



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА : 0.	Ознака:
Захтев за валидацијом техничко-технолошког решења	МАТ.ДОК.:	01/2010

Датум: 10/03/2010

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Прилог 2 („Службени гласник РС“ 38/2008), обраћам се Научном већу Института за рударство и металургију са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом

ЕКОЛОШКИ БЕЗОЛОВНИ ЛЕМОВИ ТИПА Cu5-1In45-9Sn50-90

Аутора:

Мр Александра Милосављевић, дипл. инж.
Др Ана Костов, дипл.инж.
Проф. др Драгана Живковић, дипл.инж.
Др Надежда Талијан, дипл.инж.
Радиша Тодоровић, дипл.инж.

Техничко и развојно решење (М82 – нови материјал) је резултат реализације пројекта ТР 19011 под називом: „Развој технологије и производа еколошких лемова“ у области материјала и хемијских технологија за период 01.04.2009.-31.12.2010. године.

За **рецензенте** предлажемо:

1. Проф. др Светлана Несторовић, ред. проф., Технички факултет Бор
2. Проф. др Душка Минића, ванр. проф., Факултета техничких наука Косовска Митровица

Подносилац захтева

А.Костов
Др Ана Костов, научни саветник
руководилац пројекта ТР 19011



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35
Тел:(030)436-826;факс:(030)435-175;E-mail:institut@irmbor.co.rs



**ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE
(M82)**

**EKOLOŠKI BEZOLOVNI LEMOVI TIPA
Cu5-1In45-9Sn50-90**

1. Naslov i Evidencioni broj projekta:

RAZVOJ TEHNOLOGIJE I PROIZVODA EKOLOŠKIH LEMOVA, 19011

2. Rukovodilac:

Dr ANA KOSTOV

3. Organizacija koordinator:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

4. Organizacije učesnici:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU, BOR
TEHNIČKI FAKULTET, BOR
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA, KOSOVSKA MITROVICA

5. Korisnik:

„MARTENZIT“, BOR

6. Naziv tehničkog i razvojnog rešenja:

EKOLOŠKI BEZOLOVNI LEMOVI TIP A Cu5-1In45-9Sn50-90

7. Autori:

Mr Aleksandra Milosavljević, dipl. inž.
Dr Ana Kostov, dipl.inž.
Prof. dr Dragana Živković, dipl.inž.
Dr Nadežda Talijan, dipl.inž.
Radiša Todorović, dipl.inž.

8. Oblast na koju se tehničko i razvojno rešenje odnosi:

MATERIJALI I HEMIJSKE TEHNOLOGIJE

1. Uvod

Lemovi na bazi kalaja i olova su sastavni deo elektronskih komponenti, međutim u skladu sa WEEE direktivom, u Evropi do 2010. godine treba izbaciti olovo, kadmijum, šestovalentni hrom i neke organske toksične supstance iz upotrebe. Kako bi se obezbedio isti kvalitet elektronskih komponenti, neophodno je ovakve lemове zameniti lemovima koji će imati osobine takve da što manje odstupaju od prvobitnih i tako što manje utiču na eventualne promene u vođenju procesa.

Iz tog razloga u projektu TR 19011 se pristupilo razvoju novih ekoloških lemnih materijala koji ne sadrže toksične elemente i istovremeno ispunjavaju mnogobrojne uslove u pogledu mehaničkih i električnih osobina, korozione postojanosti i ekonomske isplativosti.

Obzirom na cilj projekta razvoja tehnologije proizvodnje ekoloških lemovi i izrade lemovi različitih namena u smislu pronalaženja optimalne zamene za lemове koji sadrže olovo i kadmijum, proizvedeni lemovi moraju biti ne samo slični po osobinama standardnim lemovima, već moraju biti i ekonomski isplativi.

Tokom druge godine istraživanja razvijen je novi ekološki lemn materijal Cu5-1In45-9Sn50-90, čije će karakteristike biti izložene u daljem tekstu.

