

БАЛАНС ЕНЕРГІЙ В ПРОЦЕСАХ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ ЕФЕКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Використання екзотермічних ефектів та матеріалів для них вимагає розробки методів розрахунку температур процесів, балансу енергій та законів зміни конфігурації температурних полів у зоні зварювання або нанесення покриття. В роботі розглянуто підходи для визначення адіабатичної температури протікання екзотермічних реакцій.

Ключові слова: Екзотермічний ефект, реакція, баланс, тепловиділення, суміш, адіабатична температура.

Abstract

The use of exothermic effects and materials for them requires the development of methods for calculating the temperature of processes, the balance of energies and the laws of changing the configuration of temperature fields in the welding or coating area. In this paper approaches to determine the adiabatic temperature of the occurrence of exothermic reactions are considered.

Keywords: Exothermic effect, reaction, balance, heat dissipation, mixture, adiabatic temperature.

Вступ

Набувають популярності роботи, які присвячені питанням використання екзотермічних реакцій та СВС-процесів для досягнення певних цілей під час зварювання, наплавлення, модифікування поверхні, нанесення покриттів напилюванням тощо [1]. Переважно метою таких технологій є використання вказаних вище реакцій для поповнення енергетичного балансу системи в потрібний момент для запуску або гальмування процесів кристалізації, плавлення, синтезу потрібних сполук та ін.

Результати дослідження

Перевагою екзотермічних процесів в зварюванні та споріднених технологіях є надана ними можливість поповнити баланс енергії в потрібному місці та зі зсувам в часі від інших процесів. Наприклад, під час електродугового наплавлення покриттів енергія, необхідна для створення шару покриття, використовується від горіння дуги. Ця енергія використовується як на корисні цілі (нагрівання та плавлення присадного матеріалу, нагрівання та плавлення поверхні основи, розпадання та синтез сполук) так і втрачається внаслідок розсіювання в середовищі через теплопередачу, випромінювання, роботу внутрішніх сил на деформації, внутрішнє тертя, виникнення коливальних процесів в матеріалі на макро- та мікрорівні тощо.

Запропоновано і систематизовано основні підходи до визначення складу екзотермічних сумішей та розрахунків термодинамічних параметрів процесів нанесення покриттів або зварювання, які раціонально виконувати послідовно в декілька етапів.

На першому етапі проводиться оцінка термічності базових сумішей [2, 3] з метою визначення перспективності їх використання для процесу, що розглядається. Екзотермічна суміш на цьому етапі розглядається як система, яка повністю термічно та хімічно ізольована.

Припускається, що реакції ідуть практично до повного перетворення компонентів, після чого в системі встановлюється рівновага між всіма фазовими складовими. В основу методики розрахунків покладено складання рівнянь вагового (1) та теплового (2) балансу.

$$\sum_{i=1}^k n_i X_i = \sum_{j=1}^p m_j Z_j, \quad \text{де} \quad Z_j = \sum_{i=1}^k m_{ji} X_i, \quad (1)$$

Z – фаза продукту синтезу; k - кількість компонентів X суміші ; p - кількість фаз у продукті екзотермічної реакції; n_i, m_{ji}, m_j - мольні частки відповідно кожного компонента та фаз у продукті.

$$\sum_{j=1}^p m_j H_{Z_j}(T_{Ad}) = \sum_{j=1}^p \Delta H_{Z_j}(T_{Ad}) + \sum_{i=1}^k n_i H_X(T_n), \quad (2)$$

де H_Z, H_X - ентальпії продуктів реакції та компонентів суміші, $\Delta H_{Z_j}(T_{ad})$ - тепловий ефект реакції при адіабатичній температурі.

Висновки

Метою технології може бути одержання покриття або шва з сплавом, що має певний хімічний та фазовий склад для роботи в заданих умовах експлуатації та може бути синтезований без спеціального термічного обладнання. Тому на цьому етапі в якості основного критерію перспективності використання суміші обиралась адіабатична температура реакції T_{Ad} та необхідна температура зовнішнього підігрівання T_n . Шляхом постійного підводу тепла і після досягнення T_n балансується тепловідвід з системи, що дозволяє вести розмову про систему як квазізакри ту. Для одержання евтектичних сплавів температура підігрівання, наприклад зварювальною дугою або плазмою, може визначатись з рівняння теплового балансу при умові $T_{Ad} = T_{пл.евт.}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Зносостійкі покриття з градієнтними властивостями / В. І. Савуляк, В. В. Савуляк // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – № 1 – С. 82–88.
2. Савуляк В. І. Деякі питання термодинаміки систем Fe – C – i, де i – третій сильно ліквуючий компонент / В. І. Савуляк // Вісник ТУП. – 2001. – № 1. – С. 25–29.
3. Савуляк В. І. Синтез зносостійких композиційних матеріалів та поверхневих шарів з екзотермічних компонентів / В. І. Савуляк // Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2002. – 161 с.

Савуляк Валерій Іванович - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Поступайло Олександр Володимирович — інженер кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.

Savulyak Valery - Dr. Sc., Professor, Head of increasing wear resistive technology-bones, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Postupajlo Oleksandr V. — engineer of technology improve durability department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.