість і зносостійкість забезпечують багаторічний термін служби навіть в умовах міста. Тротуарна плитка – технологічний матеріал, що дозволяє робити укладання доріжок і майданчиків будь-яких розмірів та конфігурацій. Укладання плитки по піщаній основі надає покриттю безліч переваг порівняно із суцільним асфальтобетонним покриттям:

• на поверхні такого покриття не утворюються калюжі, тому що вода вільно проходить через зазори між плитками;

• плиткове покриття не порушує природну потребу зелених насаджень у водо- і газообміні, що сприятливо позначається на екології навколишнього простору;

• за необхідності проведення ремонтних робіт (наприклад, прокладка підземних комунікацій) тротуарну плитку можна легко зняти, провести необхідні роботи й укласти знову.

Широкому застосуванню дрібноштучних бетонних елементів сприяло насичення українського ринку пластиковими формами, досить «простими» технологіями виготовлення, які безкоштовно додавалися до придбаних форм, і доступність матеріалів для виготовлення таких елементів. Головними складовими частинами такої технології повинна бути пластична бетонна суміш та її ефективне ущільнення на простій вібраційній машині або навіть вручну.

Аналіз останніх досліджень. В останні десятиліття дрібноштучні бетонні елементи стали основними дорожніми покриттями в усіх розвинених країнах світу. У Європі щороку виготовляється більш 1 м^2 бетонного мощеного покриття на душу населення [1]. В Україні виробництво бетонної плитки поки що незначне за обсягом, а якість її набагато нижча за якість зарубіжних аналогів. Пояснюється це відсутністю відповідного устаткування і використанням недосконалих технологій [2 – 4].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.

Більшість штучних бетонних елементів за своїми фізико-механічними властивостями не відповідають вимогам ДСТ 17608-91 «Плити бетонні тротуарні». Особливо це стосується морозостійкості. До тротуарної плитки висуваються жорсткі вимоги щодо морозостійкості (не менше 200 циклів заморожування й відтавання), міцності (не менше 30 МПа), водопоглинання (не більше 5 %) і стирання (не більше 0,7 г/см^2). Для виготовлення цих елементів

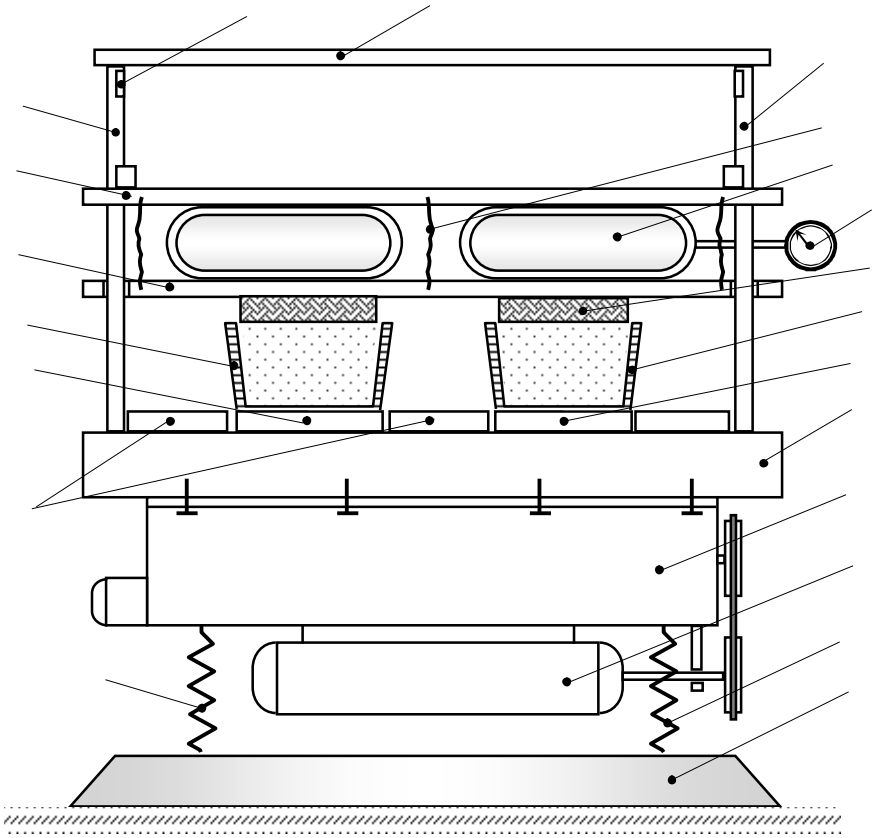
необхідно використовувати досить жорсткі бетонні суміші. Ущільнення таких сумішей потребує інтенсивної вібрації з одночасним довантаженням. Використовувати для цього існуючі віброплощадки практично неможливо.

