

НАТУРАЛНИ ИНХИБИТОРИ НА КОРОЗИЯ НА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ EN AW-2011 В КИСЕЛА СРЕДА

КАЛИНА КАМАРСКА

*Технически университет – София, Филаал Пловдив
kamarska@tu-plovdiv.bg*

Резюме: *Етерични масла от Розмарин и Лавандула са използвани като натурални инхибитори на корозия за алуминиева сплав EN AW-2011 в 1M HNO₃. За определяне на инхибиращото действие на етеричните масла е проведено гравиметрично изследване, резултатите от което показват, че оптималния инхибиращ ефект на маслото от Розмарин е 83,80 %, а на маслото от Лавандула е едва 40,86 %. При маслото от Розмарин с увеличаване на концентрацията му инхибиращия му ефект нараства. В изследваната корозионна среда маслото от Розмарин е по-добър натурален инхибитор на корозия за сплав EN AW-2011 в 1M HNO₃ в сравнение с Лавандулавото масло.*

Ключови думи: *инхибитор на корозия, алуминиеви сплави, етерични масла от Розмарин и Лавандула*

NATURAL INHIBITORS OF CORROSION OF ALUMINIUM ALLOY EN AW-2011 IN ACIDIC ENVIRONMENT

KALINA KAMARSKA

*Technical University – Sofia, Branch Plovdiv
kamarska@tu-plovdiv.bg*

Abstract: *Rosemary and Lavender essential oils were used as natural corrosion inhibitors for the aluminum alloy EN AW-2011 in 1M HNO₃. A gravimetric study was carried out to determine the inhibitory effect of the of Rosemary and Lavender oils. The results from the gravimetric test show that the optimum of the inhibitory effect of the Rosemary oil in 1M HNO₃ is 83,80%, while Lavender oil it is only 40,86 %. This study showed that essential oil of Rosemary could be used as a natural corrosion inhibitor for aluminium alloy EN AW-2011 in an acidic medium.*

Key words: *corrosion inhibition, aluminum alloy, Rosemary and Lavender essential oils*

1. Въведение

Алуминият и неговите сплави са широко използвани в машиностроенето, автомобилостроенето, химическата индустрия и често са в контакт с технологични среди, предизвикващи разрушаването им. В съвременната практика съществуват различни методи на защита на металите от корозия. Един от тях е използването на инхибитори на корозия. През последните години се забелязва засилен интерес към използване на екологични (зелени) и безопасни инхибитори на корозия.

Според химичният си състав екологичните инхибитори се разделят на неорганични (редкоземни съединения [1, 2, 3] и органични екологични инхибитори (органични киселини, аминокиселини, биополимери, растителни екстракти и етерични масла [4, 5]. Употребата на растителни екстракти от *Aloe vera* [6 Al-Turkustani et al., 2010], *Lavandula angustifolia* [7 Halambek], *Rosmarinus officinalis* [8,9, 10, Radošević et al.; Kliškić et al., Deyab] и етерични масла от *Mentha spicata* [11 Bensabah] са често

срещани като екологични инхибитори на корозия в различни корозионни среди.

За да бъдат използвани като екологични инхибитори, растителните материали трябва да съдържат определени биоактивни съставки, чиито функционални групи притежават антикорозионни свойства. Такива са например етеричните масла и екстракти от растителни части (листа, стъбла, цветя, плодове, семена и корени). Химичният им състав включва ароматни и алифатни съединения, терпени (изопрени) и терпеноиди (изопреноиди) притежаващи антикорозионно действие. Етеричните масла също съдържат и алдехиди (гераниал, цитронелал и др.), които имат инхибиращ ефект върху корозията на някои метали [12 S. Burt].

В настоящата статия чрез гравиметрично измерване се изследва корозията на алуминиева сплав EN AW-2011, сравняват се инхибиращото действие на етеричните масла от Розмарин и от Лавандула в 1M HNO₃ и се разглежда възможността за използването им като натурални инхибитори на корозия.

2. Методика на изследването

За гравиметричното изследване беше използвана алуминиева сплав EN AW-2011 (AlCuBiPb) със състав (маса %) със състав (маса %) Cu 5.0-6.0; Fe 0.7; Pb 0.2-0.6; Bi 0.2-0.6; Si 0.4; Sn 0.2; Zn 0.3 и остатък от Al. Корозионната среда беше приготвена с воден разтвор на 1M HNO₃. Като инхибитори бяха използвани 100 % чисто етерично масло от Розмарин (*Rosmarinus officinalis*) и Лавандула (*Lavandula angustifolia*) (Rivana).

