

ОДЕРЖАННЯ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ 08X18H10

ШТЕФАН В.В., КАНУННІКОВА Н.О., ПІДРЕЗА В.П.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Отримано композиційні оксидні покриття на сталі 08X18H10 методом електрохімічного оксидування. Досліджено їх фізико-хімічні властивості, морфологію та фазовий склад. На підставі отриманих поляризаційних залежностей та показників поляризаційного опору встановлено, що композиційні титан-, алюмінієвмісні оксидні покриття підвищують корозійну стійкість сталі 08X18H10 у хлоридних розчинах. Додавання до складу покриттів оксидів титану та алюмінію підвищує електричний опір ізоляції матеріалів.

The composite oxide coatings on AISI 304 steel by an electrochemical oxidation method were obtained. Their physical and chemical properties, morphology and phase composition have been investigated. Based on the received polarization dependences and indicators of polarization resistance – it was established that composite titanium-, aluminum-containing oxide coatings increase corrosion resistance of AISI 304 steel in chloride solutions. Adding to the coatings of titanium and aluminum oxides increases the electrical resistance of materials insulation.

Вступ. Сталь марки 08X18H10 є досить поширеним конструкційним корозійностійким матеріалом в хімічній, машинобудівній та харчовій промисловостях [1-3]. Однак в певних умовах, наприклад в розчинах хлоридів, вона має недостатню стійкість і піддається корозійному руйнуванню. Одним із найважливіших гальванічних процесів є електролітичне осадження композиційних оксидних покриттів та проведення завершальної обробки, завдяки яких можна підвищити протикорозійні та діелектричні властивості покриттів [4-5].

Відносно невелика кількість робіт, присвячених методам електрохімічної модифікації поверхні хромонікелевих сталей, викликає необхідність проведення дослідження в цій області [6].

Метою даної роботи є отримання композиційних титан- та алюмінієвмісних оксидних покриттів на сталі з протикорозійними та електроізоляційними властивостями.

Методика досліджень. Формування оксидних покриттів здійснювали в гальваностатичному режимі при густині струму 50 А/дм² протягом 60 хвилин в електролітах №1–6 (таблиця 1). Температура електроліту 18-25°C. Процес проводили в комірці з робочим об'ємом 200 мл із системою безперервного перемішування. Також для підвищення

захисних властивостей матеріалів проводилась завершальна обробка машинним мастилом та антикором Е-Тес 510.

Таблиця 1. Склади електролітів (моль/л) формування композиційних оксидних покриттів на сталі 08X18H10

№	Склад електроліту, моль/л					
	CrO ₃	H ₃ BO ₃	Ba(OH) ₂	NaNO ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃
1	2.5	0.32	0.012	0.06	–	–
2	2.5	0.32	0.012	0.06	0.38	–
3	2.5	0.32	0.012	0.06	0.62	–
4	2.5	0.32	0.012	0.06	0.87	–
5	2.5	0.32	0.012	0.06	1.25	–
6	2.5	0.32	0.012	0.06	–	0.5

Дослідження корозійної стійкості оксидованих зразків зі сталі 08X18H10 (0.08% C; 9-11% Ni; ≤0.8% Si; ≤0.2% Mn; 17-19% Cr; 69% Fe) проводили методами лінійної вольтамперометрії, поляризаційного опору, а також в контакт з цинком та поза контактом у 6% водному розчині NaCl за допомогою стандартної методики занурення [7, 8]. Поляризаційні криві знімали на потенціостаті Р-45Х при швидкості розгортки 2 мВ/с. Визначення фазового складу проводили за допомогою картин дифракції рентгенівських променів, знятих на приладі ДРОН-3.0. Морфологію поверхні сформованого композиційного покриття вивчали за допомогою металографічного мікроскопу ZEISS Ахіо, що забезпечує збільшення в 50-1000 разів [1]. Опір ізоляції вимірювали тераометром Е6-13 [9,10].

Результати та їх обговорення. В результаті електролізу були отриманні суцільні та добре зчеплені з основою композиційні оксидні покриття чорного кольору. На рис. 1 зображена поверхня покриття зі збільшенням у 1000 разів, яка має суцільний чорний колір з білими крапинками-глобулами, розміром 0.2 мкм – кристалічним діоксидом титану.

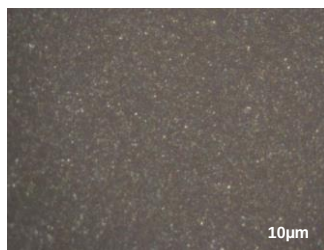


Рис. 1. Морфологія поверхні оксидного покриття, сформованого у розчині №3.

За результатами досліджень протикорозійних властивостей методом лінійної вольтамперометрії та поляризаційного опору можна зробити висновок, що додавання TiO_2 із концентрацією 0.38-1.25 моль/л підвищує значення поляризаційного опору у 10-12 разів та зменшує силу струму корозії на порядок, тобто такі покриття є найбільш стійкими у хлоридних середовищах. Також на корозійну стійкість досить суттєвий вплив має завершальна обробка, яку було досліджено у продовж 5 днів за допомогою класичного тесту на гальванічну корозію за допомогою електричного контакту у хлоридному середовищі. Показала, що значно підвищується стійкість обох компонентів контактної пари в наслідок адсорбції в порах оксидного покриття, що дає додаткову ізоляцію металу від корозійного, електропровідного середовища. Розрахунки струму корозії із даних поляризаційних залежностей підтверджують результати корозійних досліджень.

