



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА / В. / МАТ ДОК.	Ознака:
Захтев за валидацијом и верификацијом техничког решења		01/2012

Датум: 31.01/2012

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

СПЕЦИЈАЛНИ ЛЕМ $CuZnSnSiMn$ ЗА ТВРДО ЛЕМЉЕЊЕ ЧЕЛИЧНИХ ДЕЛОВА

Аутора:

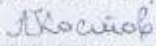
Радиша Тодоровић, дипл.инж.
Др Ана Костов, дипл.инж.
Др Александра Милосављевић, дипл.инж.
Љубинка Тодоровић, дипл.хем.

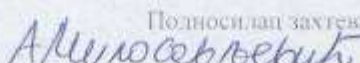
Техничко решење (M82 – нови материјал) је резултат реализације пројекта према Министарству просвете и науке за период 2011-2014, бр. ТР 34005, под називом: „Развој напредних материјала и технологија за мултифункционалну примену заснованих на еколошком знању“, у области материјала и хемијских технологија, рађен за корисника/партicipанта СЗТР „Мартензит“ Бор.

За рецензенте предлажемо:

1. Проф. др Драгана Живковић, ред. проф., Технички факултет Бор
2. Проф. др Душко Минић, ред. проф., Факултет техничких наука Косовска Митровица

Сагласан руководилац пројекта ТР 34005:


Др Ана Костов, научни саветник, ИРМ Бор

Подносилац захтева

Др Александра Милосављевић, дипл.инж.



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**
Број: VI/5.8.
Од 31.01.2012. 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 VI-ој седници одржаној дана 31.01.2012. године донело:

ОДЛУКУ

*о покретању поступка за валидацијом и верификацијом
техничког решења и именовању рецензента*

I

На захтев др Александре Милосављевић, дипл.инж.мет. Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Специјални лем $CuZnSnSiMn$ за тврдо лемљење челичних делова“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензента за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Проф.др Драгана Живковић, редовни професор Техничког факултета Бор
2. Проф.др Душко Милић, редовни професор Факултета техничких наука Косовска Митровица

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Миленко Љубојевић, дипл.инж.руд.
Научни саветник



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



QMS



**TEHNIČKO REŠENJE
(M82)**

**SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn
ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA**

1. Autori tehničkog rešenja

Radiša Todorović, dipl.inž., stručni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Dr Ana Kostov, dipl.inž., naučni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Dr Aleksandra Milosavljević, dipl.inž., naučni saradnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Ljubinka Todorović, dipl.hem., stručni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

2. Naziv tehničkog rešenja

Specijalni lem CuZnSnSiMn za tvrdo lemljenje čeličnih delova

3. Ključne reči

Specijalni lem, CuZnSnSiMn materijal, legure na bazi bakra, tvrdo lemljenje, poluindustrijska laboratorija, livenje žice

4. Tehničko rešenje proizašlo kao rezultat projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za drugu istraživačku godinu 2012.

Projekat br. TR34005: „Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju“, rukovodilac dr Ana Kostov, IRM Bor

5. Korisnik tehničkog rešenja

DOO „MARTENZIT“ Bor

6. Godina kada je tehničko rešenje kompletirano

2012. godina

7. Godina kada se tehničko rešenje primenjuje

2012. godina

8. Oblast i naučna disciplina na koju se tehničko rešenje odnosi

Materijali i hemijske tehnologije

1. Uvod

Legure na bazi bakra koriste se za različite namene i aktuelne su godinama, kako u svetu, tako i kod nas. Poslednjih godina razvijaju se novi, ekološki materijali na bazi bakra, a sa dodatkom različitih legirajućih elemenata i kao multifunkcionalni materijali.

U ovu grupu spadaju i lemnii materijali, pa shodno tome ovo tehničko rešenje obuhvata razvoj specijalnog mesinganog lema za tvrdo lemljenje čeličnih delova, razvijeno u okviru projekta Ministarstva prosvete i nauke za period 2011-2014. pod brojem TR 34005.

2. Problem koji se rešava tehničkim rešenjem

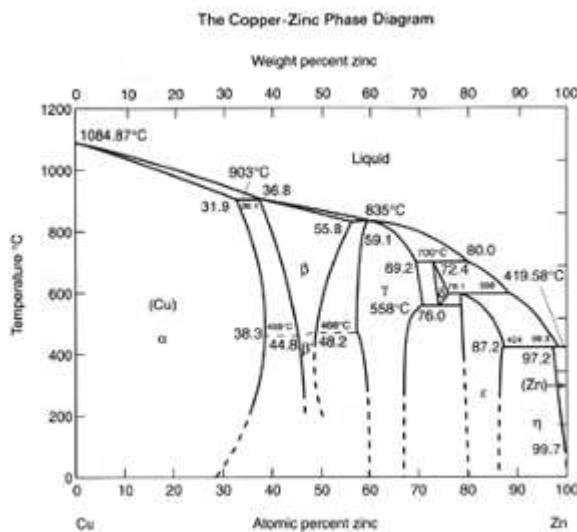
Lemljenje je postupak spajanja dva metala lemnim materijalom koji ima nižu tačku topljenja od osnovnih metala koji se spajaju. U zavisnosti od karakteristika lemnih materijala, kao i delova koje je potrebno zalemiti, razlikujemo dve vrste leмова: meke i tvrde. Za razliku od mekih olovno-kalajnih leмова čije su karakteristike mala čvrstoća $R_m = 50-70$ MPa i niska temperatura, tvrdi lemovi odlikuju se visokom čvrstoćom $R_m = 500$ MPa i visokom temperaturom.

