

УДК (620.197.527 +620.197.627):629.123

КОРОЗІЙНО-ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРА ПРОТЕКТОРНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Al-Zn-Ca, МІКРОЛЕГОВАНИХ ВАНАДІЄМ

© 2009 Ю. Б. Руденко, В. А. Швець, В. М. Талаш, В. О. Лавренко*

Досліджено електрохімічні характеристики алюмінієвих сплавів марок АЦК, АЦКМ та ЕАЦКМ у 3% розчині NaCl та пробах прісної води р. Дніпро у потенціодинамічному та хроноамперметричному режимах. Дослідження структури сплавів проводилося за допомогою мікрорентгеноспектрального аналізу. Показано вплив легуючих та мікролегуючих домішок на корозійно-електрохімічні властивості і структуру даних сплавів.

Електрохімічний захист (ЕХЗ) за допомогою протекторів на основі алюмінію не тільки не втрачає своєї актуальності, а, навпаки, знаходить нові області застосування та залишається одним з найбільш ефективних методів електрохімічного захисту [1, 2].

Сплави АЦК та АЦКМ є відомими, на цей час вони широко застосовуються в агресивних грунтах і морях Азовського та Чорноморського басейнів [2, 3].

Однією із основних вимог, що висувуються до протекторних сплавів, є рівномірне, без виразок, анодне розчинення їхньої поверхні та відсутність міжкристалічної корозії. Для виконання даної вимоги в алюміній вводять різноманітні легуючі домішки (V, Bi, Ga, Ti, Li, Ca, Ba та ін.).

Метою даної роботи було отримання, з наступним порівняльним аналізом, електрохімічних характеристик протекторних сплавів системи Al-Zn-Ca (сплав марки АЦК) та Al-Zn-Ca-Mg (сплави марок АЦКМ та ЕАЦКМ). Сплави марок АЦКМ та ЕАЦКМ різняться між собою кількісним складом основних компонентів та наявністю мікролегуючої домішки (ЕАЦКМ) – ванадій (0,005 %) [3-5].

Беручи до уваги те, що Україна володіє великою кількістю гідротехнічних споруд та суден, які експлуатуються в морській і прісній водах, вивчення електрохімічних властивостей протекторних матеріалів у 3% розчині NaCl та в пробах води річки Дніпро є досить актуальними.

Електрохімічні характеристики дослідних сплавів було досліджено в потенціодинамічному та гальваностатичному режимах у 3% розчині NaCl та пробах прісної води р. Дніпро. Вимірювання проводили відносно хлорсрібного (Ag/AgCl) електроду порівняння зі швидкістю розгортки потенціалу 0,5 мВ/с.

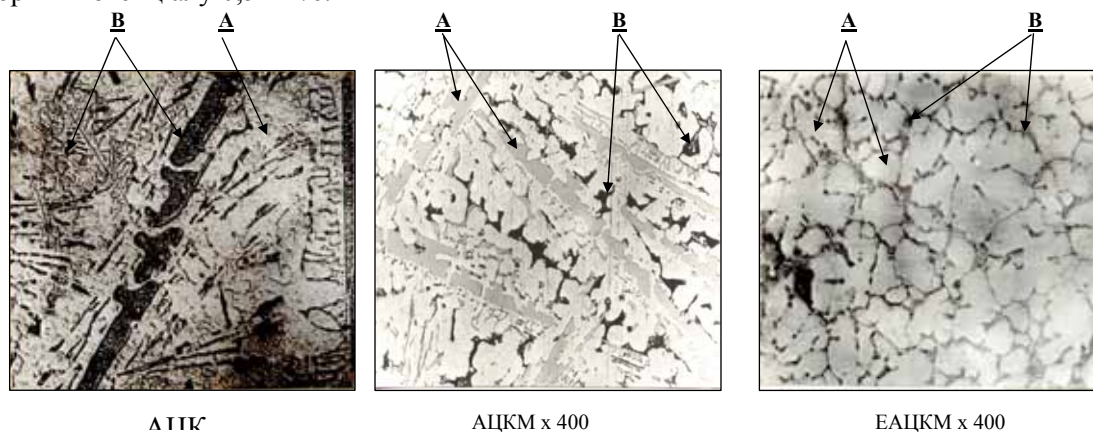


Рис. 1. Мікроструктура сплавів АЦК, АЦКМ, ЕАЦКМ: А – α - твердий розчин Zn і Mg в Al (матриця); В – потрійний інтерметалід $Al_xZn_yCa_z$ змінного складу.

