

ELEKTROKEMIJSKA KOROZIJSKA ODPORNOST ZLITINE AlMgSi1 V SREDSTVU ZA PRANJE

ELECTROCHEMICAL CORROSION RESISTANCE OF AN AlMgSi1 ALLOY IN WASHING MEDIA

Marko Tandler, Matjaž Torkar, Leopold Vehovar

Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korozija lahko povzroči resne težave, če je Al-zlitina v stiku z vlažnim medijem in v stiku z drugimi kovinami. Namen raziskave je bil določiti korozijsko hitrost na zlitini AlMgSi1 in na zaščitni foliji Zn v sredstvu za pranje. Prikazani so rezultati korozijskih preiskav in merjenje korozijske odpornosti zaščitne folije Zn. Raziskave so pokazale, da je pralno sredstvo precej agresivno, zato je potrebno čas pranja čim bolj skrajšati, po pranju pa je treba vse površine temeljito sprati z vodo.

Ključne besede: korozija, Al-zlitina, sredstvo za pranje, kontaktna korozija

Corrosion causes severe problems if the Al-alloy is in contact with moisture and with other metals. The aim of the research was to determine the rate of corrosion of the AlMgSi1 alloy and the Zn protective foil in washing media. The results of corrosion tests of the alloy as well as corrosion tests on the Zn protective foil are shown. The results confirm that washing media are corrosion aggressive, the washing time should be reduced as much as possible and after washing all the surfaces must be rinsed with clean water.

Key words: corrosion, Al-alloy, washing media, contact corrosion

1 UVOD

Konstruktorji so na osnovi analize končnih elementov za nekatere vitalne dele¹ v podvozzju železniške lokomotive izbrali zlitino AlMgSi1. Poleg mikrostrukturnih in mehanskih lastnosti mora imeti material tudi primerno korozijsko odpornost, da bo omogočeno zanesljivo delovanje.

Splošno korozijsko vedenje Al je prikazano v Pourbaix - diagramu² (slika 1).

Značilnost aluminija je, da je pokrit s pasivnim oksidnim slojem, ki ga ščiti pred atmosferskimi učinki v območju med pH 4 do pH 9. Celo če se pri dolgi

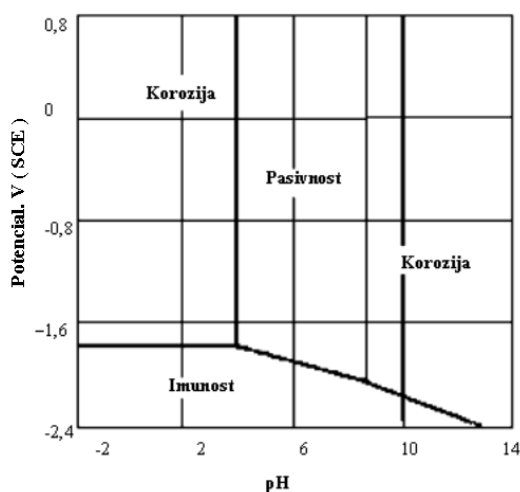
izpostavi atmosferskim vplivom pojavi jamičasta korozija (pitting), posamezne jamice ne rastejo naprej in ne oslabijo preseka.

Vendar pa to ne velja za aluminij, ki je stalno izpostavljen vlažnemu mediju. Lahko se pojavi splošna, jamičasta ali napetostna korozija. Korozija lahko povzroči resne težave, kadar je v vlažnem okolju Al-zlitina v neposrednem stiku z jeklom. Korozijska odpornost je odvisna od koncentracije kisika (v konkretnem primeru je to slabo ozračena kondenzirana atmosferska vlaga ali ostanki pralnega sredstva) in od različnih agresivnih ionov. Če ni vlage, korozijski procesi niso možni.

Pri Al-zlitinah navadno izvajamo hitre elektrokemijske korozijske preizkuse in preizkus v slani komori. Dodatno so potrebne še preiskave napetostnega korozijskega pokanja, da bi ugotovili, ali je material občutljiv za to izredno nevarno obliko korozije, ki je odvisna od toplotne obdelave in mikrostrukture.

2 EKSPERIMENTALNO DELO

Preizkušeni sta bili zlitina AlMgSi1, ki je bila starana in posebna Zn-folija, ki se uporablja za površinsko zaščito in za preprečevanje kontaktne korozije ob stiku Al-zlitina/železo. Korozijska raztopina, ki naj bi simulirala sredstvo za pranje, je bila 8% NaOH. Raztopina 1% NaOH z dodatkom žveplene kisline in vrednostjo pH 4, pa naj bi simulirala okisane ostanke pralnega sredstva. Elektrokemijski preizkusi so bili opravljeni pri 20 °C in 50 °C. Določene so bile korozijske hitrosti.