Мета статті полягає в розробленні й створенні вібраційного пристрою принципово нового типу, який дозволяє забезпечити нестаціонарні режими ущільнення з одночасною дією довантаження.

Виклад основного матеріалу. Серед існуючих способів виготовлення бетонних дрібноштучних виробів для дорожнього мощення можна виділити два принципово різних за технологією і застосовуваними матеріалами. Один із них заснований на використанні вібропресування цементно-піщаних сумішей. Найчастіше він застосовується на обладнанні, що випускається серійно. Особливістю його є задоволення суворих вимог до складу бетону, який має забезпечувати достатню міцність жорсткої суміші відразу після закінчення процесу вібропресування [5]. Інший спосіб виготовлення дрібноштучних бетонних виробів передбачає одночасну дію на бетонну суміш інтенсивної вібрації та статичного довантажувача. У першому способі використовується цементно-піщана суміш, а в другому – звичайні бетони з крупним заповнювачем.

Під час вібропресування головна роль відведена пресуванню, а вібрація відіграє допоміжну. Віброущільнення з одночасною дією довантажувача, навпаки, використовує, головним чином, інтенсивну вібрацію для ущільнення виробів, а тиск виконує допоміжні функції.

Для забезпечення високого коефіцієнта ущільнення (Ку ≥ 0,97), необхідного для отримання морозостійких виробів, заповнювач у бетонній суміші повинний рівномірно розподілитися по всьому об'єму виробу. Це краще виходить при другому способі виготовлення, особливо при використанні звичайних жорстких бетонних сумішей.