Хронопотенціометричні дослідження сплавів проводили протягом 20 діб у 3% розчині NaCl за щільності анодного струму 5 A/m^2 , що відповідає оптимальному режимові протекторного захисту при використанні алюмінієвих сплавів [6]. Довготривалі дослідження в прісній воді проводили при співвідношенні “протектор – сталева пластина” 1:10, протягом ~ 40 діб.

* ІПМ ім. І.М.Францевича НАН України м. Київ

Мікроструктуру сплаву досліджували у вторинних електронах на рентгенівському мікроаналізаторі Superprobe 733 фірми Jeol.

Як видно з рис. 1, введення мікродомішки ванадію (сплав ЕАЦКМ) призводить до подрібнення структури, яка у всіх сплавах складається з двох основних фаз: α -твердого розчину (матриця) цинку в алюмінії (фаза А) та потрійного інтерметаліду $Al_xZn_yCa_z$ (фаза Б) змінного складу.

Електрохімічні характеристики дослідних сплавів наведено на рис. 2 та рис. 3 у вигляді потенціодинамічних анодних поляризаційних кривих та поляризаційних кривих отриманих в результаті тривалих (протягом ~40 діб) досліджень (рис. 4).

Як видно з ходу кривих (рис. 2), всі досліджувані сплави в розчині 3% NaCl мають схожі характеристики. За даними потенціометричних досліджень стаціонарні потенціали сплавів: АЦК– –1,00 В; АЦКМ– –1,03 В; ЕАЦКМ– –0,98 В. Найбільш від'ємним стаціонарним потенціалом володіє сплав системи АЦКМ. При цьому, згідно хронамерометричних досліджень КПД даних сплавів складає: 66~88 % для сплаву АЦК, 89~93 % для АЦКМ та 67 % для ЕАЦКМ.

На рис. 3 представлені поляризаційні криві даних сплавів у дніпровській воді. За даними потенціометричних досліджень стаціонарні потенціали сплавів (по Ag/AgCl електроду-порівняння) склали: АЦК– –0,760 В; АЦКМ– –0,682 В; ЕАЦКМ– –0,845 В. Згідно рисунку 3 на всіх сплавах спостерігається пасивуюча плівка, для сплавів АЦК та АЦКМ вона складає ~ 40 мВ. Сплав АЦКМ характеризується найбільш від'ємним стаціонарним потенціалом та наявністю пасивуючої плівки в області від стаціонарного (–0,845 В) до потенціалу –0,400 В; при цьому спостерігається пробій даної плівки при потенціалі –0,650 В. В подальшому сплав ЕАЦКМ розчиняється рівномірно.

При проведенні довготривалих досліджень в прісній воді було встановлено, що після 11-13 діб витримки спостерігається тенденція до зміщення робочого потенціалу сплаву ЕАЦКМ в бік від'ємних значень (рис.4). Слід зазначити, що наприкінці досліду потенціал даного сплаву склав –0,78 В що є майже на 100 мВ від'ємніше від значення робочого потенціалу сплаву АЦК (–0,69 В). При цьому поверхня сплаву ЕАЦКМ за візуального огляду була покрита гелеподібним шаром продуктів розчинення та не мала виразок на відміну від протекторних сплавів АЦК та АЦКМ (рис.5).

