

В. Лебедєв¹, д.т.н. проф., С. Лой, Г. Єрмолаєв², к.т.н.

¹Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ, Україна

²Херсонський навчально-науковий інститут національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ

V. Lebedev¹, Dr. Prof., S.A.Loi, G. Ermolaev², Ph.D.

¹E.O. Paton Electric Welding Institute, Ukraine

²Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

DIRECTIONS OF EQUIPMENT IMPROVEMENT FOR PLASMA SPRAYING

Abstract. Some technical and technological problems of plasma spraying equipment operation are considered. Attention is paid to the most important components. New more effective designs of plasma torch, powder dosing systems, powder compositions for spraying with new qualities are proposed. Methods for determining the results of spraying, in particular, the stress state of the coating, etc.

Плазмове напилення є одним з найбільш дієвих засобів якісного відновлення вузлів та деталей в різних сферах, зокрема двигуни, турбіни, будівельна та сільськогосподарська техніка тощо.

Вирішення нагальних задач найбільш раціональним шляхом є отримання покриттів виконаних плазмовим напиленням, яке потребує постійного вдосконалення відповідного обладнання, залучення більш доцільніших технологій з розробкою методик прогнозування результатів та їх оцінки.

З аналізу розробок щодо плазмового напилення витікають наступні напрямки пошукових робіт, які забезпечують більш ефективний процес формування шару покриттів при відновленні та забезпеченні стійкості для певних умов:

1. вдосконалення існуючих чи розробка нових вузлів установок для напилення;
2. нововведення в технологічному процесі та пошук і впровадження застосування більш цілеспрямованих на конкретні завдання складів порошків;
3. розробка нових методик дослідження властивостей плазмових покриттів.

Основними діючими вузлами обладнання для плазмового напилення є вузол підготовки та дозування порошку, конструкція плазмотрону, джерело живлення. Окремо можна розглядати системи забезпечення контрольованого середовища та особливо механізми

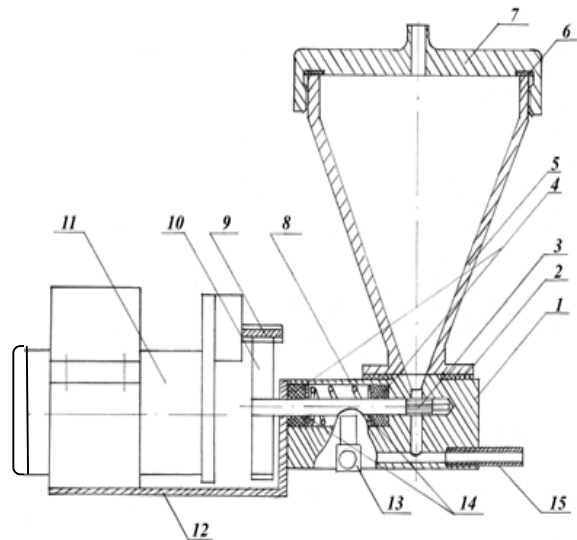


Рис. 1. Конструкція порошкоживильника: 1 - корпус; 2 - ротор; 3 - гумова прокладка; 4 - сальник; 5 - бункер; 6 - гумова прокладка; 7 - кришка; 8 - пружина; 9 - вал-шестерня; 10 - шестерня; 11 - електродвигун; 12 - кронштейн; 13 - трійник; 14 - шайба; 15 - штуцер

переміщення деталей які напилюються.

Приладом нашої розробки в цьому напрямленні є нова розробка порошкоживильника з використанням вентильного швидкодіючого безредукторного електроприводу, яка представлена на рис. 1 і є досить досконалою конструкцією як щодо ефективності дозування, так і керованості цим процесом в повній мірі. Детально нова конструкція порошкоживильника описана в роботі [1]. Також є певні напрацювання та конструктивні вирішення по плазмотронах, які сприяють подовженню його ресурсу та інше [2].

Табл. 1. Міцність напилення з новим складом порошку

№	Склад зразка	Матеріали напилюваної суміші, мас%		Міцність σ_s МПа
		ПГ-10Н-01	Борний шлак	
1	З підготовкою поверхні	100,00	-	361,4
2	Без підготовки поверхні	99,50	0,50	311,2
3	Без підготовки поверхні	99,00	1,00	328,2
4	Без підготовки поверхні	98,50	1,50	360,4
5	Без підготовки поверхні	98,50	3,00	401,0
6	Без підготовки поверхні	98,50	5,00	350,7

Щодо нововведень в технології напилення, то тут в якості прикладів слід представити нашу розробку складу порошку який складається з самофлюсуючого флюсу та борного шлаку в певному співвідношенні. Основу порошку склав самофлюсуючий флюс типу ПГ-10Н-01. Певні добавки борного шлаку, вплив яких на покриття вивчено на основі експериментальних досліджень з математичним плануванням і розробкою математичної моделі. Враховано залежності впливу складу порошку на міцність шару з врахуванням енергетичних параметрів процесу напилення та стану підготовки поверхні. Результати експериментів дані в табл. 1. Показовими є порівняльні мікрошліфи з'єднання напиленого шару з основою, які дані на рис. 2 і фіксують збільшення площини зчеплення при використанні добавки - борного шлаку, що, в тому числі, зумовлює міцність покриття.

