

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Одним із методів збільшення зносостійкості сталеві поверхні є її насичення карбоном (цементация). На основі проведених досліджень розроблено рекомендації та програму по визначенню точності та якості наплавлених заготовок використовуючи методику цементации деталі.

Ключові слова: Цементация, зварювання, наплавлювання, фізико-механічні властивості, нановуглецеві матеріали.

Abstract

One of the methods to increase the wear resistance of the steel surface is its carbon content (cementation). On the basis of the conducted researches, recommendations and a program for determining the accuracy and quality of surfaced blanks have been developed using the method of cementation of the part.

Keywords: Cementation, welding, surfacing, physical and mechanical properties, nanocarbon materials.

Вступ

У даний час зростання цін на метали (особливо на легувальні), енергію виникає потреба розробки технологій, які базуються на нових явищах для отримання матеріалів із заданими властивостями. Сучасні залізовуглецеві матеріали містять у собі велику кількість легувальних елементів. Застосування традиційних матеріалів на основі легованих сталей та чавунів уже досить обмежено, що пов'язано зі зменшенням у природі запасів Ni, Mo, Cr, W, Ti й інших елементів. Тому створення композицій, які б містили мінімум легувальних елементів, мали б високі механічні властивості є актуальним, це дозволить зменшити витрати чорних і кольорових металів, підвищити якість і довготривалість роботи устаткування й машин, істотно збільшити продуктивність праці, заощадити матеріальні, енергетичні і трудові ресурси. Тому існує запит на створення поверхневих зносостійких шарів, які б містили мінімум легувальних елементів та мали б високі механічні властивості.

Метою роботи є розробка енегозберігаючих та ресурсозберігаючих способів отримання зносостійких поверхонь на сталі із заданими фізико-механічними властивостями, прогнозованою структурою, основаних на використанні явища контактного плавлення та сучасних вуглецевих матеріалів.

Результати дослідження

На тепер найбільш поширеними конструкційними матеріалами є залізовуглецеві сплави: сталі та чавуни. Їх використання у якості зносостійких матеріалів забезпечує досить високий ресурс роботи машин та механізмів.

Одним із методів збільшення зносостійкості сталеві поверхні є її насичення карбоном (цементация). Зазвичай процес цементации проводять в твердому чи газовому карбюризаторі годинами при температурі 900-980°C. Але насичення карбоном сталеві поверхні можливо при використанні явища контактного плавлення (КП) в системі Fe - C. При цьому насичення поверхні карбоном відбувається через рідку фазу значно швидше ніж при звичайній цементации, а вміст карбону на поверхні може відповідати вмісту карбону у чавуні.

Власне, використовуючи це явище, з'являється можливість створення нових матеріалів та технологій. Найбільш широко контактне плавлення використовується в паянні при так званому «контактно-реактивному паянні» та в порошковій металургії. Використання явища КП дозволяє одержувати композиції із спеціальними властивостями при температурах, нижчих за температуру плавлення заліза, а саме, при температурі евтектичного перетворення.

Вперше в 70-х роках А. П. Семенов провів дослідження КП графіту з залізом, нікелем, кобальтом та алмазу із залізом. Їм також були запропоновані способи створення із допомогою КП поверхневих

навуглецьованих шарів на сталі. Використанню явища КП для створення високовуглецевих шарів на сталі приділялося, починаючи з 80-х років, у Вінницькому національному технічному університеті (раніше політехнічному інституті, державному технічному університеті).

Крім того процеси отримання заготовок із цих матеріалів вимагають нових методів розрахунку за для отримання заготовок необхідної точності.

При нанесенні на заготовку зносостійкого шару виникає проблема її точності та якості. Так для штампованих заготовок, заготовок з прокату чи виливків є довідникові дані, з яких, в залежності від виду заготовки, способу її виготовлення, можна взяти їхню точність та якість.

Але для заготовок, отриманих у результаті нанесень покрить, у тому числі наплавлення, дані по точності відсутні.

Це утруднює розробку оптимального технологічного процесу подальшої механічної обробки, не дає можливості визначити кількість переходів для подальшої механічної обробки, утруднює розрахунок припусків, та як наслідок не дає можливості знайти і оптимальну товщину наплавленого шару.

Похибки розміру наплавленої заготовки мають випадковий статистичний характер і тому можуть описуватися теорією імовірності. Встановлено, що при дуже великій кількості дослідів і відповідних вимірювань можна одержати поле допуску вимірюваної величини із заданою імовірністю. Такі дослідження виконуються за допомогою кривої нормального розподілу Гауса.