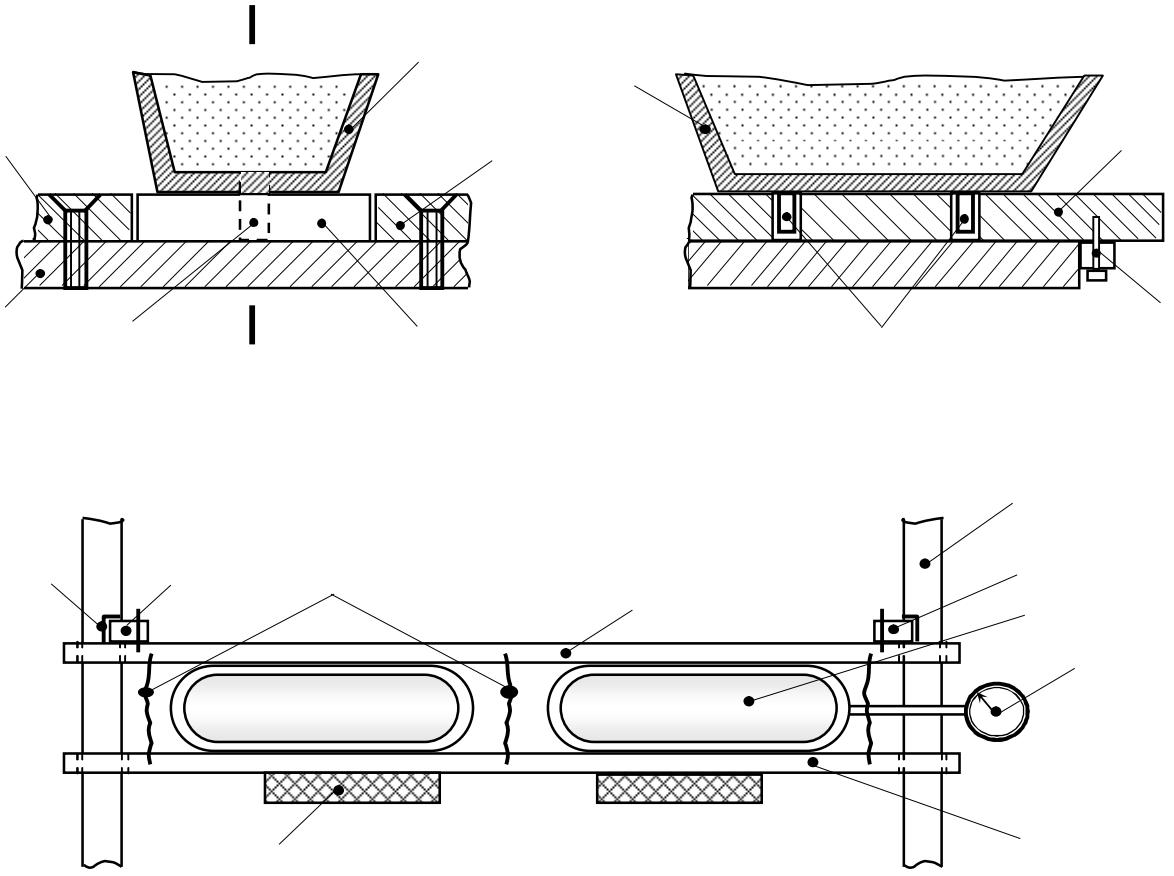


Можна вказати і третій спосіб виготовлення дрібноштучних бетонних виробів. У цьому випадку застосовуються литі бетонні суміші, які легко ущільнюються на

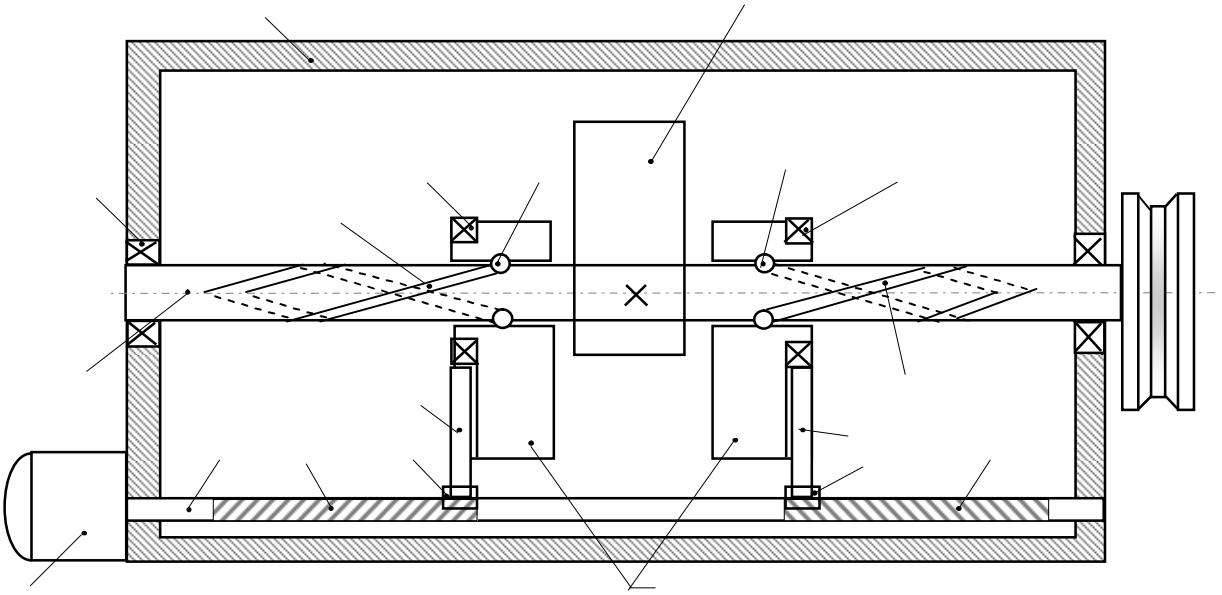
існуючих вібраційних майданчиках. Зараз цей спосіб широко використовується в Україні. Але одержати за його допомогою якісні, міцні й морозостійкі бетонні вироби практично неможливо. Коефіцієнт ущільнення таких виробів Ку < 0,9. А це означає, що довговічність їх недостатня, через декілька місяців експлуатації покриття виходить із ладу і вимагає заміни.