Преди гравиметричното изследване, металните образци от алуминиева сплав EN AW 2011 са подготвени чрез полиране с абразивна хартия с различна големина на зърната. След което са потапени в етанол за 5-10 мин., промити са с дестилирана вода и са оставени да изсъхнат при стайна температура. Така почистените метални образци са претеглени с помощта на аналитична везна (Acculab ATILON) и са потапени в изследваната корозионна среда 1M HNO₃ в отсъствието и присъствието на инхибитор. След 4 часа на потапяне те са извадени от разтвора, почистени са от корозионните продукти, промити са с дестилирана вода и след като са изсушавани те отново са претеглени. Скоростта на корозия (CR) на алуминиева сплав EN AW-2011 беше изчислена чрез използване на уравнението:

$$CR = \frac{(m_1 - m_2)}{S \cdot t} \quad (1),$$

където m_1 – масата на изходния образец, g; m_2 – масата на образца след корозионното

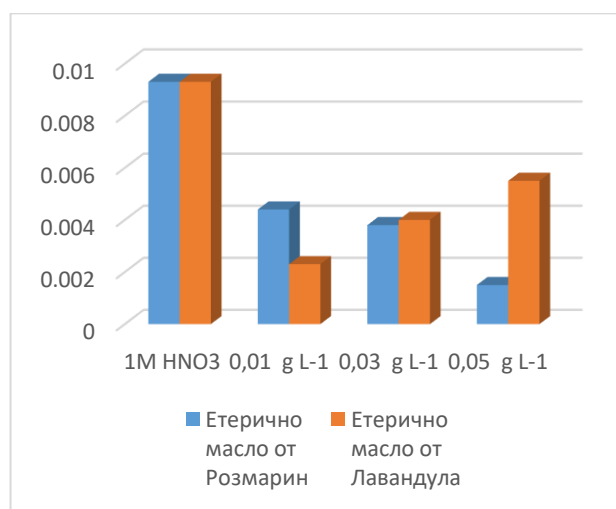
изпитване, g; S – площта на образца, m²; t – времето на изпитване, h.

3. Резултати

На фигура 1 са представени резултатите от получените стойности за скоростта на корозия на алуминиева сплав EN-AW 2011 в разтвор на 1M HNO₃ в отсъствие и в присъствие на масло от Розмарин и Лавандула.

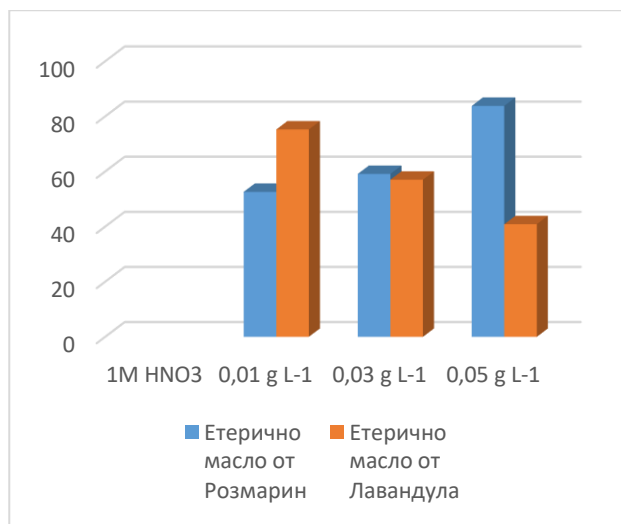
Анализът на получените данни показва, че след 4 часа в 1M HNO₃ скоростта на корозия на изследваната сплав е 0,0093 g/m².h.

При сравняване на стойностите за CR в 1M HNO₃ и в присъствие на инхибитор от Лавандулово масло се забелязва, че при по-ниски концентрации (0,01-0,03 g L⁻¹) CR е по-ниска (0,0023 g/m².h и 0,0038 g/m².h, съответно), а с увеличаване на концентрацията до 0,05 g L⁻¹ тя нараств (0,0055 g/m².h). Оптималния инхибиращ ефект на маслото от Лавандула в 1M HNO₃ е 75,26 % при концентрация 0,01 g L⁻¹.



Фиг. 1. Скорост на корозия на алуминиева сплав EN-AW 2011 в разтвор на 1M HNO₃ в отсъствието и присъствието от масло от Розмарин и Лавандула

В присъствие на масло от Розмарин се наблюдава, че с увеличаване на концентрацията му (0,01-0,05 g L⁻¹) CR намалява (0,0044 g/m².h, 0,0038 g/m².h и 0,0015 g/m².h, съответно). Прави впечатление, че инхибиращия ефект на масло от Розмарин при концентрация 0.05 g L⁻¹ е около два пъти по-висок ($\eta = 83,80$ %) в сравнение с Лавандуловото масло ($\eta = 40,86$ %) (Фиг 2).