2. Problematika i stanje u oblasti razvoja bezolovnih lemovi

Razvoj bezolovnih lemnih materijala je u svetu aktuelan poslednjih godina kao tzv. lead-free pokret, obzirom da se među toksičnim elementima, čije koncentracije prema važećim zakonskim regulativama treba svesti na minimum, nalazi i olovo. Iz tih razloga neophodno je pronaći alternativu već postojećim lemovima na bazi olova i kalaja, koja će obuhvatiti zadovoljavajuću kombinaciju elemenata u vidu novog ekološkog lema. Osim ekološkog aspekta, takvi novi ekološki lemovi treba da zadovolje i niz drugih osobina koje su od nepobitne važnosti za primenu u praksi, kao i ekonomsku isplativost.

Imajući u vidu osobine olovno-kalajnog lema, prvenstveno nisku temperaturu topljenja, kvašljivost, pouzdanost i ekonomsku isplativost, veoma je teško odabrati adekvatnu zamenu, tj. leguru koja će u potpunosti zameniti standardni lem, a da pri tom sam proces ne bude bitno izmenjen. Obzirom da se danas u savremenoj elektronskoj industriji koriste veoma osetljive komponente, sama promena radne temperature mora biti svedena na minimum upotrebom novog materijala.

Takođe, veoma je bitno poznavati spektar lemnih materijala sa različitim tačkama topljenja, ukoliko je u pitanju višestepeno lemljenje. Pri ovakvom procesu prvi korak lemljenja izvodi se pri relativno visokim temperaturama topljenja, dok se svaki sledeći izvodi na nižoj temperaturi kako ne bi uticao na postojanost prethodnog lema i na samu operaciju. Raspoloživost ovakvih lemnih materijala sa različitim tačkama topljenja, a koji s druge strane imaju veoma usko područje topljenja je od veoma velike važnosti za ovakvu vrstu procesa.

U svetu je, obzirom na dugogodišnje istraživanje, patentiran veliki broj bezolovnih legura, od kojih su najširu primenu našle tzv. SAC legure (Sn-Ag-Cu). Ove legure međutim, imaju relativno visoke temperature topljenja (iznad 200°C) u odnosu na Sn63Pb37 (183°C) standardni lem. Iz tih razloga, u praksi bi radna temperatura morala da

se poveća za 30-40°C, što znači manju pouzdanost i funkcionalnost elektronskih komponenti. Kako bi se obezbedila što niža radna temperatura, potrebno je obezbediti lemnu leguru sa što nižom tačkom topljenja, što se može postići dodavanjem niskotopivih elemenata kao što je indijum.

Neke od legura na bazi indijuma već se koriste u svetu, ali samo u određenim delovima industrije, kao npr. In-Sn u procesu hladnog zavarivanja. Nedostatak ovih legura je njihova visoka cena, pa je u tom cilju, a i u smislu dostizanja željenih osobina lema neophodna multikomponentna legura.

Prema ispitivanjima Indium Corporation of America, Delphi Delco Electronic Systems i drugih, kao moguće rešenje navode se legure sastava Sn(71,5–91,9)In(4,8–25,9)Ag(2,6–3,3), sa ili bez dodatka četvrtog elementa.

U oblasti niskotopivih lemova, od posebnog interesa su i lemovi na bazi kalaja sa dodatkom indijuma, srebra, bakra, i dr., pri čemu je posebna pažnja usmerena na što niži sadržaj indijuma u leguri sa aspekta ekonomske isplativosti, a s druge strane dovoljno visok kako bi snizio tačku topljenja.

3. Suština, opis i karakteristike tehničkog rešenja

U okviru novih lemnih bezolovnih legura, u okviru istraživanja niskotopivih bezolovnih lemova u projektu TR 19011 od selektovane Cu-In-Sn legure čiji je sadržaj kalaja iznad 50%, a indijuma 9 do 45%, izabrani su sledeći sastavi legura dati u tabeli 1.

Tabela 1. Sastavi odabranih Cu-In-Sn legura

Legura	X _i			% at			% mas		
	Sn	Cu	In	Sn	Cu	In	Sn	Cu	In
L1	0,5	0,05	0,45	50	5	45	51,97	2,78	45,25
L2	0,6	0,04	0,36	60	4	36	61,88	2,21	35,91
L3	0,7	0,03	0,27	70	3	27	71,63	1,64	26,73
L4	0,8	0,02	0,18	80	2	18	81,23	1,09	17,68
L5	0,9	0,01	0,09	90	1	9	90,69	0,54	8,77

Tehnologija proizvodnje odabranog lema obuhvatila je sledeće faze: izradu predlegura, konstrukciju određene dimenzije profila, analizu potrebnih parametara livenja i definisanje adekvatnih tehnoloških rešenja, definisanje pokrivnih sredstava i dinamike legiranja, definisanje minimalno potrebne količine livene žice za proces plastične deformacije, poluindustrijski eksperiment, ispitivanje izlivenih ingota i profila (hemijska, metalografska, mehanička, fizička i tehnološka), definisanje termomehaničkog režima plastične deformacije i izbor mašina, ispitivanje gotovih proizvoda, analizu rezultata i ponavljanje eksperimenata sa eventualnom korekcijom uočenih nedostataka.