Але статистичні методи визначення похибок вимагають здійснення значної кількості дослідів та вимірювань. Тому в роботі визначено похибку непрямым способом, як функцію від безпосередньо вимірюваних величин технологічного процесу.

Актуальність теми. Відновлення деталей та підвищення їх зносостійкості дозволяє значно покращити техніко-економічні показники використання техніки. Разом з тим актуальним залишається питання зменшення використання дефіцитних легувальних елементів та енергії.

Використання з цією метою сучасних методів відновлення та розробка нових є перспективною з технічної та економічної точки зору.

Важливу роль у розв'язанні означених завдань відіграють технології, що ґрунтуються на використанні наноматеріалів або нанотехнологій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на кафедрі технології підвищення зносостійкості Вінницького національного технічного університету. Тема роботи відповідає основним науковим напрямкам кафедри і є логічним продовженням робіт, виконаних за цією тематикою. Тема даної роботи затверджена наказом ВНТУ від 28 вересня 2017 року № 267.

Метою роботи є розробка енегозберігаючих та ресурсозберігаючих способів отримання зносостійких поверхонь на сталі із заданими фізико-механічними властивостями, прогнозованою структурою, оснований на використанні явища контактного плавлення та сучасних вуглецевих матеріалів.

Об'єкт дослідження – процеси нанесення поверхневих шарів типу чавун з використанням контактного плавлення.

Предмет досліджень – структура модифікованих та наплавлених шарів при використанні явища контактного плавлення.

Методи дослідження.

- експериментальне дослідження процесу та результатів контактного плавлення.
- проведення розрахунків синтезу, хімічного складу отриманих шарів білого чавуну в залежності від температури, виду нагрівання та ступеню дисперсності вихідних матеріалів із використанням прикладних математичних пакетів Maple 16, Mathcad 15.

Наукова новизна одержаних результатів. У роботі отримано ряд результатів, що мають наукову новизну.

1. Отримало подальший розвиток теорія контактного плавлення в системі Fe-C (графіт).
2. Визначено закономірності зміни структурних складових в оплавленому шарі при контактному плавленні в системі залізо - дисперсний вуглецевий матеріал.
3. Розроблена методика та отримані математичні залежності точності наплавленої деталі.
4. Вперше експериментально доведено можливість реалізації процесу насичення карбоном сталеві поверхні методом шовного електроконтактного плавлення вуглецевого волокнистого наноматеріалу з сталевією поверхнею.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації та програму по визначенню точності та якості наплавлених заготовок.

Розроблені методи та визначені відповідні залежності для розрахунку непрямим методом точності розміру заготовки при наплавленні

Розроблена та опробована установка для електроконтактної висовуглецевої цементації поверхонь.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується відповідністю отриманих результатів та відомих літературних даних, застосуванням сучасних математичних методів, теорії та практики постановки експериментів з використанням відповідно апаратури, методів статистичної обробки та збіжністю теоретичних і експериментальних результатів.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення та результати виконаних в магістерській кваліфікаційній роботі досліджень доповідались та обговорювались на: VIII міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця 2018).

Висновки

Основні положення та результати досліджень за темою магістерської кваліфікаційної роботи автором отримані самостійно. Постановка мети, наукових задач, вибір об'єктів досліджень, обговорення одержаних результатів виконано спільно з науковим керівником.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчук А. Ю. Складові похибки розміру при наплавленні циліндричних поверхонь [текст, електронний ресурс] / А.Ю. Осадчук, А.А. Осадчук / Тези доповідей III-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій» Тези доповідей III-ої міжнародної інтернет-конференції Частина 1 / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. С. 19.

Режим доступу: http://conf.vntu.edu.ua/pdmpk/2015/tezy_tpz-2015.pdf

2. Осадчук А.А. Контактне плавлення заліза з вуглецевими матеріалами у конвекційному нестационарному режимі [текст] Матеріали міжнародної науково-технічної конференції Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні – Дніпро, 2017. С. 75.

3. Осадчук А.А. Установка та технологія формування на поверхнях сталевих деталей покриттів спеціального призначення [електронний ресурс]/ XLVI Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту ВНТУ, 2017. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/3051/2320>

Осадчук Андрій Андрійович – студент групи ЗВ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: os.andrey2@gmail.com.

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

Osadtchuk Andriy Andriyovitch – student of the ZV-16m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: os.andrey2@gmail.com

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