

О.Б. НАСТИЧ, канд. техн. наук, доц., Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.,  
Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук, ст. викладач, Криворізькій національний університет

### ІОННО-ПЛАЗМОВА ОБРОБКА ШЛІКЕРНИХ ПОКРИТТІВ

Важливою проблемою сьогодення є руйнування металів під дією корозії та зносу. Одним зі шляхів підвищення надійності та довговічності роботи деталей машин є нанесення покриттів на готові вироби. Деталі з покриттями можуть бути піддані осіданню, розвальцьовуванню, накочуванню різьблення, термопружним напруженням під час нагрівання, згинів тощо. При цьому покриття можуть розтріскуватися і сколюватися, чого можна уникнути, створюючи деффузне об'ємне легування поверхневого шару. Концентрація легуючого елемента має бути такою, щоб забезпечувалися вимоги до стійкості покриттів, і водночас відмінності від структурних властивостей не призводили б до появи порушуючих напружень, дефектів тощо. Така ситуація виникає, наприклад, під час обробки котельних труб в умовах підвищених температур у продуктах згоряння різних видів палива. Покриття повинні мати в цьому випадку металеву щільність, тому що газоподібні сполуки сірки, утворені під час згоряння палива, що проникають у пори і щілини, призводять до швидкого руйнування металу.

На підготовлену поверхню труб (очищену на голкофрезерному верстаті) наносили суспензію з механічної суміші вихідного елемента легування (порошку хрому) та дисперсійної рідини (нітроклітинці). Після сушіння в повітряному середовищі за температури  $T = 100^\circ\text{C}$  протягом 10-30 хвилин зразки обробляли на установці іонно-плазмової цементації. Іонно-плазмову обробку проводили за атмосферного тиску з використанням низькотемпературного ( $T \approx 1000^\circ\text{C}$ ) об'ємного несамостійного розряду. Об'ємна форма розряду досягалася за рахунок зовнішнього підігріву. Потужність розряду для забезпечення стабільності параметрів розряду має бути на порядок меншою за потужність зовнішнього підігрівача. Процес хромоцементації проводився у два етапи. Спочатку поверхню труб легували хромом, а потім проводили цементацію легованих поверхонь.

На першому етапі як нейтральне середовище використовувався аргон. Дифузійний шар представляє собою шар твердого розчину хрому  $\alpha$ -залізі з мікротвердістю 8130 МПа. Глибина шару близько 300 мкм. Швидкість впровадження хрому досягала в деяких випадках 60,0 мкм/хв, що значно вище за швидкість впровадження за газового контактного способу хромування в рідких шарах хрому, вакуумного хромування, хромування з нагріванням і хромовмісним обмазуванням. Отриману концентрацію домішки (хрому) в поверхневому шарі матеріалу, напрямом її руху, швидкість дифузії якісно можна пояснити на основі електропереносу. Кількісний бік прискорення дифузії домішки може бути пояснений розупорядкуванням структури поверхні матеріалу. У результаті бомбардування її іонами утворюються надлишкові вакансії і дислокації, які за температур понад  $800^\circ\text{C}$  забезпечують прискорену дифузію.

На другому етапі як карбюризатор використовували суміш газів  $\text{CH}_4 + \text{Ar}$  у співвідношенні 1:4, в іншому параметри процесу залишалися тими самими, що й на етапі легування. Швидкість процесу цементації до 200 мкм/хв. Підвищення швидкості процесу цементації в цьому випадку можна пояснити тими самими причинами, що й прискорення процесу хромування. У результаті хромоцементації зразків зі сталі 12ХІМФ (час хромування 15 хв, час цементації 10 хв, температура процесу  $1050^\circ\text{C}$ , охолодження після обробки на повітрі) отримали суцільний дифузійний шар складного складу. Його мікроструктура типова для дифузійного хромування – твердий розчин хрому в  $\alpha$ -залізі мікротвердістю 8130 МПа з перехідною до основи металу труби суцільною смугою евтоктоїдного шару, яка слідує за ним, з мікротвердістю 4410 МПа (основа має мікротвердість близько 2500-2600 МПа). Крім того, зовнішня поверхня фірритного шару облямована суцільним тонким дифузійним шаром карбідів хрому (мікротвердість у зразку, загартованому у воді, – 10000 МПа). За попередніми даними корозійна стійкість зразків сталі 12ХІМФ з отриманим дифузійним захисним шаром 5%  $\text{HNO}_3$  збільшилася в 2,5 раза.

Іонно-плазмова цементація попередньо легованих хромом зразків зі сталі 20 і сталі 12ХІМФ дає змогу: отримати суцільні дифузійні поверхневі шари з високою твердістю і корозійною стійкістю; збільшити швидкість утворення дифузійних захисних шарів порівняно з методами хромоцементації в 6-10 разів.

Доповідь присвячена питанню іонно-плазмової обробки шлікерних покриттів.