

**В.В. Сліпецький**, інженер, корпорація "ДБК - ЖИТЛОБУД", м. Київ  
Orcid 0000-0002-9539-6022

## МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОМАЙДАНЧИКІВ ЗІ ЗМІННИМ РЕЖИМОМ РУХУ

**Анотація.** У статті здійснено аналіз та оцінку існуючих конструкцій і параметрів вібромайданчиків зі змінним режимом руху. Виявлені недоліки та переваги існуючих схем машин. Запропоновані режими та параметри на основі врахування стадійності процесів ущільнення бетонних сумішей. Розроблено алгоритм побудови математичної моделі робочого процесу ущільнення бетонної суміші та методика розрахунку основних параметрів вібромайданчика з резонансним режимом руху.

**Ключові слова:** вібромайданчик, конструктивна схема, резонанс, методологія, методика, змінний режим, параметри коливань.

**Постановка проблеми.** В практиці використання вібраційних машин з гармонійним режимом руху домінують одно частотні дії для ущільнення бетонних сумішей. Разом з тим, при застосуванні ударно-вібраційної дії на бетонну суміш, поряд із основною, виникають гармоніки більш високих порядків [1]. Цей вклад залежить від ступеня не лінійності пружних зв'язків і обмежників коливань. Оцінка та ціле направлене використання гармонік більш високих порядків недостатньо вивчено, за виключенням деяких робіт [1,3,4]. Але очевидним фактом є необхідність підвищення ефективності процесів ущільнення будівельних сумішей в частині забезпечення сучасних вимог до якості виробів та зменшення витрат енергії на протікання технологічного процесу.

**Формулювання мети.** Метою роботи є аналіз та оцінка існуючих конструкцій і параметрів вібромайданчиків зі змінним режимом руху та визначення на цій раціональну конструкції із ефективним процесом ущільнення бетонних сумішей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Намагання пошуків методів підвищення ефективності процесів спонукало інженерів до розробки конструктивних схем із змінними параметрами вібраційної дії (рис.1). Сутність приведених схем полягає у різних підходах до розгляду можливостей реалізації ефективних режимів ущільнення бетонних сумішей. Обумовлено такий різний підхід відсутністю загальноприйнятої моделі бетонної суміші, яка підлягає ущільненню.

Двочастотний вібромайданчик із вертикальними коливаннями (рис.1,а) складається із декількох блоків, на кожному із них генеруються дві частоти.

Необхідний за технології закон зміни параметрів здійснюються спеціальними управляючими блоками, які задають необхідний кут та частоту обертання двигуна. Практична реалізація такої схеми утруднена внаслідок не тільки складності конструкції, а і оцінки реальних параметрів вібромайданчика. Простішою конструкцією двочастотного вібромайданчика є схема (рис.1,б) із горизонтальними коливаннями [2]. Вона складається із рами коробчастого перерізу у трапецеїдальному гнізді якої закріплені двочастотний збудник коливань. Пружні опори, на які спирається рама, встановлені під кутом 7-150 до горизонту, що дає можливість отримувати не тільки горизонтальні, а і вертикальні коливання рами. За

умови, що такий вібромайданчик працює в за резонансному режимі, вклад вищих гармонік не може проявитися, оскільки пружні опори розраховані за такою схемою із умови віброізоляції від фундаменту і не впливають на загальний рух. Схема вібромайданчика (рис.1,в) реалізовує складний рух за рахунок поєднання вібрації та удару [3]. Запропоновані режими для вантажопідйомності 2000 кг передбачали частоту коливань 63 – 350 рад/с, а частоту ударів 1,5 – 8,2 уд/с і напіврозмах 0,2 – 1,4 мм. Розрахункова потужність складала 26 кВт. Використання змінних режимів було запропоновано в двомісній конструкції (рис.1,г), яка реалізує як симетричний так і асиметричний режим руху [4]. Такий режим виникає внаслідок установки спеціальних обмежників коливань (буферів). Досвід використання подібних схем показав нестійку їх роботу із відсутності єдиного зазору в буферах, внаслідок чого порушувався необхідний для ущільнення режим.