Встановлено, що оксидні шари, отримані з електролітів №2-5, переважно складаються із оксидів титану, заліза та хрому (рис. 2) у різних ступенях окиснення. Структура всіх одержаних покриттів кристалічна.

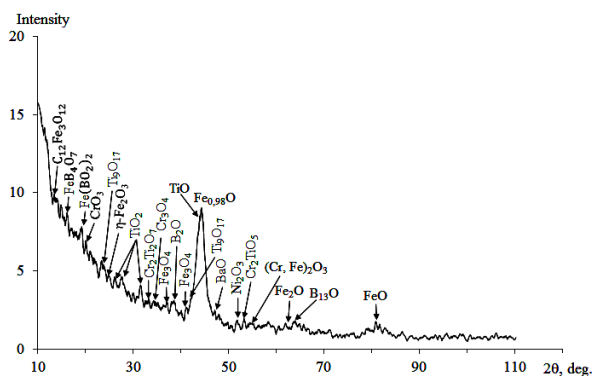


Рис. 2. Рентгенограма оксидного шару, сформованого у розчині №3.

Визначено, що зі збільшенням концентрації сполук титану в електроліті електричний опір ізоляції оксидного шару зростає у 12 разів. При порівнянні покриттів з добавкою діоксиду титану та оксиду алюмінію встановлено, що у першому випадку опір має на порядок вище значення.

Висновки. Результати експериментів свідчать про те, що в результаті окисдування та завершальної обробки відбувається значне зниження швидкості корозії досліджуваної пари, яке в свою чергу забезпечує зниження руйнування даних металевих матеріалів, а отже і витрат на подолання завданої шкоди. Завершальна обробка машинним мастилом має максимальний ефект на короткому проміжку часу на відміну

від антикору «Е-Тес 510». Встановлено, що всі добавки титану та алюмінію мають позитивний вплив на діелектричні властивості покриття, але найбільший опір ізоляції ($9 \cdot 10^9$ Ом) має покриття з додаванням TiO_2 із концентрацією 1.25 моль/л. Морфологія композиційних матеріалів має суцільний чорний колір з білими крапинками – кристалічним діоксидом титану.

1. *Shtefan V., Kanunnikova N., Pilipenko A. and Pancheva H.* Corrosion Behavior of AISI 304 Steel in Acid Solutions // Mater. Today: Proceedings. – 2019. – **6**. – 150–157.
2. *Shtefan V. and etc.* Influence of chloride on the anode dissolution of aisi 304 steel // Science, research, development. Technics and technology: monografia pokonferencyjna, 29.11 - 30.11.2018, Rotterdam. – Warszawa: Diamond trading tour, 2018. – № 11. – Р. 62–64.
3. *Баламут Н.С., Штефан В.В., Кануннікова Н.А.* Анодное поведение стали 08Х18Н10 в хлоридных растворах // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXVI Міжнар. наук.- практ. конф., 16-18 травня 2018р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. II. – 186с.
4. *Патент № 119022 Україна №а2018 07699, МПК C25D 11/34.* Спосіб електрохімічного окисдування нержавіючої сталі / *В.В. Штефан, Н.О. Кануннікова, Н. С. Баламут, О.В. Кобзєв* – Опубл. 10.04.2019; Бюл. № 7.
5. *Shtefan V., Kanunnikova N., Balamut N.* Anodic oxidation of AISI 304 steel in acidic solutions // Proceedings of Odessa Polytechnic University. – 2018. – **56**, № 3. – Р. 89–94.
6. *Штефан В.В., Епифанова А.С., Кануннікова Н.А.* Структурно-фазовый состав молибден- и титансодержащих покрытий // Современные электрохимические технологии и оборудование: матер. док. Междунар. науч - техн. конф., 13-17 мая 2019. – Минск: БГТУ, 2019. – 450с.
7. *Кануннікова Н.О., Штефан В.В., Підреза В.П.* Корозійна стійкість окисованої сталі 08Х18Н10 у хлоридних розчинах // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXVII Міжнар. наук.- практ. конф., 15-17 травня 2019 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – Ч. II. – 262с.
8. *Shtefan V.V., Kanunnikova N.A., Leshchenko S.A. and Balamut N.S.* Anodic dissolution of stainless steel in acid solutions. // Записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. – 2019. – 30(69), №2, Ч.2. – С.136–141.
9. *Кануннікова Н.А., Штефан В.В., Бофанова М.В.* Противокоррозионные и изоляционные свойства оксидных покрытий на стали 08Х18Н10 // Хімічні Каразінські Читання – 2019: XI Всеукраїнська наукова конференція студентів та аспірантів, 22 – 24 квітня 2019 р.: тези доп. – Харків: ХНУ, 2019. – С.138.
10. *Баламут Н.С., Штефан В.В., Кануннікова Н.О.* Окисдування сталі 08Х18Н10 в кислих розчинах // Підсумкова наук.-практ. конф. Всеукр. Конкурсу студ. наук. робіт зі спец. «Хімічні технології та інженерія», 10-12 квітня 2019 р.: тези доп. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 25–28с.