

призводячи до деякого зниження густини струму у катодній плямі, водночас обмежує значення $R_{кр}$ внаслідок утворення термічної нестабільності позитивного стовпа.

Род газу суттєво впливає на величину $R_{кр}$. Результати експериментів свідчать, що найбільша величина граничних значень тиску газу відповідає атмосфері гелію, а найменша – азоту. Це узгоджується із величиною нормальної густини струму розряду $j_{но}$. Для гелію $j_{но} = 1,26$, азоту $j_{но} = 226$, тобто із ростом тиску газу густина струму у катодній плямі розряду найбільш швидко досягає граничних значень саме у азоті.

Характеристики катоду, в першу чергу теплофізичні, також оказують вплив на величину $R_{кр}$, однак досить незначний.

Показана суттєва роль шорсткості поверхонь заготовок в обмеженні густини струму в катодній плямі тліючого розряду, яка задається тиском газу у робочому об'ємі.

Результати вимірювань величини $R_{кр}$ при різній температурі катоду свідчать, що із ростом температури останнього діапазон тисків газу, при яких існує тліючий розряд, звужується. Це викликано тим, що із ростом температури підвищується енергія електронів у приповерхневих шарах катоду, полегшуються умови їх виходу, зростає струм електронної емісії з катоду, що призводить до переходу тліючого розряду у дуговий.

Оцінку залежності величини $R_{кр}$ від геометричних характеристик катоду здійснювали шляхом нагріву сталевих пластин різної товщини (від 0,004 до 0,02 м) і маси (0,4...2,0 кг). Як показують результати, при зменшенні габаритів і маси катоду тиск $R_{кр}$ і, відповідно, створювана ним густина струму в розряді в деякій мірі залежать від масо-габаритних характеристик зварюваних виробів.

Залежність граничних, з точки зору стабільності тліючого розряду, значень тиску газу від досить значної кількості параметрів режиму його горіння, обмежують можливість встановлювати його оптимальні значення. Для визначення величини тиску газу у робочій камері при зварюванні в тліючому розряді застосували метод планування експерименту.

Для побудови регресійної моделі був прийнятий повний факторний експеримент, функцією відгуку якого було значення тиску газу $p_{кр}$, при якому тліючий розряд переходив у дуговий. У дослідженні розглядали вплив чотирьох незалежних факторів:

x_1 – струм розряду I_p , А;

x_2 – газове середовище, яке характеризувалось значенням нормальної густини струму $j_{но}$,

x_3 – шорсткість поверхні катоду R_z , мкм;

x_4 – міжелектродна відстань l , см

В результаті проведення експериментів, обчислення коефіцієнтів регресії та оцінки їх значимості отримано рівняння регресійної моделі у вигляді

$$y = 12,1 - 2,14x_1 - 3,36x_2 - 1,64x_3 - 1,18x_4$$

УДК 621.793

Волос О.В., мол. наук. співробітник

Інститут Електрозварювання ім. Е. О. Патона НАН України, м. Київ,

alessandrovolos35@gmail.com

МАГНЕТРОННЕ НАНЕСЕННЯ НАНОКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ $nc-TiC/a-C$ ТА CN_x

Однією з поточних задач інженерії поверхні є розробка технологій осаджування нанокompatитних покриттів з різними робочими характеристиками. Для осаджування TiC/C і CN_x використовували систему з двох магнітних розпилювальних пристроїв з графітовою та титановою мішенями. Проведені дослідження умов отримання покриття

TiC/C з регульованим вмістом вуглецю, який змінюється від 42 до 70 ат. %. Показано, що при вмісті вуглецю в межах 42-54 ат. % покриття складається з нанорозмірних кристалів TiC, впроваджених в аморфну матрицю вуглецю. Розмір зерна TiC зменшується від 5,3 - 10,2 до 2,9-4,3 нм із збільшенням вмісту вуглецю в покритті від 42 до 54 ат. %.

Визначено вплив карбідних підшарів на властивості покриття. Зокрема, при використанні підшару WC-6Co, нанесеного на зразок зі сталі 40X методом детонаційного напилення, у випадку покриття nc-TiC/a-C товщиною 2,8 – 3,1 мкм була отримана найвища твердість 38 ГПа при модулі пружності 45 ГПа.

Осадження покриття CNx проводилося на зразки зі сталі 08X18H10T і титану VT1-0. Для збільшення товщини покриття CNx на основу наносили підшар Ti і перехідний шар TiCN. Досліджено вплив на структуру покриття тиску газу (p) суміші Ar/N₂ та об'ємної концентрації в азоті C, температури основи (T_{осн.}), напруги зміщення U_{зм.}. Встановлено, що структура покриття являє собою аморфну розпорядковану графітоподібну структуру з sp³, sp² - і sp¹ – електронними зв'язками вуглецю. Найбільш впорядкована структура спостерігається у покриттях CNx, осаджених на зразки із титану при p = 0,35 Па, C = 40 %, T_{осн.} = 130 °C, U_{зм.Ti} = -300 В, U_{зм.TiCN} = -1000 В, U_{зм.CNx} = 0 В. Механічні випробування показали, що покриття CNx, отримані при цих умовах осаджування, мали найбільші величини твердості H = 15 ГПа, наведеної твердості H/E* = 0,131, пружного відновлення W_e = 87,3 %.

УДК 621.791.92

Пулька Ч.В., докт. техн. наук, професор,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль,
Макаренко Н.О., докт. техн. наук, професор,
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,
Підгурський М.І., докт. техн. наук, професор,
Сенчишин В.С., канд. техн. наук,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль,
Viktor.Synchshyn@i.ua

ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРАЦІЇ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ

У сільському господарстві в якості робочих органів ґрунтообробних машин застосовують тонкі плоскі деталі, які в процесі експлуатації взаємодіють з ґрунтом та рослинами. Така взаємодія призводить до їх зношування, а також до втрати різальних властивостей. Тому, при виготовленні такого типу деталей здійснюють зміцнення їх робочих поверхонь різними методами. Найбільш ефективними є методи наплавлення різними зносостійкими матеріалами, а також застосування віброоброблення наплавлених поверхонь. Це здійснюється з метою підвищення експлуатаційних властивостей та процесу самогострювання в процесі роботи, оскільки основний метал забезпечує міцнісні характеристики робочого органу, а плакуючий (наплавлений) – різальні властивості.

У роботі [1] описано способи наплавлення які широко застосовуються при зміцненні робочих органів деталей ґрунтообробних машин. Згідно проведеного аналізу, одним із найбільш ефективних способів є індукційне наплавлення порошкоподібними твердими сплавами.

Існуючі на даний час методи підвищення зносостійкості наплавлювальних сплавів передбачають наявність у структурі великої кількості твердої фази, а саме: карбідів, боридів, силіцидів, силікокарбоборидів, інтерметалідів і інших. При цьому розміри надлишкових зміцнюючих фаз знаходяться у діапазоні від 180 мкм до 40 мкм, і в подрібненому вигляді за рахунок легування модифікаторами близько 30-20 мкм [2].