

**Володимир ГВОЗДЕЦЬКИЙ, Галина ВЕСЕЛІВСЬКА, Мирослав ГОЛОВЧУК,
Юрій ДЗЬОБА**

ВПЛИВ ТИСКУ ПОВІТРЯНОГО СТРУМЕНЮ НА ПОРУВАТІСТЬ ТА КОРОЗІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ІЗ Д16

*Фізико-механічний Інститут ім. Г.В. Карпенка Національної академії Наук України
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060. E-mail: gvosdetcki@gmail.com*

**Volodymyr GVOSETSKII, Halyna VESELIVSKA, Myroslav GOLOVCHUK,
Yuriy DZIOBA**

PRESSURE EFFECTS ON THE CORROSIVE AIR STREAM CHARACTERISTICS COATINGS ELECTRIC WIRE D16

*Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine
5, Naukova Str., Lviv, 79060, Ukraine. E-mail: gvosdetcki@ipm.lviv.ua*

ABSTRACT

Arc spraying coating continuous with electrode wires D16 brand. Established the influence of air pressure on the size droplets, the number of oxides on the surface during the transportation to substrate. Raising the temperature drops would reduce the number of pores and micro-heterogeneity in coatings. The decrease pore size increases penetration time corrosive environment to the substrate. Aggressive environment can penetrate through the pores of the steel base and creates the conditions for passing corrosion between the coating and steel base. Arc spraying coating different thicknesses on steel substrate by pressure air stream 0.6 and 1.2 MPa protect from oxidation bases steel cathode-anode processes corrosion.

KEY WORDS: *arc spraying coating, electrochemical properties, oxide inclusion, including cathode, electrode potential.*

ВСТУП

Відомо, що електрохімічна корозія є одним з головних чинників руйнування металевих виробів та деталей. Локальна корозія, коли анодні реакції саморозчинення металу зосереджуються на окремих ділянках поверхні, є найбільш небезпечною за своїми наслідками [1]. Через це на поверхні деталей із конструкційних сталей можуть виникати глибокі виразки та наскрізні отвори, що є особливо небезпечним. Від таких видів корозії важко захистити поверхню металевих деталей при нанесенні на неї захисних покриттів (гальванічних, лакофарбових тощо) [2].

Для продовження ресурсу металевих конструкцій на їх поверхні напилюють протикорозійні покриття. Із відомих методів напилення електродугова металізація є найпродуктивнішою, а покриття, сформовані з суцільних електродних дротів, алюмінію, Д16 та цинку, по відношенню до сталі мають більш негативний потенціал [3, 4]. Дана робота присвячена визначенню впливу підвищеного тиску розпилу на корозійні характеристики покриттів із суцільних електродних дротів Д16.

МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Покриття наносили на поверхню пластин 40×40×6 мм за напруги на дузі $U = 32$ В, струму дуги $I = 150$ А, тиску розпилювального повітря $P = 0,6$ та $1,2$ МПа та дистанції напилення $L = 150$ мм. Швидкість польоту краплин визначали експериментальними та розрахунковими методами. Розрахунок швидкості проводили за формулою [5]:

$$w_i = \sqrt{\frac{2 \times k}{k - 1} \times R \times (T_0 - T_1)},$$

де, w – швидкість повітряного потоку у соплі; k – показник адиабати, $k = C_p/C_v$; R – постійна газова повітря, T_0 та T_1 – температура повітряного потоку у дозвуковій та надзвуковій частинах сопла.

Корозійно-електрохімічні властивості покриттів оцінено в синтетичному слабкислому дощі (рН 4,5) за температури $20 \pm 0,2$ °С. Характеристики корозійних процесів досліджували у потенціодинамічному режимі з використанням вольтамперометричної системи СВА-1Б-М. Вимірювання здійснювали за триелектродною схемою: робочий електрод – покриття на сталі 12Х1МФ, електрод порівняння – хлоридсрібний типу ЭВЛ-1М1, допоміжний – платиновий. Швидкість зміни потенціалу складала 2 мВ/с. Поляризаційні криві використовували для визначення швидкості корозії та отримання інформації про характер корозійного процесу. Швидкість корозії визначали екстраполяцією лінійних ділянок поляризаційних кривих на потенціал корозії.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Експериментальними методами, ситовим аналізом визначили, що підвищення тиску повітряного струменю з 0,6 до 1,2 МПа забезпечує зменшення розміру краплин від 80...150 мкм до 10...50 мкм, внаслідок чого вони легше захоплюються повітряним струменем та набувають більшої швидкості за тиску повітря 1,2 МПа. Проведені теоретичні розрахунки підтверджуються експериментальними дослідженнями під час визначення швидкості краплин стробоскопом. Встановлено, що з підвищенням тиску розпилу повітряного струменю зменшується розмір краплин та хімічна неоднорідність ламелей покриттів [6-8].