Kao tvrdi lemovi zastupljeni su materijali na bazi bakra, bakra i cinka, srebra itd. pri čemu dobijeni spojevi moraju izdržati veća naprezanja. Pri tome svaki lemnii materijal mora da zadovolji osnovne uslove, a to su: odgovarajuće mehaničke osobine, dobra kvašljivost, koroziona postojanost, pouzdanost lema i ekonomska isplativost.

Obzirom na tok samog procesa lemljenja i praktičnu upotrebu tvrdih leмова, od velike važnosti je i dobro prodiranje lemnog materijala u praznine na samom spoju metala. Tvrdi lemovi koriste se pri spajanju čeličnih delova gde loš kvalitet lema može imati nesagledive posledice.

Standardni mesingani lemovi su u širokoj upotrebi, međutim zbog isparljivosti cinka, ovakvi lemnii materijali su nepogodni za praktičnu primenu. Lemni spoj usled isparavanja cinka (iznad 900°C) postaje porozan i samim tim manje pouzdan. S druge strane to predstavlja i ekološki problem. Kako bi se navedeni problemi izbegli i obezbedile optimalne karakteristike lemnog materijala, pribegava se legiranju mesinganog lema određenim legirnim elementima.

Struktura i osobine Cu-Zn legura određene su dijagramom stanja navedenog sistema (slika 1), pri čemu treba naglasiti praktičnu primenu legura na bazi čvrstih rastvora cinka u bakru, α i β faze.



Slika 1. Fazni dijagram sistema Cu-Zn

Kao legirajući elementi Cu-Zn legura koriste se aluminijum, mangan, nikal, kalaj, silicijum i železo. Ovi legirajući elementi poboljšavaju konstrukcione osobine mesinga, pa se nazivaju još i specijalnim mesinzima. Dodaju se u količinama od 1 do 2%, nekada i do 4%. Dodatkom trećeg elementa u binarnim legurama dolazi do promene strukture, odnosno do pomeranja granica faznog preobražaja. Ovo inicira povećanje količine stvorene β faze, kao i povećanje količine legirajućih komponenti u α i β fazi, dok ne prekorače granicu rastvorljivosti u ovim fazama.

U slučaju prekoračenja granice rastvorljivosti u čvrstom stanju mogu nastati nove faze u vidu intermetalnih jedinjenja koje izrazitije utiču na promenu osobina legura.

Žije (Guillet) je ustanovio da je dodatak svakog od navedenih elemenata ekvivalentan povećanju količine cinka (ekvivalent Žijea). Izuzetak predstavlja nikal koji povećava rastvorljivost cinka u bakru. U tabeli 1 prikazani su koeficijenti za svaki legirajući element.

Tabela 1. Koeficijenti ekvivalentnosti za legirajuće elemente legura Cu-Zn

Si	Al	Sn	Mg	Cd	Pb	Fe	Mn	Ni
10÷12	4÷6	2	2	1	1	0,9	0,5	-1,4

U skladu sa dijagramom stanja Cu-Zn i poznavanjem ekvivalenta iz tabele 1, može se proračunati tzv. prividni sadržaj cinka u specijalnom mesingu, tj. odrediti relativne količine α i β faze u leguri u ravnotežnom stanju.

Uticaj nekih legirajućih elemenata na osobine mesinga:

Kalaj povećava korozionu postojanost, čvrstoću i tvrdoću specijalnih legura bakra sa cinkom, uz prisustvo mangana.

Silicijum izrazito poboljšava antikorozijske osobine, kao i livne osobine specijalnih Cu-Zn legura.

Mangan (pored Al i Fe) izrazito menja prirodu legure i njene elektrohemijske osobine. Takođe, pored Sn i Si, mangan izrazitije utiče na sastav čvrstih rastvora α i β faze legure poboljšavajući fizičko-mehaničke, kao i hemijske osobine i to ne samo formiranih čvrstih rastvora, već i novih faza koje potpomažu proces disperzionog ojačavanja u toku termičke obrade.

