

Оцінка ефективності функціонування технологічного комплексу формоутворення заготовок на основі нечітких множин

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто системний підхід до технологічного процесу формоутворення (процес, машина, заготовка), що дозволило розробити математичну модель оцінки. На основі математичної моделі нечітких множин була виконана оцінка ефективності функціонування технологічного комплексу. Визначені зв'язки між параметрами підсистем на базі вібропресового обладнання з гідроімпульсним приводом для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів.

Ключові слова: нечіткі множини, формоутворення, рівнощільність, гідроімпульсний привод, вібропресове обладнання, порошковий матеріал.

Abstract

Considered a systematic approach to the process of forming (process, machine, harvesting). This allowed the development of a mathematical evaluation model. Based on the model of fuzzy sets, the efficiency of the functioning of the technological complex was assessed. Relationships between the parameters of subsystems based on the vibropress equipment with a hydro-pulse drive for forming blanks from powder materials are determined.

Keywords: fuzzy sets, form-forming, equipottness, hydro-pulse drive, vibropress equipment, powder material

Вступ

Широке використання знаходять вібраційні та віброударні 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, забезпечити оптимальність параметрів навантаження і одержати виріб з високими якісними параметрами. Зокрема, при пресуванні заготовок виробу з порошкових матеріалів (карбідів, боридів тощо) середня щільність і рівнощільність по об'єму заготовок збільшується на 60–70 % в умовах безвідходного виробництва. Тому до вібраційного обладнання для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів висуваються підвищені вимоги. Воно повинно мати порівняно просту конструкцію, високу надійність, низькі металоємність і енергоємність та забезпечувати якість формованого виробу.

Тому розробка ефективного методу оцінювання стану технологічного комплексу формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні є актуальною задачею.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічних процесів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів, за допомогою розробки перспективних математичних моделей вібропресового обладнання з гідроімпульсним приводом.

Результати дослідження

У Вінницькому національному технічному університеті на замовлення Броварського заводу порошкової металургії (Україна) був створений новий тип гідравлічних ІВПМ [4, 5] (рис. 1). Новий тип обладнання враховує усі вимоги, що висуваються до способу формоутворення заготовок з карбідокремнієвих порошкових матеріалів. Особливість даної машини – наявність рухомої траверси 6 із змінним інерційним вантажем 5, що інтенсифікує процес ущільнення заготовки 4. В осьовій розточці станини 1 розміщений плунжер 2 виконавчої ланки, зв'язаного зі станиною 1 елементами пружного повернення 3. Направляючі колони 9 рухомої траверси 6 пропущені в розточки станини 1, а на нижній поперечині 10 закріплений циліндр 11 установочних переміщень. В залежності від вимог технології на машині, створеній по такій схемі, можна забезпечити вібраційний або віброударний режим пресування порошкових матеріалів. Режими пресування визначаються умовами взаємодії рухомих елементів самої

машини, а також способом підключення і налагодження клапана–пульсатора 7 і гідроаккумулятора 8 гідроімпульсного привода.

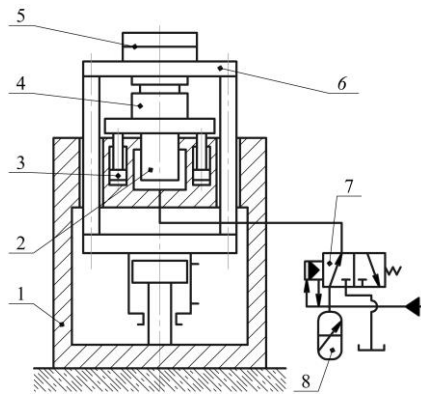


Рисунок. 1. Принципова схема навісної вібротрамбовки

У досліджуваному технологічному комплексі для віброударного пресування ми можемо 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 [6, 7].

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 формоутворення 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 [8]: $Z_j = F(P_1, P_q)$.

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: $P_1 = F(S_1, \dots, S_t), P_q = F(S_e, \dots, S_p)$, 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: $Y_1 = f(x_1, \dots, x_l), \dots, Y_m = f(x_k, \dots, x_n)$, 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: $F_1: X = F_1(K), K = (k_c), c = \overline{1, C}, X = (x_i), i = \overline{1, n}$.

На першому етапі здійснюється формування множини K початкових вхідних параметрів всього технологічного комплексу. Другий етап передбачає формування множини X оцінювальних параметрів стану кожної системи на базі множини K початкових вхідних параметрів [3, 6]. На третьому і наступних проміжних етапах, зокрема S і P , відбувається формування складних узагальнених показників оцінювання ефективності функціонування кожної системи $Y_1 \dots Y_m; S_1 \dots S_p; P_1 \dots P_q$. На найвищому етапі A ідентифікується рішення: $Z_j, j = \overline{1, J}$, яке визначає ефективність функціонування всього технологічного комплексу.

Висновки

Проаналізовано процес формоутворення заготовок з порошкових матеріалів і визначено збільшення середньої щільності заготовок на 60–70 %, відносно статичного пресування, вібраційним і

віброударним способом обробки на основі розробленої структури вібропресових формувальних машин, типів приводів та їх характеристик.

На основі системного підходу і складених множин конструктивних параметрів технологічного обладнання розроблена математична модель визначення середньої щільності заготовки. Показано, що вона представляє собою множину початкових вхідних конструктивних і оцінювальних технологічних параметрів (заготовка, робочий процес, машина) 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 формоутворення заготовок з порошкових матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.

2. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85). С. 9–17.

3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.

4. Іскович–Лотоцький Р.Д. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброударного приводу для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)– Луцьк, 2007. – № 20. – С. 184 – 187.

5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.

6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження кузовів–самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків., 2014. – Випуск 148. Частина 1. – С. 95–101.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, О. В. Зелінська, Я. В. Іванчук. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 152 с.

8. 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.

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

Науковий керівник: **Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович** — доктор. техн. наук, проф., професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Yaroslav Ivanchuk V. — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Computer Scitnces, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: **Rostislav Iskovych-Lototsky D.** — Dr. Tech. Sc., Professor, Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.