Внаслідок зменшення розміру краплин до 10...50 мкм фактична площа їх окисненої поверхні є більшою, ніж краплин розміром 80...150 мкм. Електродугові покриття мають типову ламелярну будову. Ламелі покриття 1 розмежовані між собою тонкими окисними плівками, а також оксидами, які утворюються при транспортуванні диспергованого розплаву із електродних матеріалів. Краплини малих розмірів можуть повністю окиснюватись і при вдарянні об підкладку засвоюватись у покритті. Тому під час напилення за тиску 1,2 МПа формується композиційне покриття з підвищеним вмістом оксидів до 8...15 % та поруватістю до 5 %, за 0,6 МПа – з вмістом оксидів 5...8 %, поруватістю 7...10 %.

Відкрита поруватість електродугових покриттів (ЕДП) є важливим чинником, який впливає на корозійну поведінку і самого ЕДП, і матеріалу основи [9]. Корозивне середовище проникає крізь наскрізні пори до основи та створює умови для проходження підплівкової корозії. У цьому випадку продукти корозії накопичуються на границі розділу ЕДП – основа та можуть спричинити відшарування покриття.

За збільшення тиску розпилу повітряного струменю зростає час проникнення корозивного середовища до границі розділу ЕДП – основа, що зумовлено зменшенням поруватості. Встановлено (рис. 1), що впродовж 30 діб стаціонарний потенціал покриттів, напилене при різних тисках, не досягає потенціалу сталі 12Х1МФ, який у слабкислому дощі складає 0,54 В, тобто напилене покриття з Д16 забезпечує його зсув у від'ємний бік на 0,2...0,5 В та створює катодний захист основи. Виявлено, що із підвищенням тиску розпилу електродного дроту, напиленого на трубу зі сталі 12Х1МФ, характер поляризаційних кривих не змінюється (рис. 2).

Потенціал корозії зміщується при цьому в область позитивних значень, а струми корозії таких покриттів знаходяться в межах одного порядку. Характер кривих свідчить про ідентичність процесів, що проходять на електроді і у катодній, і в анодній областях. Різниця значень потенціалу корозії для напиленого

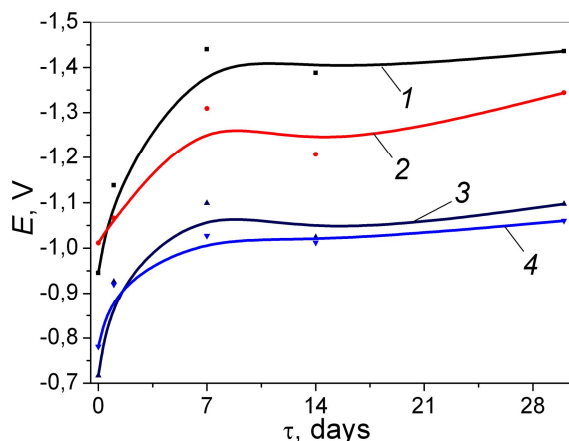


Рис. 1. Зміна електродного потенціалу покриття з Д16 в часі, напиленого при тиску повітряного струменю 0,6 МПа (1, 2) та 1,2 МПа (3, 4) і за різної товщини одержаних покриттів: 150 мкм (1, 3) та 450 мкм (2, 4), у середовищі синтетичного кислого дощу.

Fig. 1. The change of the electrode potential from the coating over time D16, sprayed air jet at a pressure 0.6 MPa (1, 2) and 1,2 MPa (3, 4) for varying the thickness of coating 150 μm (1, 3) and 450 μm (2, 4) among the synthetic acid rain.

покриття за тиску 0,6 та 1,2 МПа із Д16 складає $\sim 0,3$ В. Це пояснюється більшою наскрізною поруватістю покриття за меншого тиску, і, відповідно, інтенсифікацією катодного захисту.

Проаналізувавши результати потенціодинамічних досліджень покриттів за нетривалої витримки у середовищі, встановлено, що процес електрохімічної корозії протікає за змішаним катодно-анодним контролем ($b_k \approx b_a$) (рис. 2 а, б). Збільшуючи тривалість експозиції зразків у середовищі слабокислого дощу (рис. 2 с), корозійний процес протікає з незначною перевагою анодного контролю ($b_a \geq b_k$).

