

УДК 621.793.7

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ У ГАЗОТЕРМІЧНИХ ВІДНОВЛЮЮЧИХ ПОКРИТТЯХ

Дерябкіна Є.С. доц.

Державний біотехнологічний університет

*Представлені результати експериментальних досліджень розподілу та величини залишкових напруг у газополумєневих покриттях, напилених за традиційною технологією та із застосуванням механічної обробки шарів покриття. Показано, що така обробка забезпечує можливість формування покриття з низьким рівнем залишкових напружень та високою міцністю зчеплення. Це дозволить прогнозувати довговічність відновлених деталей машин.*

Процес газотермічного напилювання покриттів завжди супроводжується появою залишкових напружень в усьому об'ємі покриття, які впливають практично на всі експлуатаційні характеристики напилених деталей. Залишкові напруження можуть бути причиною появи тріщин і відшарувань, впливають на адгезійну і когезійну статичну і багатоциклову міцність, зносо - і корозійну стійкість. Причому їх величина може досягати значних величин і залежить від способу напилювання, попередньої підготовки поверхні під напилювання, режимів, товщини і складу покриттів. Залишкові напруження є одним з факторів, що визначають якість напиленого покриття, і мають вирішальний вплив на міцність покриття, яке напилене, і його зчеплення з підкладкою, на опір втоми і довговічність відновлених і зміцнених деталей, тому дуже важливо знати їх величину і характер розподілу.

Необхідно відмітити, що при експлуатації деталей з покриттями стискаючі напруження є більш безпечними. У роботах [1-3] приводяться дані по залишковим напруженням в залежності від різних умов напилювання, властивостей матеріалів покриття і основи та подальшої обробки. Підвищення експлуатаційних властивостей напилених покриттів можна забезпечити фізико-механічним впливом електричних розрядів, вібраційних коливань, дробеструйною обробкою і т.п. Додавання змінних напруг, які не перевищують межі втоми, дозволяють забезпечити релаксацію залишкових напружень. При напилюванні під дією теплового фактора стискаючі залишкові напруги частково знімаються. При охолодження в напиленому шарі під дією внутрішніх сил у газополумєневих покриттях наводяться розтягуючі залишкові напруги, рівень яких залежить від теплонапруження процесу напилювання (до 28,2 МПа).

Досліджувалася можливість застосування механічної обробки щітковим інструментом газополумєневого покриття в процесі його формування для зниження рівня залишкових напружень. Експерименти проводилися на зразках зі сталі 45 з покриттям порошкового сплаву ПГ-10Н-01. Величину залишкових напружень в напиленому шарі і підкладці визначали по деформації зразка в процесі поступового видалення шарів. Для дослідження залишкових напружень

в газополуменевих покриттях виробляли напилювання призматичних зразків розміром  $140 \times 10 \times 2$  мм. Ширину  $b = 10$  мм вибирали з умови сталості напружень по ширині зразка ( $b \leq 15$  мм). Зняття напружених шарів здійснювалося електрохімічним травленням. Склад електроліту до 500г NaCl на 1 л  $H_2O$ , щільність струму при травленні 0,4-0,5 а/см<sup>2</sup>, поверхні зразка, що не підлягають стравлювання, захищалися лаком ХВЛ-21. Глибина травлення визначалася за допомогою мікрометра, як середня величина 10-ти вимірів по довжині стрижня. Розрахунок залишкових напруг у точці, що відстоїть від поверхні покриття на відстані, проводили за формулою:

$$\sigma(a_i) = \frac{8E_1}{\ell^2} \left\{ f_1 [h - e(a_i) - a_i] + N(a_i) \frac{df}{da}(a_i) - (h - a_i) f(a_i) - \int_0^{a_i} M(\varepsilon) d\varepsilon \right\}, \quad (1)$$

де  $f_1$  - прогин, викликаний розкріпленням зразка;  $e(a_i)$  - відстань від наведеного центру тяжкості перерізу до поверхні; протилежної шарам, що видаляються;  $h$  - висота напиленого зразка;  $a_i$  - товщина віддаленого шару;  $f(a_i)$  - прогин, викликаний видаленням шару;  $\ell$  - відстань між точками опори зразка при вимірі прогинів.

Застосування щіткової обробки дозволило знизити рівень розтягуючих залишкових напружень в покритті з 28 до 16 МПа. Встановлено, що в перехідній зоні покриття - підкладка величина напружень стиску знизилася з 110 до 80 МПа. Такий характер формування залишкових напруг у шарах та підкладці та їх релаксацію можна пояснити наклепом при механічній обробці. Зниження рівня напруг, що розтягують, відбувається за рахунок пластичної деформації, що узгоджується з літературними даними. Перерозподіл та зниження напружень призводить до суттєвого підвищення когезії покриття, причому міцність останнього на розрив зростає з 50 до 75 МПа [4].

Висновок. Експериментальна перевірка дозволила встановити остаточний характер залишкових напружень після застосування механічної обробки щітковим інструментом в процесі нанесення газополуменевих покриттів - це стійкі залишкові напруження стискання, максимальні значення яких знижуються на 30-40% порівняно з традиційним процесом напилювання відновних покриттів.

#### Список використаних джерел:

1. Петров С.В., Карп И.Н. Плазменное газозодушноное напыление. – Киев: Наук. думка, 1993. – 495 с.
2. Хижняк В.Г., Долгих В.Ю., Король В.И. Технологія нанесення та властивості карбідних покриттів на основі металів перехідної групи. – Харків: ННЦ ХФТІ, Доп. ОТТОМ–2. – Ч.2.– С. 99–103.
3. Пилипенко О.М. Комбінована обробка газотермічних покриттів // Сучасні процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин / Серія Г. – Київ: ІНМ НАНУ, 2001. – С. 97–107.
4. Обоснование возможности подготовки поверхности металлическими щетками под газотермическое напыление покрытий / О.С. Полянський, С.О. Лузан, Є.С. Дерябкіна // Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип.11. Т.1.- С.34-42.