Na osnovu svega napred rečenog, problem koji se ovim tehničkim rešenjem rešava je razvoj specijalnog lema sastava CuZnSnSiMn. Navedeni lem je prvenstveno namenjen za spajanje šupljih čeličnih delova koji su izloženi velikom unutrašnjem pritisku, kao npr. razne cevi za sprovođenje tečnosti pod pritiskom. Pored toga, on se može koristiti u rudarstvu i to u proizvodnji krunica za bušenje tj. lemljenju tvrdog metala na krunicama. Takođe, može se koristiti za tvrdo lemljenje i drugih čeličnih delova gde se zahteva odsustvo poroznosti i propustljivosti zavarenog spoja.

3. Problematika i stanje u oblasti razvoja specijalnih mesinganih lemova za tvrdo lemljenje u svetu i kod nas

Legure na bazi bakra sa cinkom (mesinzi) imaju široku i multifunkcionalnu primenu, kako u svetu, tako i u našoj zemlji. Različita namena ogleda se u primeni ovih legura za livenje, gnječenje, lemljenje i slično.

Međutim, obzirom da tvrdi lemovi na bazi bakra, koji su standardizovani i proizvedeni u našoj zemlji, ne mogu u potpunosti odgovoriti potrebama tržišta pojedinih grana industrije (kao npr. u proizvodnji panel-radijatora), lemovi za te namene (specijalni tvrdi lemovi) uvezeni su iz Evropske unije. U Evropskoj uniji ovi lemovi karakterišu se standardom UNI EN 1044.

Shodno tome, projektom TR 34005, u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor je analizirana ekonomska opravdanost proizvodnje specijalnih tvrdih lemova na bazi bakra u postojećoj poluindustrijskoj laboratoriji. Na taj način, proizvodnjom ove vrste lemova, smanjile bi se potrebe

za uvozom ovakve vrste lema, jer postoji interesovanje domaćih firmi za primenom ove grupe leмова.

4. Detaljan opis tehničkog rešenja

Predmet ovog tehničkog rešenja predstavljaju tvrdi lemovi na bazi bakra. Ovi lemovi na bazi bakra sa cinkom su standardizovani i njihov sastav definisan je standardom JUS.C.D2.306. Međutim, kako je osobina cinka laka isparljivost na relativno niskim temperaturama (već na 900°C), ovakvi tvrdi lemovi su često nepogodni za praktičnu primenu. Ova činjenica se naročito potvrđuje kod šupljih delova koji su pri radu izloženi velikom unutrašnjem pritisku, npr. razne cevi za sprovođenje komprimovanih tečnosti i gasova. Pri lemljenju takvih delova, naročito iznad 900°C, dolazi do isparavanja cinka, pa spoj postaje porozan i propustljiv, a samim tim je i kvalitet zalemljenog dela diskutabilan.

Iz tih razloga nametnula se potreba za legiranjem standardnih Cu-Zn leмова odgovarajućim elementima, čime bi se ispunili osnovni preduslovi za dobar kvalitet lema - dobra livkost, kvašljivost i kompaktnost prodiranja u najfinije zapore, uz naravno ekonomsku isplativost.

Za izradu specijalnog lema iskorišćena je legura Cu-Zn-Sn-Si-Mn, čiji je hemijski sastav dat u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijski sastav specijalnog lema na bazi bakra za tvrdo lemljenje

Lem	Hemijski sastav, %							Interval topljenja	
	Cu	Mn	Sn	Si	Fe	Zn	prime e	solidu s	likvidu s
CuZnSnSiMn	59÷6 1	0,5÷1, 2	0,2÷0, 5	0,15÷0, 5	ma x 0,1	ostata k	max 0,3	880°C	900°C

