

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА БАЗІ БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНЬОЇ ТЕХНІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено високу ефективність технологічного процесу формоутворення дорожнього полотна за допомогою вібраційної і віброударної обробки. Розглянутий системний підхід до технологічного процесу формоутворення дорожнього полотна і складені множини конструктивних параметрів технологічного обладнання дозволило створити алгоритм оцінки ефективності функціонування технологічного процесу формоутворення дорожнього полотна. Розробка перспективного алгоритму оцінки стану виробничого комплексу на базі вібраційної техніки дозволить підвищити ефективність його технологічного процесу формоутворення дорожнього полотна.

Ключові слова: нечіткі множини, формоутворення, вібраційна техніка, дорожні роботи, оцінка, алгоритм.

Abstract

The high efficiency of the technological process of road formation was determined by means of vibration and vibration shock treatment. The considered system approach to the technological process of road formation is formed and the set of constructive parameters of the technological equipment allowed to create an algorithm for evaluating the efficiency of the technological process of road formation. Development of a promising algorithm for assessing the state of the production complex on the basis of vibration technology will increase the efficiency of its technological process of forming the road surface.

Keywords: fuzzy sets, shaping, vibration technology, road works, estimation, algorithm.

Вступ

Широке використання знаходять будівельно-дорожні технологічні процеси, а також обладнання для їх реалізації [1–3]. Встановлено, що прикладання до об'єктів обробки корисних вібрацій або ударних імпульсів дозволяє значно інтенсифікувати протікання ряду технологічних процесів. Зокрема, при вібротрамбуванні середня щільність і рівнощільність по об'єму дорожнього полотна збільшується на 60–70 % в умовах безвідходного виробництва. Тому до будівельно-дорожнього обладнання висуваються підвищені вимоги. Воно повинно мати порівняно просту конструкцію, високу надійність, низькі металоємність і енергоємність та забезпечувати якість дорожнього покриття [2].

Метою роботи є підвищення ефективності технологічних процесів будівельно-дорожніх робіт, за допомогою розробки перспективного алгоритму оцінки ефективності функціонування технологічних процесів.

Результати дослідження

Для реалізації будівельно-дорожніх робіт застосовується спеціальна техніка. Це обумовлено різними варіантами рекомендованих схем навантаження дорожнього полотна при обробці, і різноманітним типів приводів механізмів генерування вібрацій, чи віброзбуджувачів. Перспективним є застосування інерційних віброкатків із гідроімпульсним приводом (ГІП), що обумовлене простотою конструкції, компактністю, високою енергоємністю, широким діапазоном регулювання робочих параметрів та можливістю роботи в автоматизованому режимі.

У досліджуваному технологічному комплексі для віброударного трамбування дорожнього полотна можна виділити три основні взаємопов'язані системи: об'єкт обробки (система I), робочий процес (система II) і машина (система III), які об'єднуються в загальну систему технологічного комплексу [4] (рис. 1).

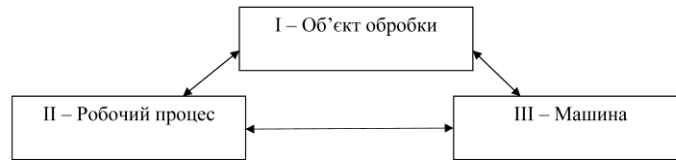


Рис. 1. Схема технологічного комплексу віброударного пресування вібропрес-молота

Використовуючи системний підхід при подальшому аналізі проектного вібраційного обладнання, можна виділити і внутрисистемні функціональні зв'язки. Функціональні зв'язки складових систем I та II вібраційного обладнання в аналітичній формі являє собою математичну модель робочого процесу віброударного трамбування (ВУТ).

Задача прийняття рішення щодо оцінювання ефективності функціонування всього технологічного комплексу полягає у виборі адекватного рішення N з множини рішень: Z_j ($j = \overline{1, J}$). Пропонується вибір здійснювати за допомогою оцінок ефективності функціонування технологічного комплексу на основі множини X оцінювальних параметрів: x_i ($i = \overline{1, n}$, $n \in N$).

Особливість математичної моделі полягає у тому, що вона враховує множину початкових вхідних параметрів: $K = (k_c)$ ($c = \overline{1, C}$). Множину оцінювальних параметрів системи: $X = (x_i)$ ($i = \overline{1, n}$). Функцію перетворення початкових параметрів на оцінювальні: $F_1: K \rightarrow X$. Множину декомпозиційних функцій згортання параметрів, за якими здійснюється ідентифікація стану системи: $D = (Y, \dots, S, P)$.

Для отримання результату щодо оцінювання ефективності функціонування процесу формування при прийнятті рішення, виходячи з початкових вхідних оцінювальних параметрів K , необхідно реалізувати вище вказані функції в такій послідовності: $K \xrightarrow{F_1} X \xrightarrow{D} Z_j$.