Predlegure odabranih sastava izrađene su od čistih metala (99,99%), pretapanjem u elektrootpornoj peći. Uzorci legure zadatog sastava su potom pravljeni topljenjem predlegura u indukcionoj peći, u atmosferi vazduha, do 873K. Dobijeni uzorci su zatim žareni na temperaturi 473K sat vremena i hlađeni sa žarnom peći pri brzini hlađenja od

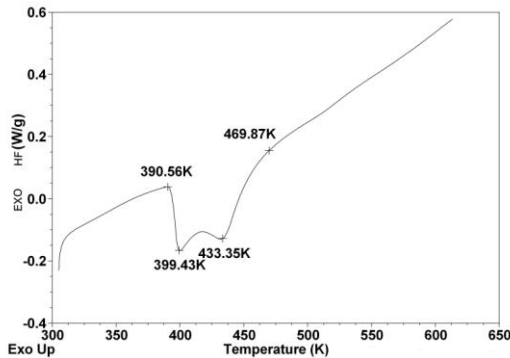
5K/min. U cilju zaštite od oksidacije u svim slučajevima korišćena je pokrивka od ćumura.

Pripremljeni uzorci selektovanih sastava legura podvrgnuti su termijskim, strukturnim, mehaničkim i električnim ispitivanjima.

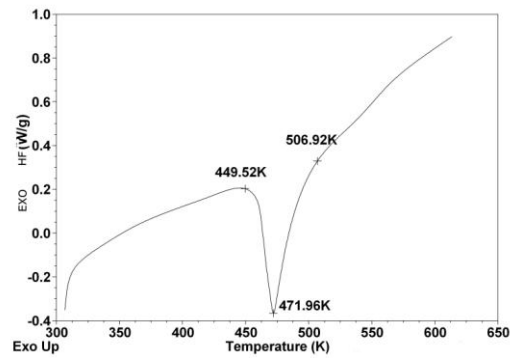
DSC analizom u cilju određivanja karakterističnih temperatura faznih transformacija (tabela 2) podvrgnute su sve odabrane legure. DSC snimci legura L2 i L4 prikazani su na slici 1.

Tabela 2. Karakteristične temperature za ispitivane Cu-In- Sn legure

Legura	Temperatura, K	
	Početak fazne transformacije	Maksimum pika
L1	390	399
L2	391	399 ; 433
L3	391	399 ; 455
L4	449	472
L5	476	489



a) L2: Sn60Cu4In36



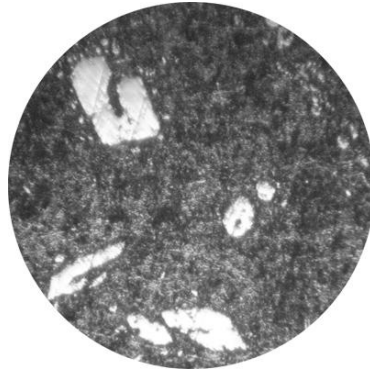
b) L4: Sn80Cu2In18

Slika 1. DSC krive Cu-In- Sn legura

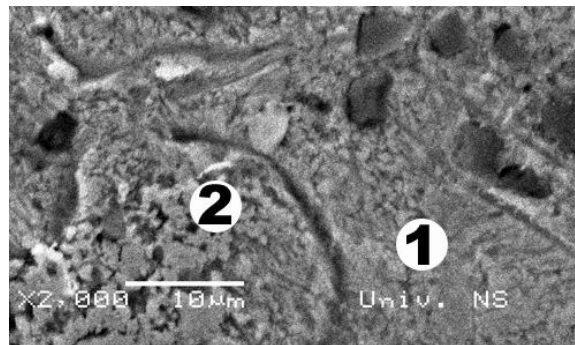
Na osnovu prikazanih rezultata (tabela 2 i slika 1), može se videti da se povećanjem sadržaja indijuma u leguri snižava tačka topljenja, ali i da je na DSC krivama prisutna pojava endotermnih pikova različitog intenziteta (slika 1). Različit intenzitet DSC pikova, kao i pojava dva maksimuma (slika 1a), posledice su prisustva niskotopivih In-Sn jedinjenja u strukturi legure, a koja su uslovljena većim sadržajem indijuma.