Slika 1: Pourbaix-ov diagram za aluminij s plastjo Al₂O₃·3H₂O
Figure 1: Pourbaix diagram for aluminium with an Al₂O₃·3H₂O film

Tabela 1: Materiali, raztopine in korozijske hitrosti pri elektrokemijskih korozijskih preizkusih**Table 1:** Materials, solutions and corrosion rate at electrochemical corrosion tests

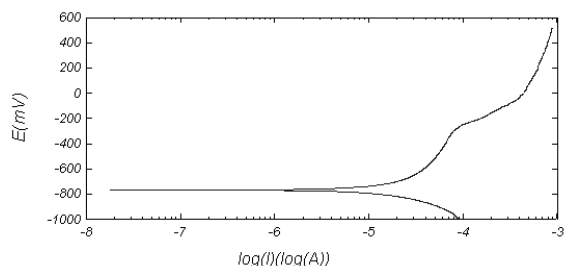
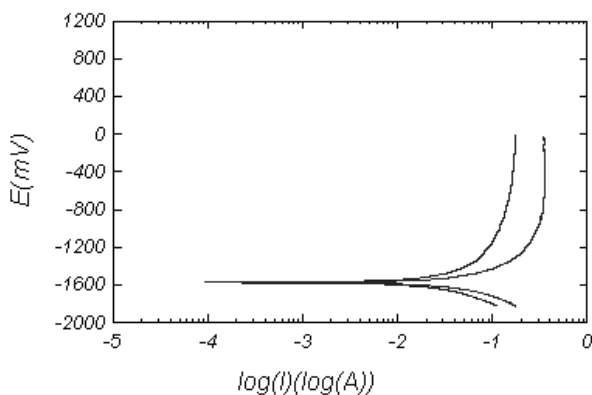
Vzorec Sample	Material Material	Raztopina Solution	Temperatura Temperature (°C)	Korozijska hitrost Corrosion Rate (mm/year)
1	AlMgSi1	1 % NaOH+H ₂ SO ₄ , pH 4	20	0,900
2	AlMgSi1	8 % NaOH, pH 14	20	1,3 x 10 ³
3	AlMgSi1	8 % NaOH, pH 14	50	1,7 x 10 ³
4	Zn-folija	1 % NaOH+H ₂ SO ₄ , pH 4	20	0,407
6	Zn-folija	8 % NaOH, pH 14	20	1,200

Po korozijskem preizkusu so bile površine pregledane na vrstičnem mikroskopu.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

Korozijske preiskave so pomembne za konstruktorje, saj vplivajo na konstrukcijsko izvedbo. Korozijske hitrosti so še posebej pomembne v primeru, da prisotnost vlage ali pralnega sredstva ni mogoče preprečiti, pomembna korozija pa se ne sme pojaviti.

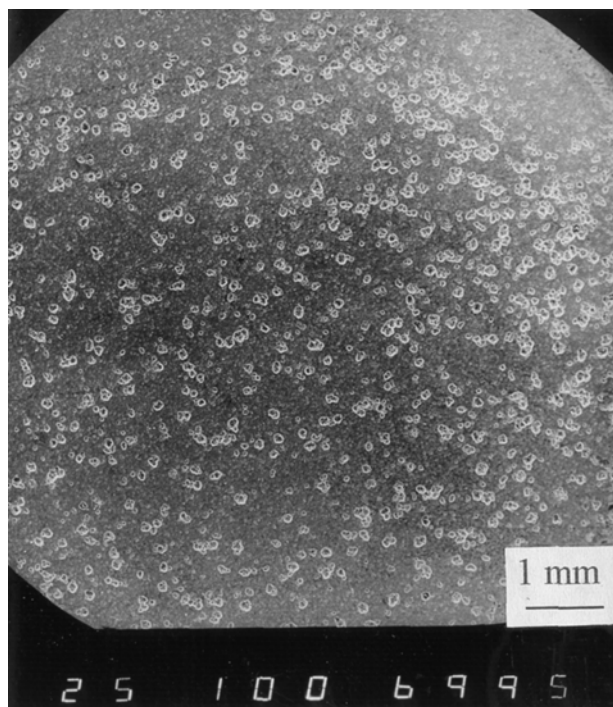
Vpliv okolja na korozijo AlMgSi1 zlitine in Zn-folije je bil določen v 1 % in 8 % raztopini NaOH, pogoji, pri katerih so bili opravljeni elektrokemijski korozijski preizkusi in rezultati, pa so prikazani v **tabeli 1**.