Зі сказаного випливає актуальність створення вібраційної машини для виробництва бетонної тротуарної плитки продуктивністю 10...20 м^2 за зміну. При однозмінній роботі така машина за рік виробить до 5000 м^2, а при двозмінній – до 10000 м^2 дорожнього покриття. Такої кількості виробів достатньо для задоволення потреб населених пунктів із кількістю мешканців до 100 тис. осіб.

Розроблений і створений вібраційний пристрій для виготовлення тротуарної плитки [6], загальний вигляд якого наведений на рис.1. Він складається з рухомої платформи 1 із закріпленими на ній керованим віброзбуджувачем 2, привідним двигуном 3 та мотор-редуктором 4. Як варіант, замість мотор-редуктора можна використати кроковий двигун з електронною системою керування [7]. За допомогою пружних опор 5 рухомі частини з'єднані з нерухомою основою 6. На платформі 1 закріплені планки напрямних 7, між якими встановлюються пластинки 8 із зафіксованими на них за допомогою штирів 9 формами 10 для виробів (рис. 2). До пластин 8 з обох кінців прикріплені упори 11, що фіксують їх у подовжньому напрямі.



До рухомої платформи 1 за допомогою напрямних стрижнів 12 приєднаний безінерційний пневмодовантажувач, який складається з нижньої 13 і верхньої 14 плит, між котрими розміщена пневматична камера 15 з манометром 16. Плити з'єднані між собою гнучкими зв'язками 17. До нижньої плити прикріплені пружні прокладки 18 за формою виробу, які при ущільненні контактують із поверхнею суміші. На верхній плиті 14 укріплені фіксатори 19, а на напрямних стрижнях є вирізи 20. Стрижні з'єднані між собою горизонтальними в'язями 21.



Керований дебалансний віброзбуджувач гвинтових коливань складається з корпусу 22, в якому на підшипниках 23 установлений дебалансний вал 24. На ньому непорушно закріплений дебаланс 25 і два рухомих дебаланси 26. Вони з'єднані з валом за допомогою кульових шпонок 27 та гвинтових канавок 28, що мають однаковий напрям на лівій і правій частинах вала.

Через підшипники 29 рухомі дебаланси з'єднані з вилками управління 30, до яких прикріплені різьбові напіввтулки 31, що взаємодіють з різьбовими ділянками 32 ходових гвинтів 33, які з'єднані з мотор-редуктором 4.

Форми з бетоном установлюються на рухому платформу, опускається пневмодовантажувач і фіксується в нижньому положенні. У камері створюється необхідний тиск, який передається на суміш, що ущільнюється .

Увімкнення віброзбуджувача здійснюється в динамічно врівноваженому стані. Рухомі дебаланси перебувають поряд із нерухомими на середині дебалансного вала і займають положення, діаметрально протилежне нерухомому дебалансу. Маса кожного рухомого дебалансу $m/2$ удвічі менша, ніж маса m нерухомого. Після виходу привідного двигуна в режим за допомогою механізму управління рухомі дебаланси переміщаються вздовж вала від нерухомого і повертаються відносно нерухомого в протилежних напрямах на кут θ від початкового положення. Виникає сила Ф і пара сил із моментом M_o у площині, перпендикулярній силі, які визначаються такими залежностями:

$$\Phi = 2me\omega^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}; \tag{1}$$

$$M_o = me\omega^2 \frac{h}{2\pi}\theta \sin\theta, \tag{2}$$

де m – маса нерухомого дебалансу;

ω – кутова швидкість дебалансного вала;

θ – кут повороту рухомих дебалансів відносно нерухомого;

e – ексцентриситет дебалансу;

h – крок гвинтових канавок на валу.