Izuzetak predstavlja legura L1 Sn50Cu5In45 (tabela 2), koja bez obzira na visoki sadržaj indijuma ima klasičan endotermni pik, kao i nisku temperaturu topljenja, dakle sve preduslove za primenu u praksi. Ova legura bliska je eutektičkom sastavu u binarnom sistemu In-Sn, pa zato ima drugačije karakteristike od ostalih. Jedina nepovoljnost jeste njena visoka cena u odnosu na druge legure.

Mikrostruktura uzoraka određena je korišćenjem optičke mikroskopije i SEM-EDX analize, pri čemu su uzorci pripremljeni na standardni način, ispolirani i nagriženi. Na slici 2 prikazana je mikrofotografija jedne od ispitivanih legura, dok su na slici 3 i u tabeli 3 prikazani rezultati skenirajuće elektronske mikroskopije sa energetsko disperzionim spektrom (SEM-EDX).



Slika 2. Mikrostruktura legure L3: Sn70Cu3In27



Slika 3. SEM snimak legure L4 Sn80Cu2In18

Tabela 3. Raspodela faza (EDX) u leguri L4 Sn80Cu2In18

Spektar	mas% Cu	mas% In	mas% Sn
1		18,49	81,50
2		19,86	80,14

Mikrostruktura svih ispitivanih Cu-In-Sn legura sastoji se iz rastvora bogatog kalajem (kalajna osnova) u koji ulaze i In-Sn jedinjenja. U tabeli 3 data je raspodela faza u strukturi legure L4 Sn80Cu2In18.

U tabeli 4 prikazane su srednje vrednosti elektroprovodljivosti i mikrotvrdoće, dobijene iz serija merenih veličina.

Tabela 4. Izmerene vrednosti elektroprovodljivosti i mikrotvrdoće

Legura	Elektroprovodljivost (MS/m)	Mikrotvrdoća (H _μ)
L1: Sn50Cu5In45	3,727	8,453187
L2: Sn60Cu4In36	3,978	15,63501
L3: Sn70Cu3In27	3,682	23,25255
L4: Sn80Cu2In18	2,029	22,15847
L5: Sn90Cu1In9	0,882	20,18984

4. Zaključak

Prikazani rezultat – novi leمني materijal na bazi indijuma, bakra i kalaja, tipa Cu5-1In45-9Sn50-90, od značaja je u proširenju asortimana ekoloških bezolovnih lemovi, koji mogu biti konkurentni ne samo na domaćem, već i na svetskom tržištu.

Kao najbitniji aspekt izdvaja se ekološki, obzirom da ispitivana lemnna legura ne sadrži toksične elemente za razliku od lemovi koji su kod nas u širokoj upotrebi. Navedena legura je u odnosu na olovne lemmove svakako skuplja, ali se njena viša cena može opravdati potrebom za postizanjem odgovarajućih osobina, a i uskladu je sa novim zakonskim regulativama koje su na snagu stupile u Evropskoj Uniji 1. jula 2008. godine.

Sa stanovišta praktične primene, jedan od najbitnijih faktora je temperatura topljenja, jer određuje maksimalnu dozvoljenu temperaturu kojoj proizvod može biti izložen, a što utiče i na mikrostrukturu lemnog spoja, debljinu intermetalnog sloja i broj prisutnih intermetalnih faza.