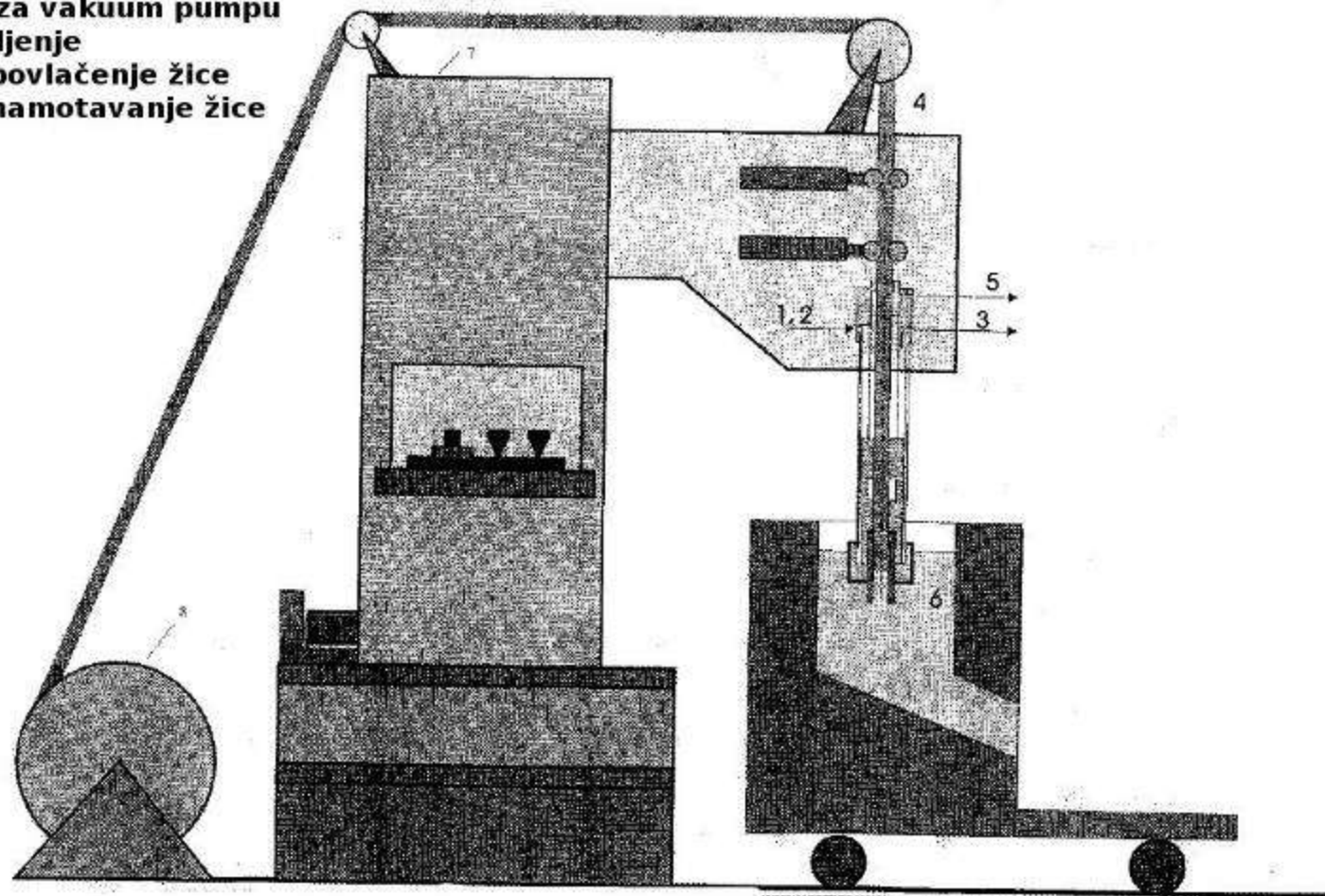
Specijalni Cu-Zn-Sn-Si-Mn lem za tvrdo lemljenje se može proizvoditi i isporučivati tržištu u različitim oblicima: šipke, žice, trake ili paste. U poluindustrijskoj laboratoriji IRM-a Bor, projektom 34005, ovakav specijalni lem proizveden je u obliku žice i šipki.

Opis tehnološkog postupka dobijanja specijalnog Cu-Zn-Sn-Si-Mn lema u obliku žice

