

УДК 621.3.011

## Дослідження енергоощадних вібраційних машин технологічного призначення

І.І. Назаренко<sup>1</sup>, О.П. Дєдов<sup>1</sup>, М.М. Ручинський<sup>1</sup>, А.В. Заприво́да<sup>1</sup>, Є.О. Міщук<sup>1</sup>,  
В.С. Слюсар<sup>1</sup>, М.М. Нестеренко<sup>2</sup>, А.Є. Бондаренко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури.

<sup>2</sup>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<sup>3</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури

*Анотація.* Досліджено рух вібраційних машин, які реалізують різні форми коливань для здійснення процесів подрібнення та ущільнення матеріалів та будівельних сумішей. Складені рівняння та отримані аналітичні формули для визначення технологічних та енергетичних показників. Отримані результати дозволили проаналізувати та виявити режими роботи вібросистеми із застосуванням внутрішньої енергії системи та спрямування її на підвищення ефективності робочого процесу.

*Ключові слова:* моделювання, процеси подрібнення, ущільнення, пружність, дисипація, енергія, параметри коливань.

### 1. Вступ. Постановка задач дослідження

Вібраційні машини широко застосовуються в різних галузях народного господарства для виконання значної гами технологічних процесів. Такими процесами являються: подрібнення, сортування, перемішування, транспортування, ущільнення. Загальною та характерною особливістю цього класу машин є вібраційна дія на оброблюваний матеріал, внаслідок чого матеріал міняє свої властивості, забезпечуючи таким чином відповідний технологічний процес. Не дивлячись на різні фізичні властивості вібромашин і оброблюваних середовищ, вони підпорядковані єдиному вібраційному процесу і загалом у математичному описі є системами складної структури. Визначення фізичних і математичних моделей таких систем зазвичай здійснюється окремо для машин вібраційної дії і оброблюваних середовищ. Робочі органи машин моделюють твердими тілами із зосередженими навантаженнями. Середовища, які обробляються, моделюють залежно від властивостей, що виявляються при вібраційній дії: пружних, пружно-пластичних, в'язко-пластичних. Відмінність таких моделей полягає в ухваленні різних законів дисипативних характеристик: сухе тертя, амплітудно-залежне тертя, частотно-залежне тертя. У роботі висувається наукова ідея, у відповідності до якої математична модель вібраційної системи «машина – середовище» має визначатися на основі врахування внутрішньої структури вказаних підсистем як єдиної, не дивлячись на різну їх фізичну природу і будову. Такий методологічний підхід дає можливість комплексно розглядати енергетичні складові системи, визначивши таким чином умову максимальної енергії на протікання будь-якого технологічного процесу. Розрахункова модель представляється у вигляді цілеспрямованого поєднання енергій машини і середовища за умови максимальної передачі цієї енергії на виконання технологічної операції обробки матеріалів.

### 2 Викладення основного матеріалу

Дослідження динаміки машин для ущільнення бетонних сумішей приведено в роботі [1], де розглядають подібні задачі окремо для машини і для оброблювального середовища. Одним із напрямків вирішення проблеми є пошук конструктивних рішень руху машини зі змінним амплітудно-частотним режимом коливань та з нелінійними характеристиками, що дає можливість реалізувати ефекти комбінаційних резонансів [2], використання яких дозволяє значно зменшити енергоємність. Разом з тим, дослідження та отримання реальних числових

значень реалізації є складним процесом, зокрема визначення фізичної та математичної моделей, перевірка їх адекватності і відповідно самі дослідження є трудомістким процесом. Тому, як правило, вирішуються задачі спрощеними методами [2], або з деякими припущеннями, що дозволяють відшукати необхідні характеристики та описати процеси, які протікають при роботі складних машин під дією динамічних навантажень. Особливою проблемою у визначенні законів зміни параметрів пружних і дисипативних властивостей системи «машина – середовище» при складанні рівнянь руху. За існуючими гіпотезами ці параметрами приймаються пружні властивості за лінійним законом Гука, а дисипативні за законами частотозалежних та частотонезалежних властивостей моделями Кельвіна – Фойгта та Бінгама-Шведова.. При цьому існує два принципово відмінних підходи: один – матеріал розглядається як дискретна система, другий – це система із розподіленими параметрами. За першим підходом визначаються дисипативні властивості методом згасаючих коливань, фазовим методом, а пружно-інерційні властивості шляхом визначення власної частоти коливань, статичним та динамічним навантаженнями. За другим підходом дисипативні властивості оцінюють енергетичним методом, методом петлі гістерезиса, а пружні – шляхом визначення модуля пружності, швидкості розповсюдження хвиль. Визначення дисипативних сил є важливим аспектом досліджень і від того, як вдало вибрана методика, залежить надійність і достовірність експериментальних результатів. Відомі розрахункові співвідношення, що застосовувалися раніше для визначення дисипативних сил (метод згасаючих коливань, метод фазового кута і т.п.) і які визначають характер зміни цих сил. В роботі знана увага приведена методам визначення цих властивостей.

### **Висновки**

1. Досліджено рух вібраційних машин, які реалізують різні форми коливань для здійснення процесів подрібнення та ущільнення матеріалів та будівельних сумішей.
2. Дана оцінка існуючим методам визначення законів зміни параметрів пружних і дисипативних властивостей системи «машина – середовище».
3. Визначені умови створення енергоощадних вібраційних машин технологічного призначення.

### **Література**

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії. Навчальний посібник. К: КНУБА, 2007. – 229 с.
2. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-ге видання).- К.:Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440с.

## **Research of energy-saving vibrating machines for technological purposes**

**I.I. Nazarenko<sup>1</sup>, O.P. Dedov<sup>1</sup>, M.M. Ruchynskiy<sup>1</sup>, A.V. Zapryvoda<sup>1</sup>, E.O. Mishchuk<sup>1</sup>, V.S. Slyusar<sup>1</sup>, M.M. Nesterenko<sup>2</sup>, A.E. Bondarenko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture.

<sup>2</sup>National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”

<sup>3</sup>Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** *The motion of vibrating machines that realize different forms of oscillations for the processes of grinding and compaction of materials and building mixtures is investigated. The equations and analytical formulas for determining the technological and energy indicators were developed. The obtained results made it possible to analyze and identify the modes of operation of the vibration system using the internal energy of the system and directing it to improve the efficiency of the workflow.*

**Keywords:** *modeling, grinding processes, compaction, elasticity, dissipation, energy, vibration parameters.*