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: XIV/5.1.
Од 26.03.2010.године**

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XIV-ој седници одржаној дана 26.03.2010. године донело:

ОДЛУКУ
*о покретању поступка за валидацијом и верификацијом
техничког решења и именовању рецензената*

I

На захтев др Ане Костов, научног саветника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Еколошки безоловни лемови типа $Cu5-1In45-9Sn50-90$ “ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Проф.др Светлана Несторовић, редовни професор - Технички факултет Бор
2. Проф.др Душко Минић, ванредни професор - Факултет техничких наука Косовска Митровица

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.
Научни саветник

**RECENZIJ
MIŠLJENJE:**

o predlogu validnosti i verifikacije tehničkog rešenja pod nazivom:

„Ekološki bezolovni lemovi tipa Cu5-1In45-9Sn50-90“

Tehničko i razvojno rešenje (M82- novi materijal) koje je ostvareno u okviru realizacije Projekta br. TR19011 u oblasti Materijala i novih tehnologija u periodu 2008-2010 pod nazivom: „Razvoj tehnologije i proizvoda ekoloških leмова“. Rukovodilac ovog Projekta je dr Ana Kostov, naučni savetnik Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Autori predloženog tehničkog rešenja su:

Mr Aleksandra Milosavljević, dipl. inž.
Dr Ana Kostov, dipl.inž.
Prof. dr Dragana Živković, dipl.inž.
Dr Nadežda Talijan, dipl.inž.
Radiša Todorović, dipl.inž.

Predloženo tehničko rešenje – novi lemní materijal na bazi indijuma, bakra i kalaja, tipa Cu5-1In45-9Sn50-90, od značaja je za proširenje asortimana ekoloških bezolovnih leмова, koji su konkurentni na domaćem i na svetskom tržištu.

Svi vidovi elektronske industrije koriste velike količine leмова na bazi višekomponentnih legura koje u svom sastavu imaju olovo. S obzirom na izrazitu toksičnost olova, istraživački pravci u oblasti razvoja novih tipova lemnih materijala intenzivirani su poslednjih nekoliko godina, a naročito na osnovu Direktive Evropske unije o restrikciji štetnih materijala (RoHS) po čovekovo zdravlje i u cilju zaštite životne sredine, i usmereni su na razvoj bezolovnih legura sa optimalnim karakteristikama.

Predstavljene lemné ekološke bezolovne legure tipa Cu5-1In45-9Sn50-90 realizovane su u okviru predmetnog Projekta i obrazložene su u podnetom predlogu za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja kroz opis tehnološkog postupka dobijanja i karakteristiku tehničkog rešenja koje je obuhvatilo ispitivanje uticaja hemijskog sastava sa posebnim osvrtom na uticaj sadržaja indijuma u leмноj leguri na tačku topljenja odnosno fazne transformacije u širem temperaturnom intervalu od maksimalne temperature primene. Ispitana je mikrotvrdoća u odnosu na sadržaj kalaja u istraživanom opsegu Cu-In-Sn legura kao i električna provodljivost.

Originalnost predloženog tehničkog rešenja lemnih legura u poređenju sa postojećim bezolovnim lemnim legurama ogleda se u originalom hemijskom sastavu i delimično modifikovanom tehnološkom postupku izrade, optimizovanom prema sopstvenim prethodnim istraživanjima bezolovnih legura, koja su podrazumevala uvećan obim laboratorijskih eksperimenata i sveobuhvatnu karakterizaciju istraženih legura.

Eksperimentalno izmerene vrednosti mikrotvrdoće i električne provodljivosti pokazale su gotovo identičnu zavisnost od sastava istraženih legura, što su autori objasnili mikrostrukturnim promenama u zavisnosti od hemijskog sastava.

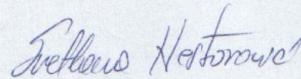
Sprovedena mikrostrukturna ispitivanja istraženih lemnih legura sa različitim sadržajem indijuma odnosno kalaja, zajedno sa prezentiranim rezultatima fazne analize, omogućavaju krajnjem korisniku pouzdaniji odabir lemnog materijala u odnosu na unapred zahtevane eksploatacione karakteristike.

Osnovne tehničko-tehnološke karakteristike sa gledišta primene realizovanih lemnih legura u opsegu hemijskog sastava naznačenog u predlogu autora, proverena su u praktičnoj primeni. Navedeni lem je prihvaćen za korišćenje u okviru sopstvene mikroproizvodnje i kod korisnika se koristi i ugrađuje u pojedine delove alata i pribora koji se koriste za istražna, eksploaciona i druga bušenja.