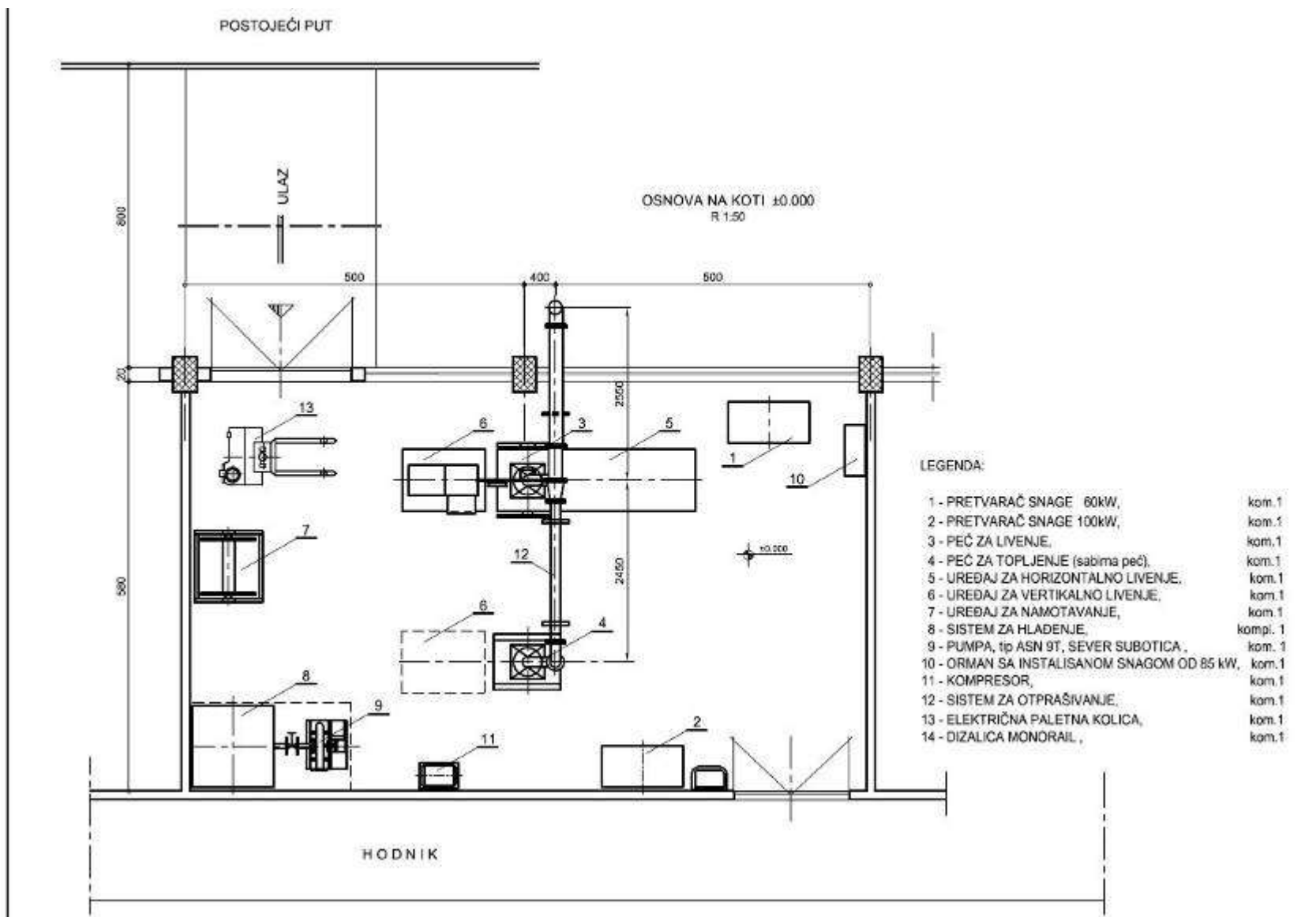
Tehnološki postupak proizvodnje livene žice kristalizacijom iznad rastopa je kontinualan i sastoji se iz više faza: priprema šarže, topljenje čistog bakra, legiranje, livenje i namotavanje. Na ovaj način dobija se predprofil za dalju plastičnu preradu do željenog prečnika. Izgled postrojenja za topljenje i livenje polazne žice (predprofila) za dalju plastičnu preradu prikazan je na slici 2, dok je dispoziciona šema opreme u Poluindustrijskoj laboratoriji data na slici 3.

Priprema šarže obuhvata pripremu odgovarajućih (prema proračunu) tehnički čistih metala, prethodno očišćenih od vlage i prljavštine. Ulaganje u peć vrši se prema sledećem rasporedu: najpre se šaržira beskiseonični OFHC bakar u određenim porcijama, a kao zaštita tj. pokrivno sredstvo koristi se drveni ugalj (ćumur). Ovo pokrivno sredstvo koristi se sve dok se ne izvrši legiranje rastopa sa Sn, Si i Mn. Pre početka legiranja rastopa cinkom, skida se ćumur i na površinu rastopa stavlja prosušeni vermikulit (vulkanski pepeo) u cilju zaštite od isparavanja cinka. Ova zaštitna pokrivka ostaje na površini rastopa sve do kraja livenja.

1. kristalizator
2. ulaz vode za hlađenje
3. izlaz vode za hlađenje
4. konzola
5. priključak za vakuum pumpu
6. peć za topljenje
7. uređaj za povlačenje žice
8. uređaj za namotavanje žice



Slika 2. Izgled postrojenja za topljenje i livenje žice u Poluindustrijskoj laboratoriji IRM-a Bor



Slika 3. Dispozicija opreme u Poluindustrijskoj laboratoriji IRM-a Bor

Livenje se odvija pomoću uređaja za livenje i to kristalizacijom iznad rastopa. Sam proces odvija se tako što se hladnjak sa kristalizatorom, u kome se nalazi inicijator kristalizacije, zaroni u rastop. Metalostatički pritisak rastopa potiskuje rastopljeni metal u grafitnu kokilu gde očvršćava usled odvođenja toplote preko primarnog dela kristalizatora koji se hladi vodom. Tako očvrsla žica uz pomoć uređaja za povlačenje napušta grafitnu kokilu. U cilju sprečavanja oksidacije površine žice, zbog visoke temperature, koristi se vakuum. Ovo se obezbeđuje hlađenjem u sekundarnom delu kristalizatora.

Povlačenje izlivenne žice vrši se po sistemu kretanje - pauza. Stabilnost procesa obezbeđuje se usaglašavanjem povlačenja žice sa odvođenjem toplote sa njene bočne površine. Tako dobijena žica napušta hladnjak i preko rolne ide na uređaj za namotavanje.

U toku livenja temperatura rastopa se kontroliše i održava na oko 100°C iznad tačke topljenja legure, što je analogno temperaturnom intervalu 980÷1000°C.