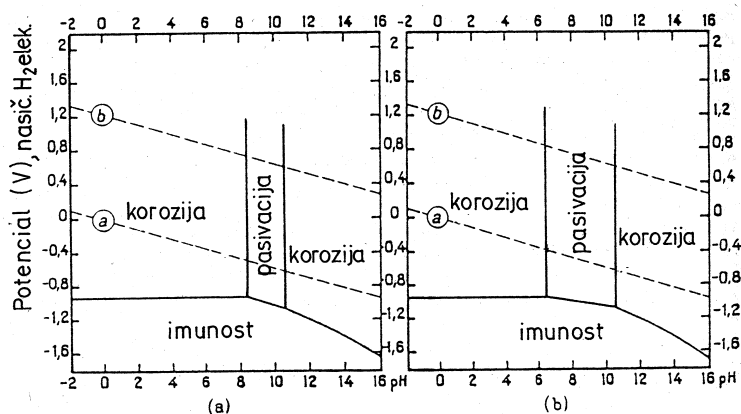
**Slika 2:** Taflov zapis AlMgSi1 v 1% NaOH+H₂SO₄, pH = 4, pri 20 °C. Korozijska hitrost 0,900 mm/leto.**Figure 2:** Tafel plot of AlMgSi1 in 1% NaOH+H₂SO₄, pH=4, at 20 °C. Corrosion rate 0,900 mm/year**Slika 3:** Taflov zapis AlMgSi1 v 8 % NaOH, korozijska hitrost pri 20 °C je 1,3 x 10³ mm/leto, korozijska hitrost pri 50 °C je 1,7 x 10³ mm/leto**Figure 3:** Tafel plot AlMgSi1 in 8 % NaOH, corrosion rate at 20 °C, 1,3 x 10³ mm/year, corrosion rate at 50 °C, 1,7 x 10³ mm/year

3.1 Preizkus starane zlitine AlMgSi1

Korozijsko je bila preizkušena tudi zlitina AlMgSi1 v staranem stanju. Preiskava v 1 % NaOH z dodatkom H₂SO₄ do vrednosti pH = 4 kaže, da lahko pričakujemo pojav korozije v vlažnem okolju, ki ga predstavljajo okisani ostanki pralnega sredstva. Iz Taflovega zapisa (**slika 2**) določena korozijska hitrost je 0,900 mm/leto, kar je običajna vrednost za takšno okolje.

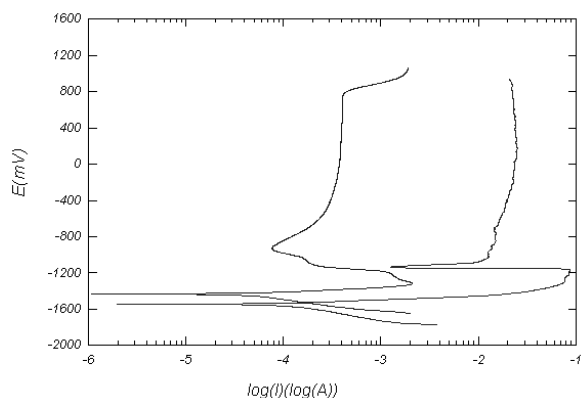
Elektrokemijske preiskave AlMgSi1 zlitine v 8 % raztopini NaOH so pokazale, da preizkušana Al-zlitina ni odporna na medij, ki se uporablja kot pralno sredstvo. Korozijska hitrost je izredno velika in je 1,3 x 10³ mm/leto oziroma 1,7 x 10³ mm/leto. Vzrok za to je visoka vrednost pH, aluminij pa je element, ki se intenzivno raztaplja v kisljih in še posebej v lužnatih medijih. To prikazuje tudi Taflov diagram (**slika 3**), kjer so korozijski tokovi resnično veliki in je korozijski potencial te zlitine v tem mediju zelo negativen. Koro-

**Slika 4:** 'Pitting' na AlMgSi1 po elektrokemijski koroziji v 8 % NaOH pri 50 °C, povečava 10 x**Figure 4:** Pitting on AlMgSi1 after electrochemical corrosion in 8 % NaOH, at 50 °C, magnification 10 x



Slika 5: Pourbaix-ov diagram za Zn-H₂O pri 25 °C: a) voda brez CO₂; b) voda z CO₂

Figure 5: Pourbaix diagram for Zn-H₂O, 25 °C: a) water without CO₂; b) water with CO₂