Na osnovu uvida u sveukupne rezultate istraživanja bezolovnih lemnih legura tipa Cu5-1In45-9Sn50-90, datih od strane autora u Predlogu za validaciju i verifikaciju ovog tehničkog rešenja kroz sumaran prikaz najvažnijih ostvarenih eksperimentalnih rezultata kao i na osnovu razmatranja i upoređenjem sa do sada postignutim i objavljenim rezultatima u razvoju bezolovnih lemnih legura ovog tipa, zatim na osnovu provere kvaliteta razvijenih lemnih legura u eksploacionim uslovima, smatram da razvijeni **Ekološki bezolovni lemovi tipa Cu5-1In45-9Sn50-90** imaju dovoljan opseg zahtevanih tehničko-tehnoloških karakteristika koji ih kvalifikuju za upotrebu kao lemnii materijal u eksploacionim uslovima.

Ostvarena originalnost u modifikovanom tehnološkom postupku izrade, originalnom hemijskom sastavu u odnosu na zahtevane i postignute karakteristike kao i činjenica da ove inače široko primenljive lemne legure ne sadrže toksično olovo, čime je ispunjen jedan od osnovnih zahteva sa gledišta primene, su dodatni razlozi **da se predloženo tehničko rešenje prihvati kao validno i kao takvo verifikuje u kategoriji M82-novi materijal.**

U Boru, 05.05.2010.



Prof. dr Svetlana Nestorović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor

**Naučnom veću
Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor**

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja

EKOLOŠKI BEZOLOVNI LEMOVI TIP A Cu5-1In45-9Sn50-90

Autora:

Mr Aleksandra Milosavljević, dipl. inž.
Dr Ana Kostov, dipl.inž.
Prof. dr Dragana Živković, dipl.inž.
Dr Nadežda Talijan, dipl.inž.
Radiša Todorović, dipl.inž.

MIŠLJENJE RECENZENTA

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom: „EKOLOŠKI BEZOLOVNI LEMOVI TIP A Cu5-1In45-9Sn50-90“, u oblasti Materijali i hemijske tehnologije, koji predstavlja rezultat projekta br. 19011, pod nazivom: RAZVOJ TEHNOLOGIJE I PROIZVODA EKOLOŠKIH LEMOVA, koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u periodu 2008-2010 godina, čiji je rukovodilac dr Ana Kostov, naučni savetnik Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

U skladu sa iznetim iznosim mišljenje na osnovu priložene dokumentacije.

Tehničko rešenje predstavljeno je na 7 strana i obuhvata 4 tabele i 3 slike. Tehničko rešenje je uređeno u skladu sa zahtevima definisanih „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata“, Sl. Glasnik RS 38/2008.

Sadržaj tehničkog rešenja prikazan je kroz sledeće celine:

Uvod, kojim se prezentira problem koji se rešava i njegovo stanje rešenosti u svetu. Autori ističu da se pristupilo razvoju novih ekoloških lemnih materijala koji ne sadrže toksične elemente i istovremeno ispunjavaju mnogobrojne uslove u pogledu mehaničkih i električnih osobina, korozione postojanosti i ekonomske isplativosti. Obzirom na cilj projekta TR 19011 da se razvije tehnologija proizvodnje ekoloških leмова i izrade lemovi različitih namena u smislu pronalaženja optimalne zamene za lemove koji sadrže olovo i kadmijum, proizvedeni lem je po osobinama sličan standardnim lemovima, uz manja odstupanja i odgovarajuću ekonomsku isplativost.

Problematika i stanje u oblasti razvoja bezolovnih leмова, u kojem se navodi stanje u oblasti razvoja bezolovnih leмова u svetu i kod nas. Jedan od aktuelnih svetskih trendova tzv. lead-free pokret, i važeće zakonske regulative (WEEE, RoHS i sl.) u svetu zahtevaju da se koncentracije toksičnih elemenata treba ograničiti na minimalno dozvoljene, a naročito olovo, koje je u širokoj upotrebi u industriji, posebno elektronskoj kao sastavni deo leмова. U

oblasti niskotopivih leмова, od posebnog interesa su i lemovi na bazi kalaja sa dodatkom indijuma, srebra, bakra, i dr., pri čemu je posebna pažnja usmerena na što niži sadržaj indijuma u leguri sa aspekta ekonomske isplativosti, a s druge strane dovoljno visok kako bi snizio tačku topljenja lema.

