

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ПІД ЧАС МОДИФІКУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

З метою підвищення довговічності деталей машин запропоновано модифікування їх робочих поверхонь плазмою через нанесену легувальну композицію. Процес модифікування моделюється з використанням комп'ютерних 3D – моделей та розбивання поверхні, яка обробляється, на ділянки методом кінцевих різниць. Обмеження кількості тепла, яке вводиться на чергову ділянку визначається тривалістю дії плазми та досягненням на поверхні підкладки температури плавлення.

Ключові слова: Термічні поля, 3d моделювання, час, легувальна композиція, модифікування.

Вступ

Низка деталей машин та конструкцій доцільно виготовляти зі сталей звичайної якості. Їх міцність цілком задовольняє вимоги до конструкції. В той же час службові характеристики твердості та зносостійкості деяких локальних ділянок або поверхонь потребують виконання більш жорстких вимог. У цьому випадку конструктор передбачає встановлення додаткових деталей чи накладок з високоякісних сталей або композитів. Такі рішення завжди ускладнюють технологію виготовлення та собівартість виробів. Нами пропонується технологія модифікування потрібних ділянок робочих поверхонь деталей машин шляхом обробки плазмою через шар спеціально нанесеної легувальної композиції. Проблема полягає в тому, що зміцнення поверхні відбувається під час нагрівання та часткового або повного розплавлення легувальної композиції та поверхні виробу. Недостатня інтенсивність та тривалість нагрівання не дозволяє повністю завершити всі необхідні процеси, а надлишкова – пошкоджує поверхні, що обробляються, та створює додаткові залишкові напруження, які деформують конструкцію. Комп'ютерне моделювання теплових процесів є необхідною передумовою оптимізації технології за критеріями зносостійкості, контактної міцності та мінімізації витрат.

Програмний пакет «Comsol Multiphysics» вигідно вирізняється від інших відомих тим, що окрім розрахунку теплових полів у виробач з однорідного матеріалу він дозволяє моделювати композити, шаруваті покриття та фазові переходи. За допомогою цього пакету можливо також обрахувати необхідну тривалість впливу зварювальної дуги на ділянку, що, наприклад, модифікується для забезпечення потрібних властивостей поверхні [1].

Результати досліджень

Основною задачею моделювання процесу модифікування робочої поверхні є максимально приблизитись до явищ, що відбуваються у матеріалах та задовільнити обрані критерії. Одним з головних критеріїв для нашого досліджу є визначення тривалості, яка необхідна для нагрівання та розплавлення нанесеної легувальної композиції і робочої поверхні, що забезпечить модифікування. У програмному пакеті «Comsol Multiphysics» це можна зробити за допомогою використання функції «Layered Material».

На рис.1 показана ділянка шнека, на торці якого формується шар зносостійкого композиційного покриття шляхом оплавлення спеціально розрахованої суспензії, яка на нього

попередньо нанесена та висушена. Оскільки по довжині робочої поверхні шнек працює з різними навантаженнями та зношуванням, то і шар покриття може бути сформований з відповідними товщиною, твердістю та зносостійкістю. В залежності від завдань, що розв'язуються, в одному із пакетів геометричного моделювання створюється 3D – модель деталі чи елемента конструкції. Для прикладу взято частину шнеку довжиною 100 мм. з товщиною листа лопаті 5 мм., висота лопаті 35 мм. та діаметр осьового стрижня 20 мм. Для спрощення побудови моделі, гвинтову конфігурацію лопаті замінили на пряму (рис. 1). На рисунку 2 показана приближена ділянка з легувальною композицією. Введення тепла, що моделює плазмовий вплив, здійснюється по чергово на окремі ділянки, показані на рисунку 2.

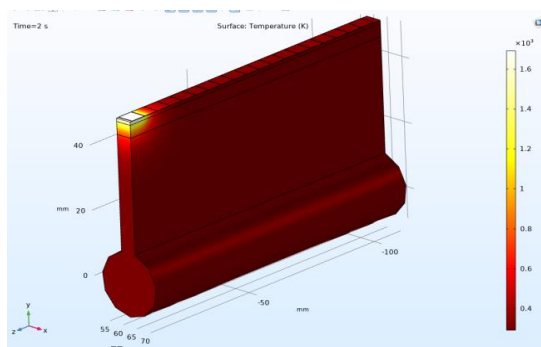


Рисунок 2 – 3D – модель деталі

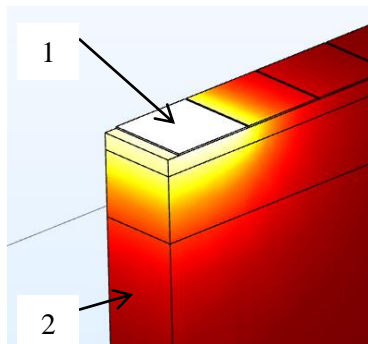


Рисунок 2 – Тепловий вплив на обрану ділянку

1. Нанесена легувальна композиція з поділом на ділянки
2. Основний метал шнека

Після створення 3D – моделі деталі (рис. 1) визначено температуру металу по глибині в конкретний проміжок часу. Для дифузії компонентів легувальної композиції на глибину до 3 мм, достатньо є температура плавлення підкладки. Для першого проміжку в 5 мм. достатньо здійснювати нагрів протягом 2 с, для другої ділянки тривалість термічного впливу становить 1.5 с, для третього – 1.2 с, для четвертого – 0.5 с, та для всіх наступних ділянок по 0.5 с.

Висновки

Моделювання процесів термічного впливу та визначення часових проміжків на окремих ділянках використовуючи власні багатокомпонентні легуючі суміші здійснено у пакеті програм «Comsol Multiphysics». Визначено температурні поля на кожній з ділянок в залежності від часу впливу температури до глибини, також визначено скільки часу потрібно на нагрів наступної ділянки врахувавши температуру попередньої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Videogallery [Electronic resource] // Comsol. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.comsol.ru/videos>.

Дмитрієв Максим Сергійович – аспірант групи АС-19, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxlion1974@gmail.com

Савуляк Валерій Іванович – д.т.н., проф., кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korsav84@gmail.com

MODELING AND CALCULATION OF TEMPERATURE FIELDS DURING MODIFICATION OF WORK SURFACES OF STEEL PARTS

Abstract

In order to increase the durability of machine parts, it is proposed to modify their working surfaces with plasma through the applied alloying composition. The process of modification is modeled using computer 3D models and the division of the treated surface into sections by the method of finite differences. The limitation of the amount of heat that is introduced to the next section is determined by the time of action of the plasma and the achievement on the surface of the substrate melting point.

Key words: Thermal fields, 3d modeling, time, alloying composition, modification.

Dmytriiev Maksym Serhiyovych – graduate student of the AC-19 group, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxlion1974@gmail.com

Savulyak Valery Ivanovich – d. oft.s, prof., Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korsav84@gmail.com