Розглянемо для прикладу використання плазмового покриття для якісного відновлення однієї з деталей двигуна внутрішнього згорання яка працює в режимі тертя ковзання – вкладишів.

Чавунну обійму підшипників попередньому лудінню. Ця операція не дозволяє забезпечити необхідне зчеплення бабітового вкладиша, що заливається, з чавунною основою. Запропоновано нове рішення: на чавунну основу перед лудінням напилювати бронзове покриття яке має хороше зчеплення з чавунною основою, чудово лудиться і, тим самим, забезпечує високу якість при заливці підшипників бабітом. При експлуатації підшипників спостерігається значний знос

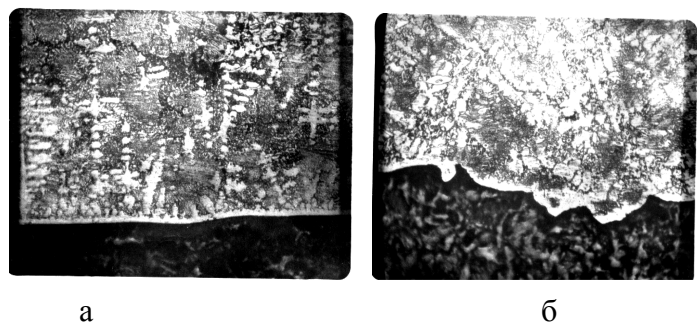
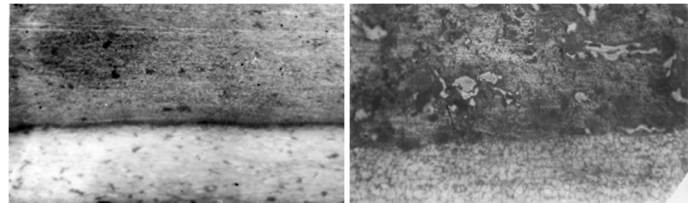


Рис. 2. Структура напиленого покриття: а – без додавання борного шлаку x200; б – і з введенням до складу порошку борного шлаку

бабітового вкладишу. Для ремонту підшипників потрібна виплавка бабіту, що залишився, і наступна заливка нового. Розроблена технологія відновлення геометричних розмірів бабітового вкладиша шляхом напилення порошкової суміші, що складається з порошку бабіту і твердого мастила. Товщина напиленого шару варіюється від 0,1 до 3,0 мм. Покриття з такої суміші дозволяє знизити коефіцієнт тертя вузла і тим самим збільшити час міжремонтного періоду.

Проведений цикл експериментальних досліджень властивостей запропонованого способу отримання плазмових покриттів підтвердив високі експлуатаційні якості напилення, як щодо міцності зчеплення так і відносно зниження коефіцієнту тертя, що дає змогу при мінімальних витратах забезпечити якісне відновлення деталей двигуна. Такий метод зі своїм підходом був застосований і для інших деталей.

Робота по вибору матеріалу покриттів постійно триває. Так на рис. 3 представлені для порівняння мікроструктури заводського покриття а також покриття запропонованого нами яке має суттєво менший коефіцієнт тертя.



а

б

Рис. 3. Мікроструктура поверхні ковзання вкладишів: а – стандартне; б - плазмове напилення(75%Al+25%BrA10)- основа +5%Pb

Дуже важливим напрямком вдосконалення процесу плазмового напилення є теоретичні дослідження, результат яких впливає на запровадження технологій, які поліпшують стан шару покриття. Більшість таких досліджень є прогностичними і практично не можуть бути отримані експериментально із-за необхідності проведення дуже великої кількості дослідів і аналізу їх результатів. Одним з таких досліджень є розроблені математичні методи визначення характеристик напруженого стану[3]. Результатами такої роботи є прогнозування стійкості покриття виконаного для різних умов експлуатації деталей з напиленим шаром і з урахуванням параметрів процесу. Це дає змогу суттєво заощадити на розробці технології з отриманням бажаних результатів без додаткових пошукових випробувань.

Всі вищезгадані технічні розробки є основою для розробки нових способів одержання шару покриття плазмовим методом. Це, насамперед, здійснення модульованих та імпульсних методів впливу на процес, що може забезпечити суттєве підвищення результатів роботи плазмового обладнання. Це частково зазначено в матеріалі [4] та підтверджується нашими пошуковими дослідженнями і є основою для ствердження, що вони є перспективними.

Література

1. Патент № 140757 (кор. модель) Роторний живильник порошку. Дубовой О.М., Лой С.А., Лебедев В.О., Драган С.В. Опубл. 10.03. 20, бюл. №5;
2. Лебедев В.А., Лой С.А. Модернизация плазмотрона для напыления на воздухе и в контролируемой атмосфере (в вакууме). //Вісник Національного технічного університету “ХП”. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2019, №10- С. 21-29.
3. Лебедев В.А., Лой С.А., Ермолаев Г.В., Матвиенко М.В. Напряжённое состояние плоских образцов с напылённым слоем при испытаниях на изгиб //Авиационно-космическая техника. – 2019, № 4 (156). - С. 63-72.
4. Сухочев Г.А., Кадырметов А.М. Экспериментальные исследования параметров управляемости процесса воздушно – плазменного нанесения и упрочнения покрытий //Упрочняющие технологии и покрытия. 2008. №11 (47). С.53-56.