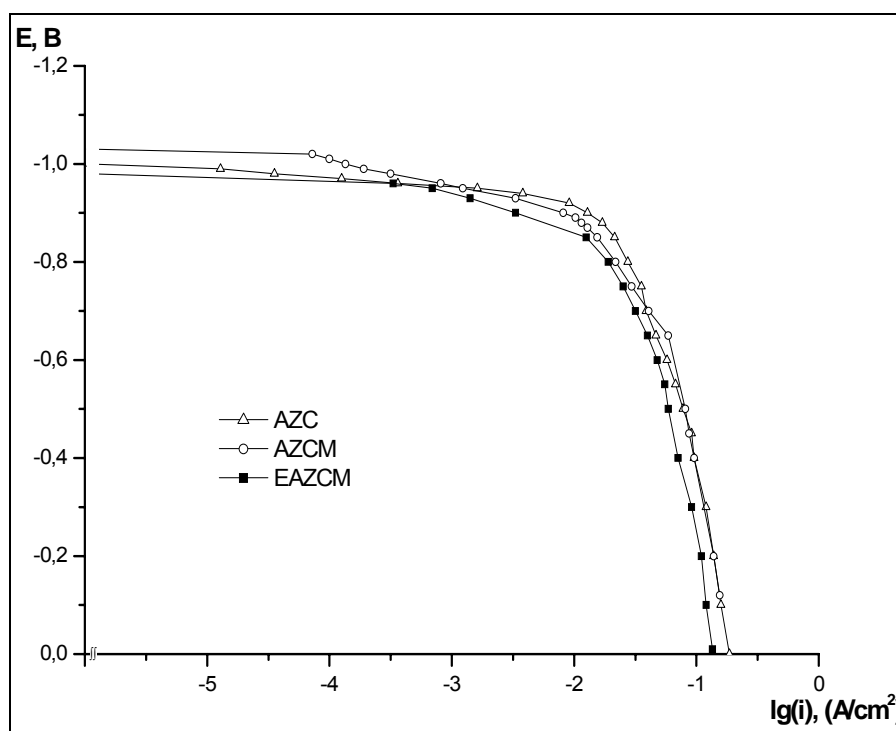


Рис. 2. Анодні поляризаційні криві у 3% NaCl для сплавів АЦК, АЦКМ та ЕАЦКМ.

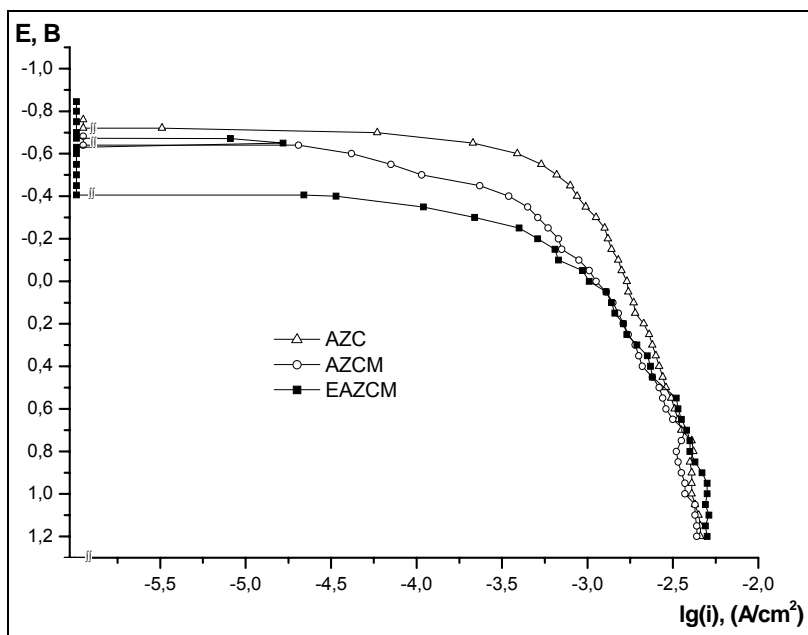


Рис. 3. Анодні поляризаційні криві у прісній воді для сплавів АЦК, АЦКМ та ЕАЦКМ.

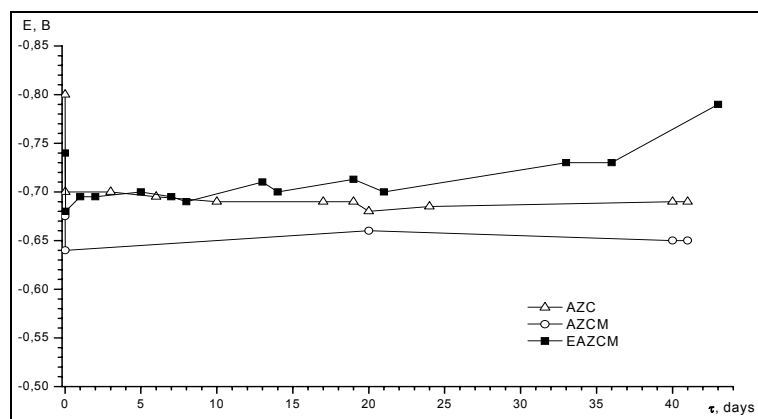


Рис. 4. Робочі потенціали досліджуваних протекторних сплавів в ланцюгу "протектор – сталеві пластина" зі співвідношенням 1:10.