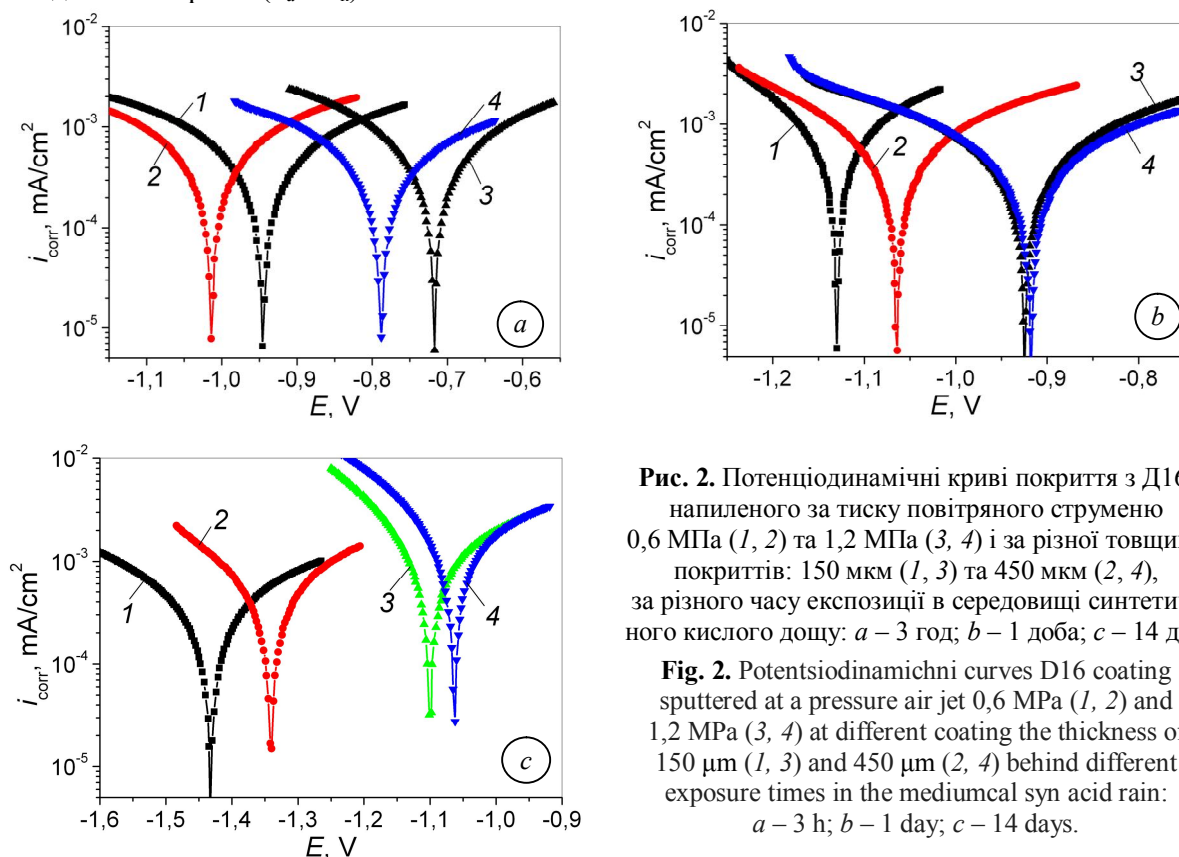


Рис. 2. Потенціодинамічні криві покриття з Д16, напиленого за тиску повітряного струменю 0,6 МПа (1, 2) та 1,2 МПа (3, 4) і за різної товщини покриттів: 150 мкм (1, 3) та 450 мкм (2, 4), за різного часу експозиції в середовищі синтетичного кислого дощу: а – 3 год; б – 1 доба; с – 14 діб.

Fig. 2. Potentiodynamic curves D16 coating sputtered at a pressure air jet 0,6 MPa (1, 2) and 1,2 MPa (3, 4) at different coating the thickness of 150 μm (1, 3) and 450 μm (2, 4) behind different exposure times in the mediumal syn acid rain: a – 3 h; b – 1 day; c – 14 days.

За тиску 0,6 МПа наплення покриття з Д16 та його товщини 150 мкм при витримці у корозивному середовищі 14 діб ступ корозії зростає у 4 рази порівняно із товщиною 450 мкм (рис. 2), а потенціал корозії на 0,2 В зсувається в область більш від’ємних значень (рис. 2 с). Це свідчить про початок виділення водню та зміну складу приелектродного шару, що призводить до інтенсифікації корозійних процесів під покриттям.

