

І. І. Назаренко, д-р техн. наук, проф.; А. Т. Свідерський, канд. техн. наук; О. П. Дедов, канд. техн. наук

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Київ, Україна

ТЕОРІЯ І ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ БАГАТОМАСНИХ МАШИН ВІБРАЦІЙНОЇ ДІЇ

В статті обґрунтовується підсилення коливань та передача додаткової енергії від робочого органу до оброблюваного середовища за рахунок управління рухом мас, що коливаються.

Ефективність нових рішень доводиться аналітичним та експериментальним шляхом.

1. Актуальність проблеми.

Машина вібраційної дії широко використовуються для операцій подрібнення, сортування, перемішування, ущільнення тощо. Поряд із реалізацією звичайних гармонічних режимів руху, у вібраційних машинах застосовуються й режими, що поєднують вібрацію і удар. Для операцій ущільнення такі машини більш ефективні, ніж звичайні, але водночас більш енергоємні та матеріалоємні. Крім того, технологічна ефективність цих машин значною мірою залежить від конструктивного забезпечення можливості реалізації прогресивних режимів роботи. Одним із шляхів вирішення цих проблем є застосування системного підходу до прийняття конструкторських рішень на основі розгляду спільного руху системи “машина – оброблювальне середовище” із ціленаправленим використанням внутрішніх властивостей підсистем з реалізацією суб-, суперрезонансних та резонансних режимів роботи.

2. Методика та результати досліджень.

Для теоретичних досліджень системи “машина – оброблювальне середовище” прийнята схема рис. 1, яка включає в себе середовище, що ущільнюється і виражене коефіцієнтами опору b_r та жорсткості c_r , вібромашиною, яка складається з трьох мас m_1, m_2, m_3 з’єднаних між собою пружними елементами жорсткістю c_1, c_2, c_3 , між масами m_1 і m_2 можливий удар через буфер жорсткістю c_b та коефіцієнтом опору b_b . Вібромашина використовується як навісне обладнання до екскаватора, з’єднання вібромашини з стрілою екскаватора m_4 здійснюється за рахунок обладнання котре має жорсткість c_e та коефіцієнт опору b_e .

Ущільнення будівельної суміші може відбуватись під дією двох складових: динамічної, яку створюють коливання з заданою частотою та амплітудою, та статичної, що виникає в результаті дії сил ваги трамбівки та гідравлічної сили F_{np} на стрілі екскаватора.

таких задач пов'язані з розв'язком диференційних рівнянь, які лише для найпростіших динамічних систем мають аналітичний розв'язок, а в інших випадках розв'язку не існує, або він надто громіздкий. Крім цього аналітичний розв'язок таких рівнянь не завжди відображає реальні процеси і не дає можливості наочно побачити картину процесу ущільнення.

Існує декілька методів наближеного розрахунку складних систем диференційних рівнянь, які покладені в основу сучасного програмного забезпечення для проектування будівельних конструкцій та машинобудування. Таке програмне забезпечення розраховане на користувача, метою якого є проектування машин чи конструкцій на рівні інженера чи проектувальника, а тому не дає можливість проаналізувати розрахунок та внести корективи в його алгоритм, що, звичайно, обмежує можливості користувача як науковця.

Для об'єктивного аналізу та вивчення динамічних систем необхідно мати математичний апарат, що орієнтований на вивчення процесів при ущільненні будівельних сумішей вібраційними машинами. При цьому варто використати еволюційний підхід, який передбачає аналіз роботи програми для найбільш вивченої, найпростішої одномасної динамічної системи (рис.2, а) з подальшим ускладненням її (рис.2, б-г).

Як виявилось чисельний метод розрахунку дає можливість отримати віброграми руху не лише у сталому режимі а і в перехідних. Таким чином не складає великих труднощів отримання віброграм для будь-якої частоти коливань системи у сталому режимі. На основі таких віброграм було побудовано амплітудно-частотні характеристики для одно- и та двомасної систем (див рис. 2, а, б), які за якісними показниками цілком відповідають класичній теорії коливань для найбільш вивчених простих динамічних систем.

