

Razvoj inovativne ultra-lake Al-Mg-Li legure otporne na degradaciju u ekstremnim svemirskim uvjetima

Kozina, Franjo; Zovko Brodarac, Zdenka; Brajčinović, Sandra; Petrič, Mitja

Source / Izvornik: **Inovacije Sveučilišta u Zagrebu, 2021, 197 - 200**

Book chapter / Poglavlje u knjizi

Publication status / Verzija rada: **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:115:533511>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Obrazac rezultata istraživačkoga i stručnoga rada s inovacijskim potencijalom

Koji rezultati rada se pokrivaju obrascem može se vidjeti u čl. 5 Pravilnika o Uredu za transfer tehnologije dostupnom na poveznici:
http://www.unizg.hr/fileadmin/rektorat/O_Sveucilistu/Dokumenti_javnost/Propisi/Pravilnici/Pravilnik_Ureda_za_transfer_tehnologije.pdf

*** ukoliko netko nije popunio sva polja iz određenih razloga, tada treba u navođenju u Katalogu ta prazna, nepopunjena polja, te sam upit izbrisati**

A. OPIS INOVACIJE (javna objava)

A.1. Stvaratelji inovacije

Navedite informacije o osobi, istraživačkoj grupi, organizaciji uključenoj u nastanak inovacije.

Istraživačku grupu čini konzorcij istraživača s Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Oddeleka za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Franjo Kozina, mag.ing.met., Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet

prof.dr.sc. Zdenka Zovko Brodarac, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet

Sandra Brajčinović, mag.ing.met., Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet

doc.dr.sc. Mitja Petrič, Univerza v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo

A.2. Naziv inovacije

Navedete naziv koji opisuje inovaciju i naglašava njezinu jedinstvenost, ali ne uključuje povjerljive informacije. Navedite naziv inovacije na **hrvatskom i engleskom jeziku** te **akronim** inovacije.

Razvoj inovativne ultra-lake Al-Mg-Li legure otporne na degradaciju u ekstremnim svemirskim uvjetima

Development of innovative ultra-light Al-Mg-Li alloy resistant to degradation in extreme space conditions

ResistantAlloy

A.3. Opis inovacije

Navedite kratki opis inovacije s glavnim osobinama te objašnjenjem koji problem rješava inovacija. Vodite računa da ne navodite povjerljive informacije.

Optimizacija kemijskog sastava kombiniranim dodatkom litija i magnezija omogućila je dodatno smanjenje mase vozila, poboljšanje modula elastičnosti, specifične čvrstoće, udarne žilavosti, otpornosti na umaranje te smanjenje rasta pukotina uslijed umaranja. U odnosu na druge legirajuće elemente, dodatcima litija smanjuje se gustoća za otprilike 3 % te povećava modul elastičnosti za 6 % dok dodatak magnezija direktno utječe na razvoj mikrostrukture i očvršćivanje krute otopine. Razvoj mikrostrukture tijekom skrućivanja aluminij-magnezij-litij legure te mehanička svojstva rezultat su brojnih parametara kao što su: kemijski sastav, obrada taline, brzina hlađenja, postupak lijevanja te naknadna toplinska obrada.

Iako je u industriji zrakoplovnih i svemirskih letjelica veliki naglasak stavljen na mehanička svojstva materijala, njihovo ponašanje prilikom izloženosti ekstremnim uvjetima te podložnost degradaciji značajno utječu na stabilnost i dugovječnost letjelica. Slabija otpornost metalnih materijala poput čelika, aluminijskih, magnezijevih te titanovih legura na degradaciju potječe od kompleksne mikrostrukture nastale tijekom lijevanja, oblikovanja termo-mehaničkom obradom te završne toplinske obrade. Iako mikrostruktura nastala tijekom proizvodnje pozitivno utječe na mehanička

svojstva, međusobna interakcija pojedinih mikrostrukturnih konstituenata te reakcija s metalnom osnovom dovodi do degradacije materijala. Degradacija materijala rezultira nastankom pukotina te raslojavanjem površinskih slojeva. Nestabilnosti materijala dodatno pridonose naprezanja zaostala tijekom oblikovanja gnječenjem te mogući porast u veličini zrna.