Suština, opis i karakteristike ekološkog bezolovnog lema Cu5-1In45-9Sn50-90, kojim se prezentiraju tehnološki postupak za dobijanje legure za izradu navedenog lema. Tehnologija proizvodnje prezentiranog lema obuhvatila je sledeće faze: izradu predlegura, konstrukciju određene dimenzije profila, analizu potrebnih parametara livenja i definisanje adekvatnih tehnoloških rešenja, definisanje pokrivnih sredstava i dinamike legiranja, definisanje minimalno potrebne količine livene žice za proces plastične deformacije, ispitivanje izlivenih ingota i profila (hemijska, metalografska, mehanička, fizička i tehnološka), definisanje termomehaničkog režima plastične deformacije, ispitivanje i analizu gotovog proizvoda. Navedene su i detaljno opisane karakteristike dobijenog lema: karakteristične temperature faznih transformacija, prikazane su fazne strukture i sastav legure, određena je mikrotvrdoća i definisana električna provodljivost. Prikazane slike ilustruju najvažnije rezultate tehnološkog rešenja.

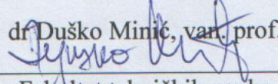
ZAKLJUČAK

Dokumentacija tehničkog rešenja **EKOLOŠKI BEZOLOVNI LEMOVI TIP A Cu5-1In45-9Sn50-90** pripremljena je u skladu sa „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača“, Sl. Glasnik 38/2008, prilog 2, i pruža sve neophodne informacije o oblasti na koju se tehničko rešenje odnosi, problem koji se njime rešava, stanje rešenosti tog problema u svetu, detaljan opis i karakteristike originalnog proizvoda, prvi te vrste u našoj zemlji.

Na osnovu izloženog argumenta preporučujem da se navedeno tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju **M82**, nov materijal, pomenutog pravilnika.

Aprila, 2010. godine

Recenzent

dr Duško Minić, van. prof.

Fakultet tehničkih nauka
Kosovska Mitrovica



S.Z.T.R. „MARTENZIT“,BOR

19210 BOR DANILA KISA 4/16 TEL/FAX 030/431-132 TEK.RAC.115-9980-97
PIB :103 000 134 E- MAL :MARTENZIT @ ptt.yu.
MATICNI BR. 55865345
BROJ POTVRDE O IZVRSENOM EVIDENTIRANJU ZA PDV 125536656
DEVIZNI RACUN 54010-55865345

Predmet: Dokaz o prihvaćenom tehničko-razvojnom rešenju pod nazivom „Ekološki bezolovni lemovi tipa Cu5-1In45-9Sn50-90“ i njegovoj primeni

U okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, br. TR-19011, pod nazivom „RAZVOJ TEHNOLOGIJE I PROIZVODA EKOLOŠKIH LEMOVA“, rukovodilac projekta dr Ana Kostov, za period 2008-2010, tokom druge i treće godine istraživanja (u periodu od 01.04.2009. do 31.12.2010. godine) razvijen je **nov materijal**, do koncepcije tehničkog rešenja pod nazivom:

„Ekološki bezolovni lemovi tipa Cu5-1In45-9Sn50-90“

Autora:

Mr Aleksandra Milosavljević, dipl. inž.
Dr Ana Kostov, dipl.inž.
Prof. dr Dragana Živković, dipl.inž.
Dr Nadežda Talijan, dipl.inž.
Radiša Todorović, dipl.inž.

Tehničko rešenje – novi lemn materijal na bazi indijuma, bakra i kalaja, tipa Cu5-1In45-9Sn50-90, od značaja je u proširenju asortimana ekoloških bezolovnih leмова, koji su konkurentni na domaćem i na svetskom tržištu.

Navedeni lem je **prihvaćen** za korišćenje u okviru sopstvene mikroproizvodnje i ovim **potvrđujem** da se navedeni lemn materijal koristi i ugrađuje u pojedine delove naših alata i pribora koji se koriste za istražna, eksploataciona i druga bušenja od 2010. godine.

U Boru, 10.03.2010. godine

GRADSKA ZAVRŠNO TRAGOVANJE
RADNJA MARTENZIT
Miroslav Đorđević, predstavnik
BOR. Članovske brigade bb

SZTR „MARTENZIT“ BOR
Miroslav Đorđević, dipl.ing.met
vlasnik i preduzetnik