Для визначення остаточної оцінки стану технологічного комплексу Z_j запропоновано враховувати комбінацію складних функцій – параметрів P_1, \dots, P_q – стану, що оцінюють групи показників вищого рівня ієрархії [5, 6]:

$$Z_j = F(P_1, P_q). \quad (1)$$

У свою чергу, вхідними даними для обчислення складних параметрів P_1 та P_q є сукупність параметрів, що оцінюють певні групи показників (S_1, \dots, S_p), тобто:

$$P_1 = F(S_1, \dots, S_t), P_q = F(S_e, \dots, S_p), \quad (2)$$

де $t, e, p \in M$, а M – множина функціоналів узагальнюючих параметрів P -го рівня.

Складні параметри передостаннього рівня (Y_1, \dots, Y_m) є функціями від відповідних оцінювальних параметрів x_i стану:

$$Y_l = f(x_1, \dots, x_l), \dots, Y_m = f(x_k, \dots, x_n), \quad (3)$$

де $l, k, n \in N$, а N – множина вихідних параметрів.

При цьому оцінювальні параметри x_i визначаються на базі множини початкових вхідних параметрів K і функції перетворення:

$$F_1: X = F_1(K), K = (k_c), c = \overline{1, C}; X = (x_i), i = \overline{1, n}$$

Виходячи зі складених функцій (1)–(3), необхідно сформулювати множину X відповідних параметрів для оцінювання ефективності функціонування всього технологічного процесу. Ця множина формується за допомогою множини початкових вхідних K параметрів (k_1, \dots, k_e), де $e \in N$.

Запропоновано алгоритм (рис. 2) оцінки ефективності функціонування процесу формування дорожнього полотна на віброударній техніці з гідроімпульсним приводом [2].

Визначаємо множину вихідних параметрів $Z = (Z_1, \dots, Z_j)$ за критеріями повноти та дієвості, що в повній мірі дозволяє задовольнити потреби споживачів цієї системи [3, 6]. Розглянемо кожне з Z_j ($j = \overline{1, 3}$) рішень: Z_1 – відмінний; Z_2 – нормальний; Z_3 – задовільний; Z_4 – критичний; Z_5 – незадовільний.

Значення функцій належності, набувають вигляду:

$$\mu^{Z_j}(x_i) = \mu^{Z_j}(x_i)^{\alpha_j}, j = \overline{1, \dots, J} (J = 5), i = \overline{1, \dots, n} (n = 16). \quad (4)$$

Остаточним результатом є найбільше зі значень функцій належності μ^{Z_j} , тобто:

$$\mu^{Z_j} = \max\{\mu^{Z_1}, \mu^{Z_2}, \mu^{Z_3}, \mu^{Z_4}, \mu^{Z_5}\}. \quad (5)$$



Рис. 2. Алгоритм оцінки ефективності процесу формування дорожнього полотна

Екстремальне значення поліномних функцій належності (5) для множини вихідних параметрів $Z=(Z_1, \dots, Z_j)$ характеризує оптимальність груп Y_1, \dots, Y_3 параметрів ефективності функціонування технологічного комплексу за критеріями повноти та дієвості.

Висновки

На основі системного підходу і складених множин конструктивних параметрів технологічного обладнання розроблений алгоритм оцінки ефективності процесу формування дорожнього полотна. Показано, що в алгоритмі використовується множина початкових вхідних конструктивних і оцінювальних технологічних параметрів і функцій перетворення початкових параметрів на оцінювальні функції. На основі множин оцінювального параметру отримані поліномні функції належності для оцінки характеристик функції віброударного режиму навантаження процесу формування дорожнього полотна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Аналіз використання гідроімпульсних вібророзвантажувальних пристроїв на автомобільному транспорті // Р.Д. Іскович–Лотоцький, Я.В. Іванчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №6. – С. 228 – 231.
2. Rostislav D. Iskovych-Lototsky, Yaroslav V. Ivanchuk, Natalia R. Veselovska, Wojciech Surtel, Samat Sundetov. "Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080860 (1 October 2018). doi: 10.1117/12.2501526.
3. Rostislav D. Iskovych-Lototsky, Yaroslav V. Ivanchuk, Yaroslav P. Veselovsky, Konrad Gromaszek, Ayaulym Oralbekova. "Automatic system for modeling of working processes in pressure generators of hydraulic vibrating and vibro-impact machines", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080850 (1 October 2018). doi: 10.1117/12.2501532.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Основи резонансно–структурної теорії віброударного розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Д., 2014. – №5(53) – С.109 – 118. doi: 10.15802/stp2014/30458.

Замковий Олександр Дмитрович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2knzamkovyi@gmail.com.

Павлович Роман Ігорович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: b.volovyk@gmail.com.

Іванчук Ярослав Володимирович – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Zamkoviyy Oleksandr D. – graduate student of computer science department Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: 2knzamkovyi@gmail.com.

Pavlovich Roman I. – graduate student of computer science department Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: pavlovich.roma97@gmail.com.

Ivanchuk Yaroslav V. – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.