Rezultati elektrokemijskih ispitivanja provedenih na aluminijskoj leguri s dodatcima 2,18 mas.% magnezija te 1.92 mas.% litija ukazuju na dobru otpornost materijala na degradaciju prilikom izlaganja ekstremnim svemirskim uvjetima. Uočena stabilnost posljedica je međusobne interakcije magnezija i litija te njihovog utjecaja na razvoj mikrostrukture i formiranje pasivnog zaštitnog sloja na površini materijala.

Dugovječnost, proizašla iz otpornosti na degradaciju, u kombinaciji s visokim funkcionalnim svojstvima ovu leguru čine potencijalnim i vrlo interesantnim inovativnim inženjerskim materijalom u zrakoplovnoj industriji i svemirskoj tehnologiji.

A.4. Ključne riječi

Navedite ključne riječi (na engleskom i hrvatskom jeziku) koje opisuju inovaciju.

Aluminij-magnezij-litij legura, proizvodi smanjene mase, funkcionalna svojstva, otpornost na degradaciju, zrakoplovna i svemirska industrija

Aluminum-magnesium-lithium alloy, light-weight products, functional properties, degradation resistance, aerospace and space industry

A.5. Reference (opcionalno, za javnu objavu)

Navedite dvije ili tri reference iz kojih je vidljiva funkcionalnost inovacije (npr. javno objavljena patentna dokumentacija, znanstveni radovi ili druge publikacije iz kojih se može saznati više o inovaciji).

Potencijal i funkcionalnost inovacije vidljivi su iz sljedećih publikacija:

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, P. Mrvar, M. Petrič, Solidification sequence of Al-2, 5wt.%Mg-0, 7wt.%Li alloy, 49th International October Conference on Mining And Metallurgy Proceedings, (N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović), University of Belgrade Technical Faculty in Bor, 18.-21.10.2017, 2017, Bor, Serbia, pp. 556-559.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Influence of solution hardening on microstructure and mechanical properties of Al-2.5Mg-0.7Li alloy, The 73rd World Foundry Congress "Creative Foundry", Congress Proceedings, (N. Sobczak, R. Asthana, J. Szajnar), Stowarzyszenie techniczne odlewników Polskich/Polish Foundrymen's Association, 23-27.08.2018, 2018, Krakow, Poland, pp. 21-22.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Analysis of the low energy layering fracture in Al- 2.5Mg-0.7Li, Proceedings book of 17th International Foundrymen Conference, (N. Dolić, Z. Zovko Brodarac, A. Begić Hadžipašić), Sveučilište u Zagrebu Metalurški Fakultet, 16-18.05.2018, 2018, Sisak, Croatia, pp. 144-160.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, A. Penko, The influence of iron impurities on the compression behaviour of Al-2.24Mg-2.09Li alloy, Journal of mining and metallurgy. Section: B, Metallurgy, 56(2020)3, 425-433 doi:10.2298/JMMB200613038K.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, S. Brajčinović, M. Petrič, Determination of Al-2.18Mg-1.92Li Alloy's Microstructure Degradation in Corrosive Environment, Crystals 11(2021)4, 338, <https://doi.org/10.3390/cryst11040338>.

Napomena:

Ukoliko postoji obaveza navođenja financijera inovacija, navedite ga kao napomenu.

Dosadašnji razvoj inovacije financiran je potporama i projektima:

„Dizajn i karakterizacija inovativnih inženjerskih legura“, 2014-2019, IP-124-2020-ZZB, Sveučilište u Zagrebu, Financijska potpora istraživanju – Institucijski projekt.

„Dizajn i karakterizacija inovativne aluminij - magnezij - litij legure, Znanstveno-tehnološka suradnja sa Slovenijom (2018.-2019.), Ministarstvo znanosti i obrazovanja.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, KK.01.1.1.02.0020, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.