Postupak **plastične prerade** se sastoji iz nekoliko operacija:

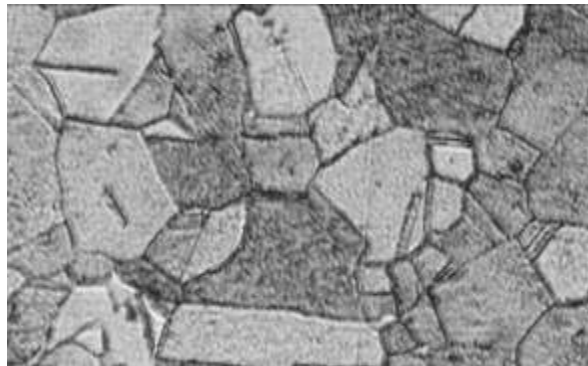
- Izvlačenje na jednostepenom troleju
- Međufazno žarenje
- Ispravljanje i sečenje na prave dužine ili namotavanje na koturove

Dimenzija polazne žice je Ø8 mm, ali može biti i manja u zavisnosti od dimenzija kokile. Za izvlačenje žice na troleju koriste se matrice od tvrdog metala, a kao podmazno sredstvo koriste se životinjska mast za grublje dimenzije i emulzija kod finijih dimenzija. Završne dimenzije na koje se izvlače legure za tvrdo lemljenje su od Ø1,5 mm do Ø 3,0 mm. Redosled izvlačenja je uslovljen vrstom legure i stepenom deformacije između dva provlaka, kao i ukupnim stepenom deformacije između žarenja.

Za navedenu leguru Cu-Zn-Sn-Si-Mn preporučuje se stepen deformacije 18÷40% pri jednom provlaku, odnosno ukupni stepen deformacije između žarenja u intervalu 60÷80%.

Termička obrada se sastoji iz operacija međufaznog žarenja i završnog žarenja. Međufazno žarenje ima za cilj uklanjanje napona u materijalu, nastalih kao posledica plastične deformacije na hladno. Završno žarenje se vrši u smislu postizanja odgovarajućeg stanja materijala. Kod lemnih materijala za tvrdo lemljenje, potrebno je postići takve mehaničke osobine koje će omogućiti optimalno ponašanje materijala u obliku šipki ili žice u toku eksploatacije. Niskotemperaturnim žarenjem finalnih proizvoda uklanjaju se zaostali naponi u materijalu, nastali nakon hladne plastične deformacije.

Izgled strukture legure Cu-Zn-Sn-Si-Mn nakon plastične i termičke obrade prikazan je na slici 4.



Slika 4. Struktura CuZnSnSiMn uzorka nakon žarenja i plastične deformacije (uvećanje 400x)

Temperatura međufaznog žarenja iznosi 600÷650°C. Žarenje se odvija u zaštitnoj atmosferi ili na vazduhu, nakon čega se obavezno vrši ispiranje oksidisane površine 12% rastvorom H₂SO₄ tzv. bajcovanje.

Dobijeni Cu-Zn-Sn-Si-Mn lem u obliku žice (slika 5) pakuje se prema utvrđenom standardu. Žica se može seći na prave dužine, ili se može namotati na koturove, što se definiše zahtevom kupca.

Potrebno je napomenuti i naravno neophodnu **kontrolu kvaliteta** navedenog proizvoda koja u ovom slučaju obuhvata kontrolu oblika i dimenzija, kao i kontrolu hemijskog sastava.

5. Zaključak

Tehničko rešenje: specijalni lem CuZnSnSiMn za tvrdo lemljenje čeličnih delova nastalo je kao rezultat rada na projektu Ministarstva prosvete i nauke TR 34005, pod nazivom "*Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju*".

Novi materijal – specijalni CuZnSnSiMn lem originalnog hemijskog sastava osvojen je na osnovu postavljene tehnologije na postojećoj opremi u poluindustrijskoj laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor. Kao takav on predstavlja proširenje asortimana ekoloških multifunkcionalnih materijala, koji se mogu plasirati kako na domaće, tako i na inostrano tržište. Sa ekološkog aspekta obezbeđeni su svi preduslovi obzirom da postoji adekvatan sistem za prihvatanje ZnO koji nastaje u toku izrade legure i livenja žice metodom kristalizacije iznad rastopa.

Neposredni korisnik proizvedenog materijala je firma "Martenzit" iz Bora.



Slika 5. Dobijeni CuZnSnSiMn lem u obliku žice

**NAUČNOM VEĆU
INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

PREDMET: Recenzija tehničkog rešenja „SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA“
Autora:
Radiša Todorović, dipl. inž., stručni savetnik
Dr Ana Kostov, dipl. inž., naučni savetnik
Dr Aleksandra Milosavljević, dipl. inž., naučni saradnik
Ljubinka Todorović, dipl.hem., stručni savetnik

MIŠLJENJE RECENZENTA

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju br. VI/5.8 od 31.01.2012. određena sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom: „SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA“, u oblasti materijali i hemijske tehnologije.