Фиг. 2. Инхибиращ ефект на етерично масло от Розмарин и Лавандула върху корозията на алуминиева сплав EN-AW 2011 в разтвор на 1M HNO₃

В състава на маслото от Розмарин влизат редица органични съединения като розманол, карнозол, розмарилиден, розмаринова киселина [13 Inatani] съдържащи активни центрове (ароматните пръстени, кислороден атом, двойни връзки и др.) с помощта на които се осъществява адсорбция на маслото от Розмарин върху повърхността на изследваната сплав. Така образувания слой, от адсорбираните молекули на инхибитора, изолира сплавта от агресивната среда от 1M HNO₃ и намаляване на корозията.

Органични вещества като линалол, линалил ацетат, 1-8 цинеол и камфор, съдържащите се в Лавандуловото масло [14 Porto] вероятно не се адсорбират достатъчно добре върху повърхността на сплавта, поради което и инхибиращият му ефект е по-нисък в сравнение с маслото от Розмарин.

4. Заключение

Въз основа на получените данни от проведеното гравиметрично изследване, може да бъде направен извода, че маслото от Розмарин демонстрира по-добър инхибиращ ефект върху корозията на алуминиева сплав EN AW-2011 в азотна киселина (83,80%) в сравнение с Лавандуловото масло (40,86%). Резултатите получени в това изследване показват, че маслото от Розмарин успешно може да се използва като натурален инхибитор на корозия на алуминиева сплав EN AW-2011 в азотна киселина като осигурява добра защита в изследваната корозионна среда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arenas, M., Bethencourt, M., Botana, F., Damborenea, J., Marcos, M. 2001. Inhibition of 5083 aluminium alloy and galvanized steel by lanthanide salts. *Corrosion Science*, 43, 157-170.
2. Bethencourt, M., Botana, F., Calvino, J., Marcos, M., Rodriguez-Chacon, M. Lanthanide compounds as environmentally-friendly corrosion inhibitors of aluminium alloys. *Corr. Sci.*, 1998, 40, 1803-1819.
3. De Damborenea, J., Conde, A., Arenas, M. 3 - Corrosion inhibition with rare earth metal compounds in aqueous solutions Rare Earth-Based. Woodhead Publishing, 2014, 84-116.
4. El-Azaly, A. Influence of Soybean (Glycine Max) plant extract on corrosion of aluminum in 1M HCl. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 2019, 14, 2714-2731.
5. Wysocka, J., Krakowiak, S., Jacek, Ryl J., Darowicki, K. Citric acid as corrosion inhibitor for aluminium alloys in aqueous alkaline environments. Conference: 7th Kurt-Schwabe-Symposium At: University of Applied Sciences. 2016, Mittweida, Germany.
6. Al-Turkustani, A., Arab, S., Aldahiri, R. Aloe plant extract as environmentally friendly inhibitor on the corrosion of aluminum in hydrochloric acid in absence and presence of iodide ions, *Mod. Appl. Sci.* 2010, 4, 105-124.
7. Halambek, J., Berkovii, K. Vorkapid-Furat J. The influence of Lavandula angustifolia L. oil on corrosion of Al-3Mg alloy, *Corr. Sci.*, 2010, 52, 3978-3983.
8. Radošević, J., Kliškić, M., Višekruna, A. Inhibition of corrosion of the Al-2.5Mg alloy by means of the third acidic phenolic subfraction of aqueous extract of Rosemary. *Kem. Ind.*, 2001, 50, 537-542.
9. Kliškić, M., Radošević, J., Gudić, S., Katalinić V. Aqueous extract of Rosmarinus officinalis L. as inhibitor of Al-Mg alloy corrosion in chloride solution. *J. Appl. Electrochem.*, 2000, 30, 823-830.
10. Deyab M. Corrosion inhibition of aluminum in biodiesel by ethanol extracts of Rosemary leaves. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, 2016, 58, 536-541.
11. Bensabah, F., Houbairi, S., Essahli, M., Lamiri, A., Naja, J. Chemical composition and inhibitory effect of the essential oil from Mentha spicata irrigated by wastewater on the corrosion of aluminum in 1 molar hydrochloric acid, *Port. Electroch. Acta*, 2013, 31, 2013, 195-206.

12. Burt, S. Essential oils: their antimicrobial properties and potential application in foods- A review. *Inter. J. Food Microb.*, 2004, 94, 223-253.
13. Inatani, R., Nakatani, N., Fuwa, H. Antioxidative Effect of the Constituents of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Their Derivatives. *Agric. Biol. Chem.*, 1983, 47, 521
14. Porto, C., Decorti, D., Kikic, I. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chem.*, 2009, 112, 1072 -1078.