„VIRTULAB - Integrirani laboratorij za primarne i sekundarne sirovine“, Operativni program "Konkurentnost i kohezija" 2014.-2020, Europski strukturni i investicijski fondovi broj: KK.01.1.1.02.0022.

B. KOMERCIJALNI POTENCIJAL INOVACIJE

B.1. Prednosti inovacije (javna objava)

Procijenite **ključne prednosti** koje vaša inovacija može donijeti korisnicima.

Pored smanjenja mase, boljih mehaničkih svojstva u odnosu na ostale komercijalno korištene legure, mogućnosti dobivanja gotovog proizvoda s poboljšanim svojstvima već u lijevanom stanju te primjene u obradi drugih legura, sintetizirana Al-Mg-Li legura pokazala je iznimnu otpornost na degradaciju u ekstremnim uvjetima.

B.2. Ciljano tržište/područja primjene (javna objava)

Navedite ciljana tržišta/primjene za vašu inovaciju.

Inovacija predstavlja potencijal za proizvodnju vozila u transportnoj industriji s naglaskom na automobilsku, zrakoplovnu i svemirsku industriju. Do sada razvijene gnječive aluminijske legure s litijem kao glavnim legirnim elementom pronašle su primjenu u zrakoplovnoj industriji i industriji svemirskih letjelica zbog iznimno kompleksne termo-mehaničke obrade i skupe proizvodnje. Međutim, razvojem aluminij-magnezij-litij legure uz optimiziranje kemijskog sastava i drugih ključnih proizvodnih parametara omogućit će se dobivanje gotovog proizvoda već u lijevanom stanju.

B.3. Ključni potencijalni kupci / krajnji korisnici (interna evidencija)

Navedite tko je potencijalni kupac vaše inovacije. Navedite tko bi bili krajnji korisnici proizvoda temeljenog na vašoj inovaciji.

Potencijalni kupac inovacije su proizvođači sigurnosno-kritičnih komponenti za transportnu industriju, s naglaskom na automobilsku i zrakoplovnu industriju. Krajnji korisnici su vozači / putnici u navedenim vozilima.

B.4. Tržišna konkurencija (interna evidencija)

Navedite tvrtke, njihove proizvode ili usluge koje postoje na tržištu a predstavljaju konkurenciju proizvodima ili uslugama zasnovanim na vašoj inovaciji.

Nema.

C. DOSADAŠNJE POSTUPANJE S INOVACIJOM

C.1. Stupanj razvoja inovacije (javna objava)

Navedite stupanj razvoja inovacije, npr. da li je inovacija na nivou teorije ili ideje, funkcionalnog laboratorijskog prototipa, industrijskog prototipa, gotovog proizvoda ili slično. Ukoliko znate, a ovisno o vašem području primjene, navedite na kojoj je razini tehnološke spremnosti (TRL – technology readiness level) vaša inovacija.

Inovacija je na nivou ideje te laboratorijskog prototipa. Na temelju rezultata dosadašnjih istraživanja proizvedene su tri serije legura s različitim udjelima magnezija i litija te različitim postupcima proizvodnje i obrade. Do sada provedena karakterizacija legura ukazala je na dobra mehanička svojstva kojima može konkurirati komercijalnim aluminij-silicij legurama. U provedbi je detaljnija karakterizacija mikrostrukture i ostalih funkcionalnih svojstava.

C.2. Zaštita intelektualnog vlasništva (javna objava)

Navedite da li je za inovaciju već predana patentna prijava ili prijava za zaštitu nekog drugog oblika intelektualnog vlasništva (npr. žig, industrijski dizajn), te datum, naslov i prihvatni ured za prijavu.

Nema.

C.3. Izvori financiranja inovacije (interna evidencija)

Navedite sve izvore financiranja (proračun RH, državne agencije, EU izvori, privatni sektor) koji su korišteni u vezi s ovim ili povezanim istraživanjem. Navedite vrstu potpore (R&D ili komercijalni projekti, potpore za nabavku opreme, sporazumi o stipendiranju i sl.).