Navedeno tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta br. 34005 iz oblasti tehnološkog razvoja pod nazivom: „Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju“, čiji je rukovodilac dr Ana Kostov, naučni savetnik Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, a koji se finansira od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u periodu 2011-2014 godina.

U skladu sa napred navedenim, kao i na osnovu priložene dokumentacije iznosim sledeće mišljenje.

Tehničko rešenje predstavljeno je na 9 strana kucanog teksta sa datim karakteristikama i opisom, izloženim i prikazanim kroz 5 slika i 2 tabele. Tehničko rešenje je prikazano u skladu sa zahtevima koje je definisao „Pravilnik o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata“, Prilog 2, („Službeni glasnik RS“ 38/2008).

Predloženo tehničko rešenje razmatrano je sa nekoliko najvažnijih aspekata koji ukazuju na njegovu originalnost, tehničko-tehnološku aktuelnost u odnosu na stanje u oblasti razvoja i primene lemnih legura u svetu i kod nas, zatim u odnosu na značaj ostvarenog tehničkog rešenja sa gledišta primene i njihovog uticaja na životnu sredinu. Ocena ekonomske opravdanosti primene predloženog tehničkog rešenja data je pre svega u odnosu na pomenute aspekte.

Realizovana lemna ekološka bezoškovna legura za tvrdo lemljenje u okviru realizacije predmetnog Projekta obrazložena je 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 na tačku topljenja odnosno fazne transformacije u širem temperaturnom intervalu od maksimalne temperature primene, kao i izabrani režim termičke obrade u cilju postizanja traženih i zadovoljavajućih karakteristika legure za tvrdo lemljenje.

Originalnost predloženog tehničkog rešenja lemne legure u poredenju sa postojećim ekološkim lemnim legurama ogleda se u originalom hemijskom sastavu i modifikovanom tehnološkom postupku izrade, optimizovanom prema sopstvenim prethodnim istraživanjima

ekoloških legura, koja su podrazumevala uvećan obim laboratorijskih eksperimenata i sveobuhvatnu karakterizaciju istraženih legura.

Prezentirana eksperimentalna ispitivanja istraživane ekološke legure za dobijanje tvrdog lema ukazuju da se u toku livenja temperatura rastopa mora kontrolisati i održavati na 100°C iznad tačke topljenja legure, što odgovara temperaturnom intervalu 980-1000°C. Takođe, u cilju dobijanja završnih dimenzija legure za tvrdo lemljenje od polazne Ø8 mm do Ø3-Ø1,5 mm preporučeni stepen deformacije je 18-40% pri jednom provlaku, odnosno ukupni stepen deformacije između žarenja u intervalu 60-80%. Navedeni režim termomehaničke obrade imao je za cilj dobijanje optimalnog ponašanja materijala u obliku šipki ili žice u toku eksploatacije.

Prikazano tehničko rešenje, od značaja je u proširenju asortimana ekoloških bezolovnih lemova, koji mogu biti konkurentni ne samo na domaćem, već i na svetskom tržištu. Jedan od korisnika je i firma „Martenzit“ iz Bora.

Stoga, na osnovu napred izloženog, preporučujem da se navedeno tehničko rešenje pod nazivom „SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA“ prihvati i svrsta u kategoriju M82, nov lemnii materijal.

U Boru, 28. mart 2012. godine

Recenzent

Prof. dr. Dragana Živković, red. prof.
Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
NAUČNOM VEĆU

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja

SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA

Autora:

Radiša Todorović, dipl.inž., stručni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Dr Ana Kostov, dipl.inž., naučni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Dr Aleksandra Milosavljević, dipl.inž., naučni saradnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Ljubinka Todorović, dipl.hem., stručni savetnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

MIŠLJENJE RECENZENTA:

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor br. VI/5.8. od 31.01.2012. godine, određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom „**SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA**“ u oblasti Materijali i hemijske tehnologije. Navedeno tehničko rešenje predstavlja rezultat rada na projektu br. TR34005 pod nazivom RAZVOJ NAPREDNIH MATERIJALA I TEHNOLOGIJA ZA MULTIFUNKCIONALNU PRIMENU ZASNOVANIH NA EKOLOŠKOM ZNANJU, finansiranom od strane Ministarstva prosvete i nauke za period 2011.-2014. godina.

U skladu sa napred navedenim, kao i na osnovu priložene dokumentacije iznosim svoje mišljenje.

Tehničko rešenje predstavljeno je na 9 strana i obuhvata 2 tabele i 5 slika. Tehničko rešenje je uređeno u skladu sa zahtevima definisanim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Službeni glasnik RS 38/2008.