**Викладення основного матеріалу.** Методикою досліджень було передбачено розробка алгоритму визначення математичної моделі та на його основі методика розрахунку раціональної конструкції віброустановки із ефективним процесом ущільнення бетонних сумішей. Побудова математичної моделі (рис.2) є одним із найбільш складних етапів роботи розробки та створення віброустановки, що в своєму руху має забезпечувати заданий режим та відповідні параметри ущільнення бетонних сумішей. Розробка моделі починається зі словесно-значущого опису робочого процесу віброустановки та його елемента. Блок 1 алгоритму призначений для формулювання мети та задач розробки математичної моделі процесу ущільнення бетонної суміші вібромайданчиком. Крім цих відомостей ця стадія містить також деякі припущення, що і враховано в блоці 1. Важливим етапом розробки алгоритму є визначення фізики процесу ущільнення суміші (блок 2) та обґрунтування та прийняття математичної моделі (блок 3). Фізика процесу ущільнення бетонної суміші ґрунтується на стадійному розгляді. Перший – це процес переукладання складових суміші. Другий – це процес зближення, більш щільним, компактним укладанням складових суміші. Він протікає при наявності значних динамічних навантажень, збільшення яких до певної межі дає позитивний ефект. Обумовлюється цей процес оптимумом співвідно-

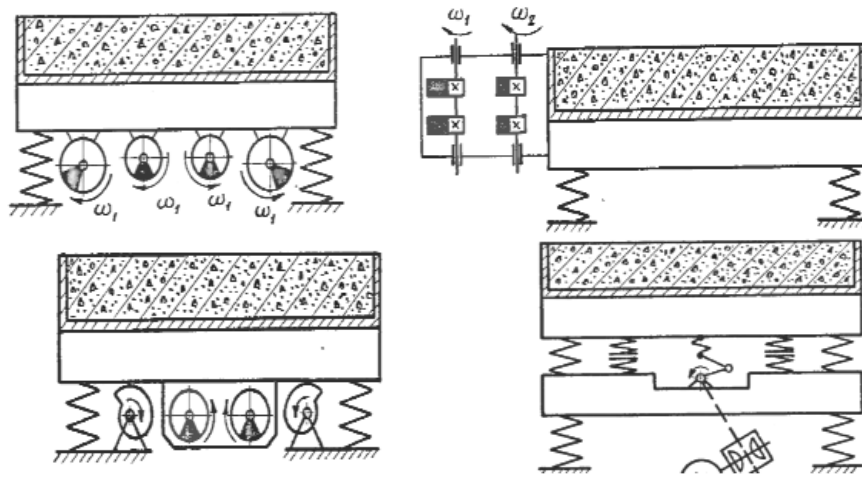


Рис.1 Схеми вібромайданчиків із змінними параметрами коливань форми з бетонною сумішшю: а – двочастотна у вертикальній площині; б – двочастотна у вертикальній площині; в – поєднання вібрації і удару; г – віброударна

шення між статичної та динамічної складової сумарного тиску на суміш. На цій стадії реалізуються малі значення амплітуд коливань та висока частота. Надалі здійснюється етап вибору і обґрунтування методів розв'язання задач (блок 4).

Розраховані параметри (блок 5) проходять перевірку (блок 6), оскільки основним критерієм істинності вибраної моделі є експеримент. Достовірність отриманих параметрів є перевірка за критерієм  $x_0 \omega^n$  (блок 7), де  $x_0$  – амплітуда коливань, а  $\omega$  – частота коливань. Параметр  $n$  – для гармонійних коливань приймається рівним 1, а для віброударних 2. Якщо ця умова виконується, то модель побудована вірна і може бути застосована в подальших розрахунках (блок 8), а якщо ні, то процес побудови має бути повторений із уточненням змісту та прийнятих передумов і припущень, визначених у відповідних блоках алгоритму.