За тиску 1,2 МПа наплення електродугових покриттів їх поведінка за різної товщини однакова, що свідчить про захист сталеві основи за товщини покриттів 150 мкм (рис. 3).

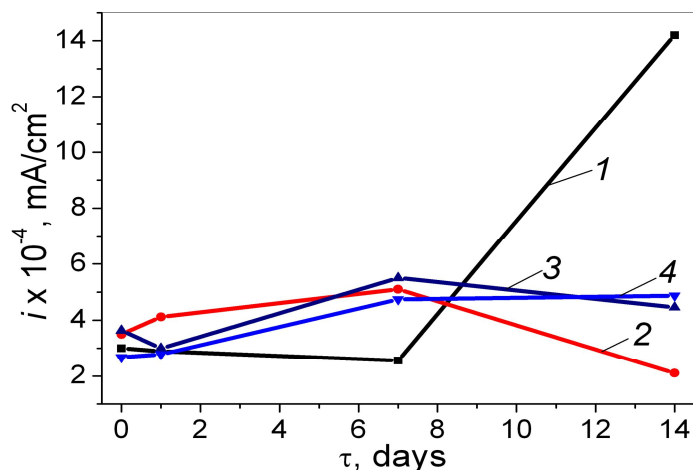


Рис. 3. Залежність корозійної тривкості ЕД покриття за різних режимів його наплення від експозиції у середовищі синтетичного кислого дощу: тиск розпилу повітряної суміші 0,6 МПа (1, 2) та 1,2 МПа (3, 4); товщини одержаних покриттів: 150 мкм (1, 3) та 450 мкм (2, 4).

Fig. 3. The dependence of corrosion resistance of the coating at different electric resistance modes by spraying it in the exposure environment synthetic acid rain, air is the pressure 0,6 MPa (1, 2) and 1,2 MPa (3, 4); – the thickness of the resulting coatings: 150 μm (1, 3) and 450 μm (2, 4).

ВИСНОВКИ

1. Підвищення тиску повітряного струменю від 0,6 до 1,2 МПа забезпечує зростання швидкості краплин майже у два рази та зменшення їх розміру від 80...150 до 10...50 мкм.

2. Встановлено, що за довготривалої витримки покриттів у корозивному середовищі їх стандартні електродні потенціали зсуваються в область негативніших значень, забезпечуючи таким чином катодний захист основи у синтетичному слабокислому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сологлуб М.А. Технологія конструкційних матеріалів. – К.: Вища школа, 200. – 374 с.
2. Алімов В.І., Дурягіна З.А. Корозія та захист металів від корозії. Донецьк-Львів: ТОВ “Східний видавничий дім”. – 2012. – 328 с.
3. Електродугові відновні та захисні покриття / В. Похмурський, М. Студент, В. Довгунік та ін. – Львів: ФМІ НАНУ, 2005. – 192 с.
4. Червінська Н.Р. Електрохімічні характеристики газотермічних покриттів та підвищення їх корозійної тривкості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.14 “Хімічний опір матеріалів та захист від корозії”/ Н.Р. Червінська. – Львів, 2013. – 20 с.
5. Методичні вказівки до індивідуальних занять та виконання індивідуальної роботи “Розрахунок сопла Лавала” з курсів “Спецрозділи теплофізики” та “Розширювальні і компресорні турботашини для газової та нафтової промисловості” / Укладач С.М. Ванєєв. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 22 с.
6. Гвоздецький В.М. Основи формування захисних покриттів із дроту Св08 за підвищеного тиску повітряного струменю // VIII Науково-технічна конференція молодих учених та спеціалістів.- Зварювання та споріднені технології. – Київ, 2015. – С. 96.
7. Pohmursky W.I. Druty rdzeniowe serii fmi dla natryskiwania łukowego / W.I. Pohmursky M.M. Student, V.M. Hvozdetzky, N.V. Pokhmurska // Przegląd Spawalnictwa. – № 7/13. – S. 6-10.
8. Головчук М.Я., Гвоздецький В.М. Особливості електродугового напилення порошкових дротів різної конструкції // 11-й Міжнародний симпозіум інженерів-механіків у Львові, 2013.
9. Похмурський В.І. Структура, механічні та електрохімічні характеристики корозійностійких електродугових покриттів із порошкових дротів / В.І. Похмурський, М.М. Студент, Н.Р. Червінська, Т.Р. Ступницький // Наукові нотатки, Луцьк. – 2013. – № 41, Частина 2. – С. 127-132.