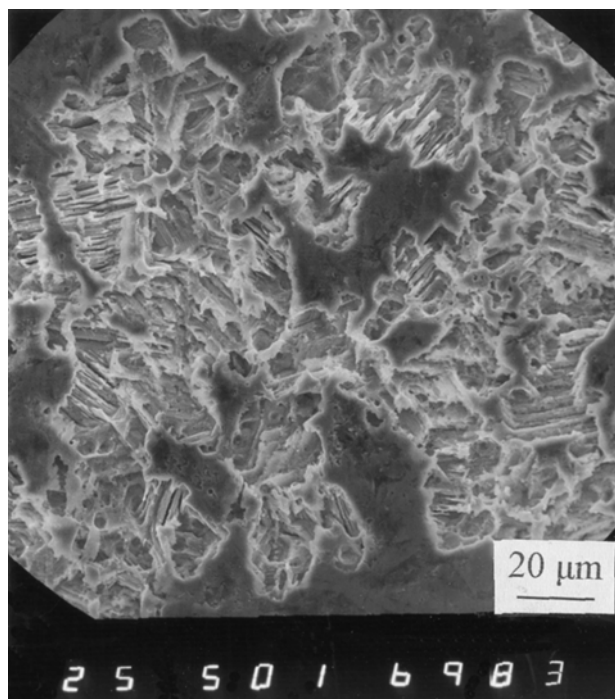
Slika 6: Potenciodinamični anodni polarizacijski krivulji za Zn-folijo pri 20 °C. V 1 % NaOH je korozijska hitrost 0,400 mm/leto, v 8 % NaOH pa je 1,2 mm/leto.

Figure 6: Potentiodynamic anodic polarization curves for Zn-foil at 20 °C. In 1 % NaOH corrosion rate, 0,400 mm/year, in 8 % NaOH corrosion rate, 1,2 mm/year.

zija se manifestira v obliki jamic, ki so enakomerno razporejene po elektrodni površini (slika 4).

3.2 Preizkus Zn - folije

Zaradi delovanja atmosferske vlage ali kondenzata, ki sta lahko onesnažena z SO₂, Zn-folija v korozijskem sistemu (stik med Al-zlitino in jeklom ali ulitkom) lahko prepreči galvansko korozijo zaradi delovanja elektronov, ki se sprostijo med anodno reakcijo Zn v takem okolju. Glede na Pourbaix-ov diagram za Zn (slika 5) in vrednosti pH-ja za uporabljene korozijske medije bi sicer lahko trdili, da se bo Zn raztopljal. Elektrokemične meritve, prikazane na sliki 6, pa so nam pokazale, da je Zn v 1 % NaOH v izrazitem pasivnem stanju, kar pomeni, da v tem primeru ne moremo pričakovati, da bo deloval ko učinkovita žrtvena anoda. V 8 % NaOH pa je kritična gostota toka zelo velika, pasivnost slaba, takšno stanje pa omogoča uporabo Zn kot žrtveno anodo. Korozija na Zn - foliji se manifestira v obliki korozijskih jamic na elektrodni površini (slika 7).



Slika 7: 'Pitting' na Zn-foliji v 1 % NaOH + H₂SO₄, pH = 4, pri 20 °C, deaerirano z N₂, povečava 500-krat

Figure 7: Pitting on Zn-foil in 1 % NaOH+H₂SO₄, pH=4, at 20 °C, deaerated with N₂, magnification 500 x

4 SKLEPI

AlMgSi1 zlitina ni korozijsko obstojna v razmerah atmosferske korozije in tudi ne v pralnem sredstvu, kjer dominirajo OH⁻ ioni. Iz tega izhaja, da je treba preprečiti delovanje galvanskega člana med AlMgSi1 in jeklom ali drugim kovinskim materialom.

Zn-folija, ki je bila uporabljena kot žrtvena anoda za preprečevanje galvanske (kontaktne) korozije, deluje učinkovito le v agresivnejših medijih, kjer se sprošča dovolj valenčnih elektronov, zaradi katerih je aluminij v imunem področju.

Boljša kot Zn-folija pa bi bila s cinkom bogata pasta, ki bolje zapira prostor med dvema konstrukcijskima elementoma.

Najboljša rešitev pa bi bila konstrukcijska izvedba, ki bi omogočala dovolj veliko tesnost in s tem onemogočanje vdora atmosferilij ali pralnega sredstva v medprostor.

ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je sofinaciralo raziskovalno fazo projekta po pogodbi št. MS - 66/97.

5 LITERATURA

¹ HEMBOT High Efficiency Motor Bogie for Trains, Periodic Progress Report, Project No: BRPR970454, 29.10.1998

² L. Vehovar: Korozija kovin in korozijsko preskušanje, Ljubljana, 1991