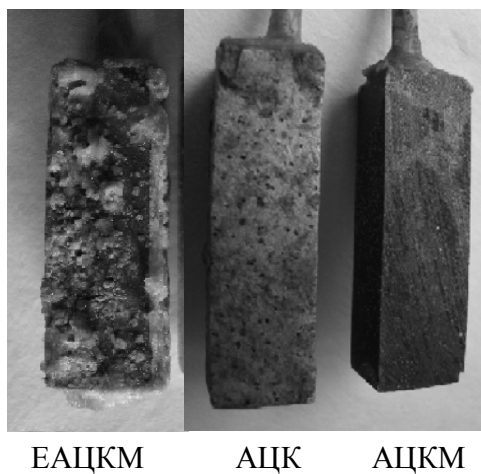


Рис. 5. Робоча поверхня сплавів після довготривалого дослідження у дніпровській воді.

Висновки

Показано, що введення Mg в сплав системи Al-Zn-Ca призводить до зменшення кількості потрійного інтерметаліду $Al_xZn_yCa_z$ та сприяє підвищенню стаціонарного потенціалу.

Було встановлено, що зменшення вмісту Zn та Ca, при одночасному введенні мікродомішки ванадію, в сплаві системи Al-Zn-Ca-Mg призводить до зміни структури сплаву і незначного зниження негативного стаціонарного потенціалу в 3% NaCl.

Встановлено, що сплав АЦКМ у 3% розчині NaCl володіє кращими робочими характеристиками: стаціонарним потенціалом та КПД.

За даними довготривалого дослід у Дніпровській воді було встановлено, що найбільш високий захисний потенціал на сталі створює сплав ЕАЦКМ, який може бути рекомендовано для подальших дослідно-промислових випробувань.

Література

1. Яценко С.П., Шубин А.Б., Злобин С.С., Сабирзянов Н.А., Казанцев В.П. Защита от коррозии сварных швов трубопроводов и емкостей технического назначения // Трубопровод. трансп. нефти. – 1997. – № 9. – С. 28.
2. Шестак А.В. Алюминиевые протекторы для защиты от коррозии // Строит. матер., оборуд., технол. XXI в. – 2004. – № 2. – С. 26-27.
3. Лавренко В.А., Швець В.А., Похмурский В.И. Алюминиевые протекторные сплавы и перспектива организации их выпуска в Украине // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 1995. – 31, №3. – С. 7-13.
4. Василиу М.И., Касьян Р.М., Швець В.А. Защита трубопроводов от коррозии протекторами на основании алюминия // Нефт. и газов. промышл.. – 1985. – №4. – С. 43-44.
5. Василиу М.И., Швець В.А., Ягупольская Л.Н. Защита водопровода от коррозии должна быть комплексной // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – №7. – С. 30-32.
6. Люблинский Е.Я. Протекторная защита морских судов и сооружений от коррозии. – Л.: Судостроение, 1979. – 186 с.

Поступила в редакцию 17 июля 2009 г.

Ю. Б. Руденко, В. А. Швець, В. Н. Талаш, В. А. Лавренко. Коррозионно-электрохимические свойства и структура протекторных сплавов системы Al-Zn-Ca, микролегированных ванадием.

Исследовано электрохимические характеристики алюминиевых сплавов марок АЦК, АЦКМ та ЕАЦКМ у 3% растворе NaCl и пробах пресной воды р. Днепр в потенциодинамическом и хроноамперометрическом режимах. Исследования структуры сплавов проводилось при помощи микрорентгеноспектрального анализа. Показано влияние легирующих и микролегирующих добавок на коррозионно-электрохимические свойства и структуру данных сплавов.

J. Rudenko, V. Shvets, V. Talash, V. Lavrenko. Corrosion-electrochemical properties and structure of Al-Zn-Ca alloys micro-doped by vanadium.

The electrochemical characteristics of alloys Al-Zn-Ca, Al-Zn-Ca-Mg as well as economically alloyed Al-Zn-Ca-Mg grade in 3 % NaCl solution and Dnipro river water have been obtained in potential-dynamic and chronoamperometric regimes. The investigation of these alloys structure has been carried out using EPMA method. The effect of doping and micro-doping on the corrosion-electrochemical properties and structure of alloys has been shown.