

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПЕО-ПОКРИВІВ НЕСТЕХІОМЕТРИЧНИМИ ОКСИДАМИ МАНГАНУ ТА КОБАЛЬТУ

Каракуркчі Г. В., Сахненко М. Д., Ведь М. В., Горохівський А. С.

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

anyutikukr@gmail.com

Плазмово-електролітичне оксидування (ПЕО) вентильних металів та сплавів широко використовується у багатьох галузях промисловості (хімічній, машино- та приладобудуванні, медичній, аерокосмічній і т. і.) завдяки можливості суттєво підвищити функціональні властивості конструкційних матеріалів. Модифікована поверхня набуває досконалих показників зносо- та корозійної стійкості, діелектричних та теплозахисних характеристик, а також каталітичної активності. Враховуючи зазначене, одним із перспективних є напрям використання ПЕО-покривів для підвищення паливної економічності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та зниження токсичності їх газових викидів. Кількість каталітичних систем, які можуть ефективно використовуватись у камерах згоряння (КЗ) ДВЗ, є доволі обмеженою, що обумовлено високим температурним режимом роботи КЗ ДВЗ та наявністю каталітичних отрут.

З урахуванням результатів, отриманих для каталітичних нестехіометричних оксидів мангану [1–3], було поставлено задачу розробки електроліту та способу формування оксидних кобальтвмісних покривів на ливарних сплавах Al-Si, зокрема АЛ25, з якого виготовлені деталі поршневої групи ДВЗ. Особливістю указаних сплавів є значний вміст Si, що ускладнює перебіг процесів оксидування поверхні та знижує функціональні властивості одержаних матеріалів.

Оксидні покриви формували на зразках сплаву АЛ25 площею 0,2 дм² в режимі ПЕО з використанням лабораторної установки, що складається із промислового стабілізованого джерела постійного струму Б5-50, електролітичної комірки з примусовим охолодженням та магнітної мішалки для перемішування робочого розчину. Для досліджень використовували електроліти варійованої концентрації кобальто-пірофосфатний, г/л: K₄P₂O₇ – 66,0...297,0; CoSO₄ – 7,5...46,5 та лужно-перманганатний, г/л: NaOH – 0,2...50,0; KMnO₄ – 7,0...120,0 з рН 10,5...11,5. Температуру робочих розчинів підтримували в інтервалі 20...25°С. Покриття формували при густині струму 2,0...20,0 А/дм² протягом 30...60 хв, кінцева напруга формування становила 150...240 В. Підготовка поверхні зразків включала шліфування наждачним папером, знежирення, травлення із достатньою кількістю промивань гарячою та холодною водою.

За результатами проведених досліджень встановлено, що в ПЕО-режимі на зразках сплаву АЛ25 із електролітів указаного складу можна одержувати щільні кермамікоподібні покриття з високою адгезією до підкладки. На перебіг процесів оксидування впливають тип та склад електроліту, стартова густина

струму та напруга формовки, час оксидування зразків. Встановлено, що механізм оксидування поверхні сплаву АЛ25 у кобальто-пірофосфатних електролітах суттєво відрізняється від ПЕО у лужно-перманганатних розчинах. Густина струму оксидування у кобальто-пірофосфатних розчинах не перевищує 10 А/дм^2 , в той час як оксидування у лужно-перманганатних електролітах більш ефективно можна проводити при $j > 10 \text{ А/дм}^2$. Напруга іскріння U_i у кобальтвмісних електролітах становить $125 \dots 135 \text{ В}$, а кінцева напруга U_k формовки $150 \dots 160 \text{ В}$, а у манганвмісних $U_i = 150 \dots 160 \text{ В}$ і $U_k = 220 \dots 235 \text{ В}$.

Покриття змішаними оксидами обох перехідних металів (Co, Mn) одержані шляхом послідовного оксидування у кожному з електролітів. Найбільш ефективним для формування покриттів з більшим вмістом допантив є двостадійний режим, згідно якого на I стадії ПЕО проводять у кобальто-пірофосфатному електроліті, а на II стадії – у лужно-перманганатному. Режими оксидування на кожній стадії відповідають наведеним вище.

Встановлено, що морфологія (рис. 1) та склад одержаних ПЕО-покривів, допованих оксидами кобальту та мангану, залежать від концентрації компонентів електроліту, густини струму, напруги та часу формування. Варіювання умов технологічного процесу дозволяє формувати покриття різного складу і морфології, що прогнозовано впливає на їх функціональні властивості.

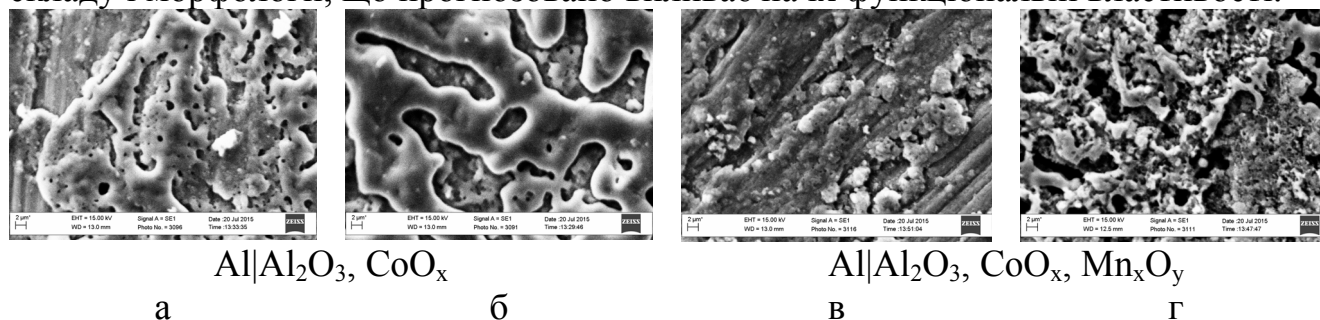


Рис. 1. Морфологія ПЕО-покривів на сплаві АЛ25, j , А/дм²: а, в – 5; б, г – 10.

Сформовані покриття є щільними та рівномірними, мають розвинену поверхню та вміст нестехіометричних оксидів Co та Mn до 30 мас.% (у перерахунку на метал). Склад та морфологія поверхні обумовлюють високі каталітичні властивості синтезованих матеріалів, що підтверджено результатами тестування покриттів в реакціях окиснення CO, знешкодження NO_x, а також витрати палива на різних режимах роботи двигуна.

[1] Ведь М.В. Формирование каталитически активных покрытий на рабочих поверхностях камер сгорания ДВС/ М.В. Ведь, Н.Д. Сахненко, Д.С. Андрощук, Т.П. Ярошок // Двигатели внутреннего сгорания, 2014. – № 2. – С. 73–76.

[2] Андрощук Д.С. Формування покриттів оксидами мангану на високолегованих сплавах алюмінію / Д.С. Андрощук, М.Д. Сахненко, М.В. Ведь, Т.П. Ярошок // Вопросы химии и химической технологи, 2015. – № 1. – С. 38–43.

[3] Sakhnenko N. D. Formation of Coatings of Mixed Aluminum and Manganese Oxides on the AL25 Alloy / N. D. Sakhnenko, M. V. Ved', D. S. Androshchuk, S. A. Korniy // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2016. – Vol. 52, No. 2. – Pp. 145–151.