„Dizajn i karakterizacija inovativnih inženjerskih legura“, 2014-2019, IP-124-2020-ZZB, Sveučilište u Zagrebu, Financijska potpora istraživanju – Institucijski projekt.

„Dizajn i karakterizacija inovativne aluminij - magnezij - litij legure, Znanstveno-tehnološka suradnja sa Slovenijom (2018.-2019.), Ministarstvo znanosti i obrazovanja.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, KK.01.1.1.02.0020, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.

„VIRTULAB - Integrirani laboratorij za primarne i sekundarne sirovine“, Operativni program "Konkurentnost i kohezija" 2014.-2020, Europski strukturni i investicijski fondovi broj: KK.01.1.1.02.0022.

D. KOMERCIJALIZACIJA INOVACIJE

D.1. Dosadašnja komercijalizacija inovacije (interna evidencija)

Molimo navedite dosadašnje aktivnosti komercijalizacije.

Nema.

E. KONTAKT PODACI

E.1. Kontakt podaci za daljnje informacije

Molimo navedite kontakt osobe koju je moguće kontaktirati za dodatne informacije, dopune i pojašnjenja.

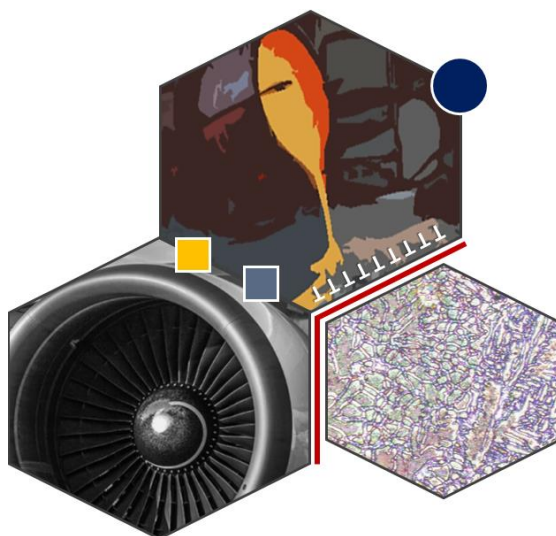
Franjo Kozina, mag.ing.met., fkozin@simet.unizg.hr

izv.prof.dr.sc. Zdenka Zovko Brodarac, zovko@simet.unizg.hr

F. SLIKA INOVACIJE

F.1. Slika, skica ili druga vizualna prezentacija

Ukoliko je moguće prikazati vizualizaciju inovacije u obliku fotografije, skice, crteža ili video link



G. NAGRADE

F.1. Nagrade i priznanja

Popis nagrada ukoliko se sa inovacijom natjecalo na različitim skupovima ili priznanja od raznih državnih i društvenih tijela na međunarodnoj i domaćoj razini

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, P. Mrvar, M. Petrič, T. Rupčić, Inovativna Al-Mg-Li legura s poboljšanim svojstvima za avio- i svemirsku industriju, 15. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2017, 19.-21.10.2017., 2017., Zagreb, Hrvatska // zlatna medalja.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Prekretnica u dizajnu i sintezi lakih inženjerskih legura za zrakoplovnu i svemirsku industriju, 16. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2018, Zagreb, 18.-20.10.2018., 2018, Zagreb, Hrvatska // brončana medalja.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, T. Sinteza i modeliranje svojstava ultra lake Al-Mg-Li legure kao imperativ u zrakoplovnoj i svemirskoj industriji, 17. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2019, 17.-19.10.2019., 2019, Zagreb, Hrvatska // srebrna medalja.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, S. Brajčinović, M. Petrič, Razvoj inovativne ultra-lake Al-Mg-Li legure otporne na degradaciju u ekstremnim svemirskim uvjetima, 18. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2019, 15.-17.10.2020., 2020, Zagreb, Hrvatska // zlatna medalja.