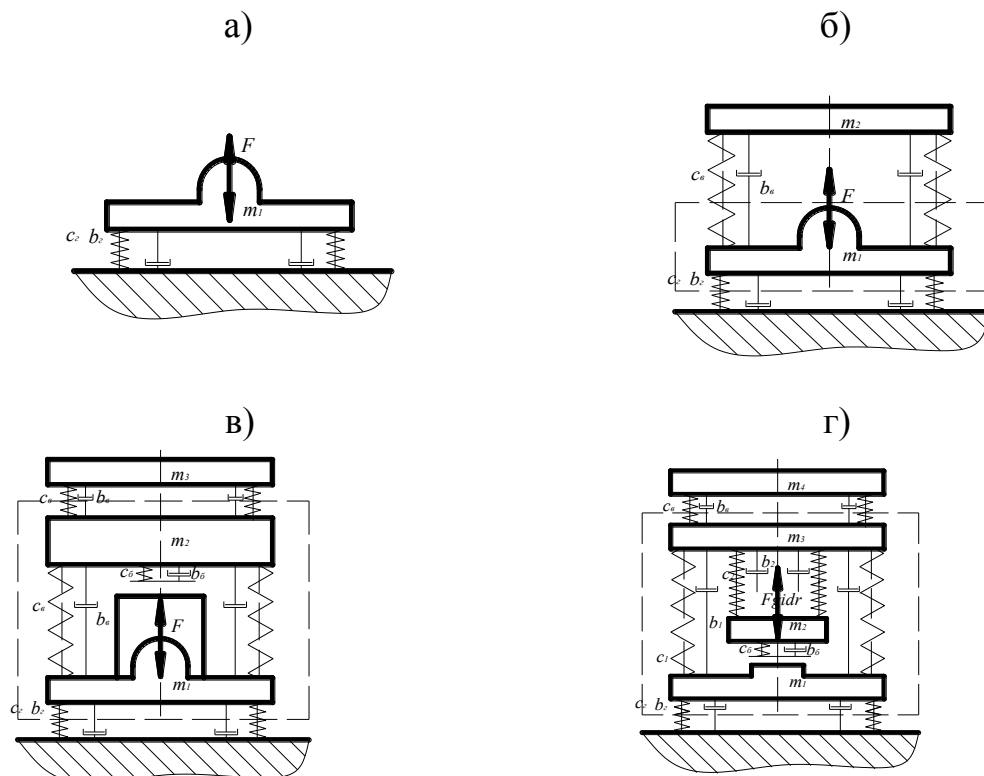


Рис. 2. Схеми вібраційних систем трамбовок: а) дномасної; б) двомасної; в) трьохмасної; д) чотирьох масної

На рис. 3, 4 наведені віброграма руху та амплітудно-частотні характеристики для тримасної вібраційної системи (рис. 2, в).

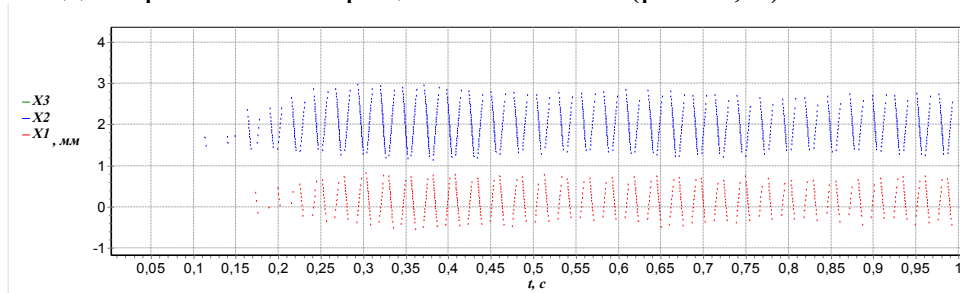


Рис. 3. Віброграма руху тримасної вібраційної системи

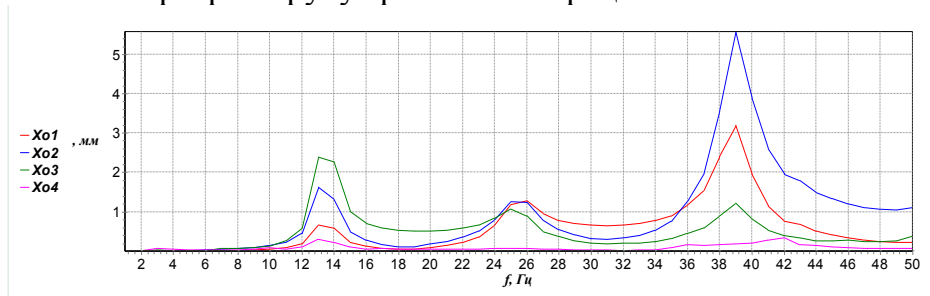


Рис. 4. Амплітудно-частотна характеристика (б) чотирьохмасної вібраційної системи

У даній схемі маси з'єднані послідовно одна з одною, збудник коливань розташований на масі ущільнюючої плити, між масами m_1 і m_2 можливий удар. Така схема є достатньо ефективною при використанні відцентрового вібробудника, що розміщений на масі m_2 за рахунок реалізації віброударного режиму роботи.

Висновки.

1. Проведений аналіз отриманих схем показав, що наявність двох паралельно розташованих пружних елементів дає можливість отримати декілька ефективних режимів роботи трамбівки.

2. Виявлені раціональні зони роботи вібротрамбовки. На рис., а, наведено режим руху, що задовольняє умовам використання ударного режиму (маси m_1 і m_2 перебувають в протифазі), цим запропоновано новий принцип додаткового підсилення вібраційної дії на середовище реалізацією синфазного руху двох мас вібросистеми.

3. Передача максимальної енергії робочого органа за рахунок внеску вищих гармонік. Технологічна ефективність вкладу енергії вищих гармонік реалізується за рахунок цілеспрямованого використання удару і вібрації, що забезпечується застосуванням додаткових обмежників коливань і відповідним підбором їх жорсткості, вибором раціонального співвідношення часу удару і періоду коливань. Досягненням цього рішення створюються передумови для створення вискоєфективних машин з мінімальною енергоємністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Назаренко, І. І.** Прикладні задачі теорії вібраційних систем (2-е видання) / Назаренко І.І. – К. : Видавничий Дім “Слово”. 2010. – 440 с.
2. **Назаренко, І. І.** Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії / Назаренко І.І. – К. : КНУБА, 2007. – 203 с.