Одночасне управління параметрами вібрації та тиском у камері пневмодовантажувача дозволяє суттєво інтенсифікувати процес ущільнення бетонних сумішей.

На рис. 5 показаний дослідно-лабораторний зразок вібраційної площадки для виготовлення тротуарної плитки різноманітного призначення та форми. Проведені попередні дослідження показали його високу ефективність ущільнення дрібноштучних бетонних виробів.

Рисунок 5 – Віброплощадка для виготовлення тротуарної плитки

Висновки. Переоснащення вібраційних машин із використанням керованих дебалансних віброзбуджувачів дозволить збільшити ресурс вібраційної техніки, значно зменшить її енергоємність. Застосування пневмодовантажувача одночасно з дією змінної вібрації дасть змогу ущільнювати сухі бетонні суміші із широким використанням місцевих матеріалів без додавання дорогих суперпластифікаторів.

Література

1. Мощение дорожных покрытий бетонными блоками / Архангельский Г.Г., Александров Н.А., Радько С.Э., Юшанов А.В. // Механизация строительства. – 2000. – № 8. – С. 17 – 20.

2. Михайлов И.В. Основные принципы новой технологии бетона и железобетона / И.В. Михайлов. – М.: Госстройиздат, 1961. – 53 с.

3. Савинов О. А Теория и методы вибрационного формования железобетонных изделий / О.А. Савинов, Е. В. Лавринович. – Л.: Стройиздат, 1972. – 153 с.

4. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей / Гусев Б.В., Деминов А. Д., Крюков Б. И. и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 150 с.

5. Королев К.М. Установки для изготовления мелкоштучных цементно-песчаных камней / К.М. Королев // Строительные и дорожные машины. – 2000. – № 9. – С. 34 – 35.

6. Пат. України 54112А, МПК В 28В1/08: Вібраційний пристрій для ущільнення бетонних сумішей / Л. І. Сердюк, Ю.О. Давиденко, М. І. Костенко. – № 2002054007; Заявл. 16.05.2002; Опубл. 17.02.2003, Бюл. № 2. – 4 с.

7. Давиденко Ю.О. Розробка та дослідження керованої віброплощадки для ущільнення легких бетонів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / Ю.О. Давиденко. – Полтава, 1999. – 19 с.

8. Сердюк Л.И. Основы теории, расчет и конструирование управляемых вибрационных машин с дебалансными возбудителями: дис. д.т.н. / Сердюк Л.И.– Полтава, 1991. – 301 с.

Надійшла до редакції 21.02. 2011

© А.Н. Черевко, Ю.А. Давыденко, Е.А. Хероим

ВИБРАЦИОННАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

Разработано и создано вибрационное устройство для изготовления тротуарной плитки. Главная его особенность – сочетание управляемой вибрации и безынерционного пневмопригруза. Одновременное управление параметрами вибрации и давлением в камере пневмопригруза позволяет существенно интенсифицировать процесс уплотнения бетонных смесей при изготовлении высококачественной тротуарной плитки.

Ключевые слова: *управляемая вибромашина, безинерционный пригруз, виброуплотнение, тротуарная плитка.*

THE VIBRATION PLATFORM FOR PAVING SLABS COOKING

It is developed and created the oscillation device for making of sidewalk tile. Main his feature is combination of the guided vibration and fast-response inertialess finish loader. The simultaneous management by the parameters of vibration and pressure in the chamber of inertialess finish loader allows substantially to intensify the process of compression of concrete mixtures at making of high-quality sidewalk tile.

Key words: *automatically operated vibrating machine, inertialess finish loader, vibrocompression, sidewalk tile.*