Процедура розрахунку параметрів полягає у наступному. Уточнюються параметри критерія (блок 7): Для гармонійних коливань з частотою ( $\omega=300 - 600\text{с}^{-1}$ ) оптимальна амплітуда:

$$X_{\text{опт}} = \frac{(4-6)g}{\omega^2}, \quad (1)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ )

Для віброударних режимів з частотою ( $\omega=105 - 157\text{с}^{-1}$ ) оптимальна амплітуда коливань (напіврозмах коливань) визначається за залежністю:

$$X_{\text{опт}} = \frac{(2-2,25)g}{\omega^2}, \quad (2)$$

Надалі знаходяться параметри, які визначають

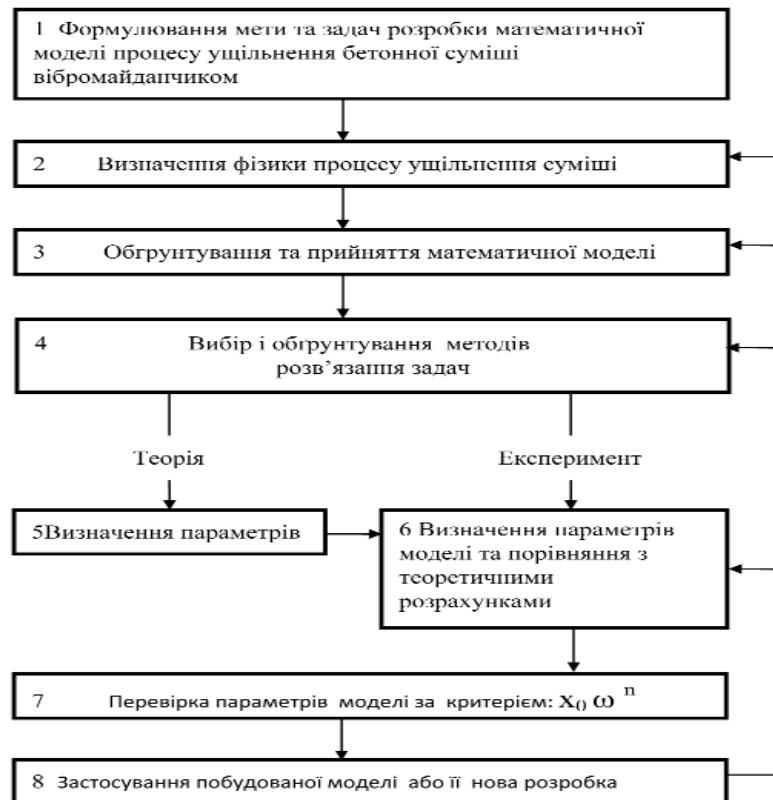


Рис. 2. Етапи побудови математичної моделі робочого процесу ущільнення бетонної суміші.

встановлення жорсткості обмежників коливань установки, вибір раціонального співвідношення власної частоти системи до частоти змушених коливань, співвідношення ваги системи і змушуючої сили. У якості обмежника коливань застосовуються металеві та гумові опори. Забезпечення резонансного режиму обумовлено коректним врахуванням пружно – інерційних характеристик вібраційної машини і середовища за залежностями [1]:

$$\xi_1 = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)c_1}{m_1 m_2 \omega^2}}; \quad \xi_2 = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)(c_1 + c_2)}{m_1 m_2 \omega^2}};$$

$$f = \frac{m_2 g}{F_0} \left( \frac{m_1 + m_2}{m_2} \right), \quad (3)$$

де параметри  $\xi$  визначають співвідношення власної частоти системи до частоти змушених коливань, а параметр  $f$  співвідношення ваги системи і змушуючої сили.