Tehničko rešenje predstavljeno je kroz sledeće celine:

Uvod kojim se predstavlja dugogodišnja upotreba legura na bazi bakra kako u našoj zemlji, tako i u svetu. Poslednjih godina velika pažnja poklanja se razvoju ovih legura sa posebnim osvrtom na ekološki uticaj, kao i na multifunkcionalnost. Obzirom na tematiku projekta, kao i svrsishodnost lemnih legura na bazi bakra, autori ističu razvoj specijalnih mesinganih leмова u okviru rada na projektu Ministarstva.

Problem koji se rešava tehničkim rešenjem u kome se navodi suština postupka lemljenja, sa posebnom naznakom na osobine tvrdih leмова na bazi bakra i cinka, kao i odgovarajuće

legirajuće elemente. Naglašena je upotreba mesinganih specijalnih lemova kod lemljenja čeličnih delova kod kojih je potreban visok kvalitet samog spoja.

Problematika i stanje u oblasti razvoja specijalnih mesinganih lemova za tvrdo lemljenje u svetu i kod nas u kojem se navodi proizvodnja i upotreba tvrdih lemova na bazi bakra, sa naglaskom na standarde u Evropskoj uniji. S tim u vezi analizirana je ekonomska isplativost proizvodnje specijalnih tvrdih lemova u poluindustrijskoj laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Detaljan opis tehničkog rešenja kojim su prezentovani rezultati nastali na osvajanju materijala – specijalnog lema CuZnSnSiMn za tvrdo lemljenje čeličnih delova. Naveden je opsežan opis kontinualnog tehnološkog postupka proizvodnje livene žice kristalizacijom iznad rastopa, kao i opis plastične prerade i termičke obrade, uz nezaobilaznu kontrolu kvaliteta predmetnog proizvoda. Na prikazanim slikama predstavljen je izgled postrojenja za topljenje i livenje polazne žice (predprofila) za dalju plastičnu preradu, kao i dispozicija opreme u postojećoj poluindustrijskoj laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru.

Zaključak u kome je sažeta originalnost tehničkog rešenja i ostvarena primena istog od strane korisnika.

ZAKLJUČAK

Dokumentacija tehničkog rešenja SPECIJALNI LEM CuZnSnSiMn ZA TVRDO LEMLJENJE ČELIČNIH DELOVA pripremljena je u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Službeni glasnik RS 38/2008, prilog 2, i pruža sve relevantne informacije o oblasti primene tehničkog rešenja, problematiku koja se njime rešava, stanje rešenosti te problematike u svetu i kod nas, detaljan opis i karakteristike originalnog materijala, prvog te vrste u našoj zemlji.

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

Marta 2012. godine

Fakultet tehničkih nauka
Kosovska Mitrovica

Recenzent

Prof. dr Duško Minić



DOO „MARTENZIT“ BOR

DANILA KISA 10/24 TEL/FAX 030/ 2496-288 tel. 063-8053558

PIB:107021080 E-MAL: martenzit92@nadlanu.com

MATICNI BR. 20725907 TEK. RACUN: 115-28118-03

Predmet: Dokaz o prihvaćenom i primenjenom tehničkom rešenju pod nazivom „Specijalni lem CuZnSnSiMn za tvrdo lemljenje čeličnih delova“

U okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, br. 34005 pod nazivom „Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju“, rukovodilac projekta dr Ana Kostov, period 2011-2014, tokom druge godine istraživanja, razvijen je nov materijal, do koncepcije tehničkog rešenja pod nazivom:

„Specijalni lem CuZnSnSiMn za tvrdo lemljenje čeličnih delova“

Autora:

Radiša Todorović
dr Ana Kostov
dr Aleksandra Milosavljević
Ljubinka Todorović

Tehničko rešenje – novi materijal na bazi bakra sa dodatkom cinka, kalaja, silicijuma i mangana predstavlja tvrdi lem koji se koristi za lemljenje čeličnih delova i od značaja je u proširenju asortimana materijala i proizvoda, koji mogu biti konkurentni ne samo na domaćem, već i na svetskom tržištu, obzirom da je firma „Martenzit“ participant učesnik na projektu br. 34005 i korisnik rezultata.

Navedeni materijal je **prihvaćen** za korišćenje u okviru sopstvene mikroprodukcije i ovim **potvrđujem** da se navedeni materijal koristi i ugrađuje u pojedine delove naših alata i pribora.

Decembra, 2012.



DOO „Martenzit“

Djordjevic Miroslav dipl.indz.metalurg.



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

НАУЧНО ВЕЋЕ

Број: VIII/6.1.

Од 17.05.2012. 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 VIII-ој седници одржаној дана 17.05.2012. године донело:

ОДЛУКУ

о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Специјални лем $CuZnSnSiMn$ за тврдо лемљење челичних делова“, аутора: Радшае Тодоровића, др Ане Костов, др Александре Милосављевић, Љубишке Тодоровић, и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.
Научни саветник