**Висновки**

1. Здійснений аналіз та оцінка існуючих конструкцій і параметрів вібромайданчиків зі змінним режимом руху засвідчила різний підхід до реалізації подібного класу машин.

2. Визначена методологія ефективного застосування змінного режиму руху на основі врахування стадійності процесу ущільнення бетонних сумішей.

3. Розроблено алгоритм побудови математичної моделі робочого процесу ущільнення бетонної суміші та методика розрахунку основних параметрів вібромайданчика з резонансним режимом руху. Методика впроваджена у виробництво.

**Література**

1. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-е видання), К.: КНУБА, 2007. — 252с.  
 2. Nesterenko, M. (2015). Prohresyvnij rozvytok vibratsiynykh ustanovok z prostорову kolyvanniamy dlia formuvannia zalizobetonnykh vyrobiv. Zbirnyk naukovykh prats. Ser.: Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo. Issue 2 (44), 16-23.  
 3. Савинов О.А., Лавринович Е.В. Вибрационная техника уплотнения и формирования бетонных смесей.- Л.: Стройиздат, 1986, — 280с.  
 4. Гусев Б.В. и др. Ударно — вибрационная технология уплотнения бетонных смесей .- М.: Стройиздат, 1982.-152с.  
 5. Nazarenko, I., Gaidachuk, V., Dedov, O., Diachenko, O. (2017) Investigation of vibration machine movement with a multi-mode oscillation spectrum. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118731>

**References**

1. Nazarenko, I.I. (2007) Prykladni zadachi teorii vibratsiynykh system: Navchalnyi posibnyk (2-e vydannia), K.: KNUBA.  
 2. Prohresyvnij rozvytok vibratsiynykh ustanovok z prostорову kolyvanniamy dlia formuvannia zalizobetonnykh vyrobiv. Zbirnyk naukovykh prats. Ser.: Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo. Issue 2 (44), 16-23.  
 3. Savinov, O.A., Lavrinovich, E.V. (1986) Vibratsionnaja tehnika uplotnenija i formovannja betonnykh smesej.- L.: Strojizdat.  
 4. Gusev, B.V. ets. (1982) Udarno — vibratsionnaja tehnologija uplotnenija betonnykh smesej .- M.: Strojizdat.  
 5. Nazarenko, I., Gaidachuk, V., Dedov, O., Diachenko, O. (2017) Investigation of vibration machine movement with a multi-mode oscillation spectrum. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118731>

**В.В. Слипецкий**, инженер, корпорация "ГСК–ЖИТЛОБУД", г. Киев  
 Orcid 0000-0002-9539-6022

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВИБРОПЛОЩАДОК С ПЕРЕМЕННЫМ РЕЖИМОМ ДВИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье осуществлен анализ и оценка существующих конструкций и параметров виброплощадок с переменным режимом движения. Выявленные недостатки и преимущества существующих схем машин .. Предложенные режимы и параметры на основе учета стадийности процессов уплотнения бетонных смесей. Разработан алгоритм построения математической модели рабочего процесса уплотнения бетонной смеси и методика расчета основных параметров виброплощадки с резонансным режимом движения.

**Ключевые слова:** виброплощадка, конструктивная схема, резонанс, методология, методика, сменный режим, параметры колебаний.

**V.V. Slipecky**, engineer, "DBK–GYTLOBUD", Kyiv  
 Orcid 0000-0002-9539-6022

**METHODOLOGY AND TECHNIQUE FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF VIBROPADS WITH A VARIABLE MODE OF MOTION**

**Annotation.** The article analyzes and evaluates the existing structures and parameters of vibrating platforms with variable traffic. The disadvantages and advantages of the existing schemes of machines are revealed. The algorithm of construction of mathematical model of working process of consolidation of concrete mix and a technique of calculation of the basic parameters of a vibroplatform with a resonant mode of movement is developed.

**Key words:** vibrating platform, constructive scheme, resonance, methodology, technique, variable mode, oscillation parameters.