



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



НАЗИВ ЗАПИСА	РЕДНИ БРОЈ :	Ознака:
Захтев за валидацијом и верификацијом техничког решења .	МАТ.ДОК.:	015.TP1/2015

Датум: 12.01.2015.

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 валидацијом и верификацијом техничког решења под називом

Нова производна линија за производњу електрода за наваривање чија је пластична прерада отежана

Аутора:

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

Техничко решење (М82 – нова производна линија) је резултат реализације пројекта према Министарству просвете, науке и технолошког развоја за период 2011-2015, бр. ТР 34005, под називом: „Развој напредних материјала и технологија за мултифункционалну примену заснованих на еколошком знању“, у области материјала и хемијских технологија.

За **рецензенте** предлагемо:

1. Др Мирослав Сокић, виши научни сарадник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд
2. Др Александар Грујић, виши научни сарадник, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитета у Београду

Сагласан руководиоца пројекта ТР 34005.

А.Костов
Др Ана Костов, научни саветник, ИРМ Бор

Подносилац захтева:

Радиша Тодоровић
Радиша Тодоровић



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)**

**NOVA PROIZVODNA LINIJA
ZA PROIZVODNJU ELEKTRODA ZA NAVARIVANJE
ČIJA JE PLASTIČNA PRERADA OTEŽANA**

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

Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana

3. Ključne reči

Aluminijumske bronzе, Cu-Al-Ni-Fe-Mn legure, elektrode, proizvodna linija, livenje, kristalizator

4. Tehničko rešenje proizašlo kao rezultat projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

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

2015. godina

7. Godina kada se tehničko rešenje primenjuje

2015. godina

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

Materijali i hemijske tehnologije

1. Uvod

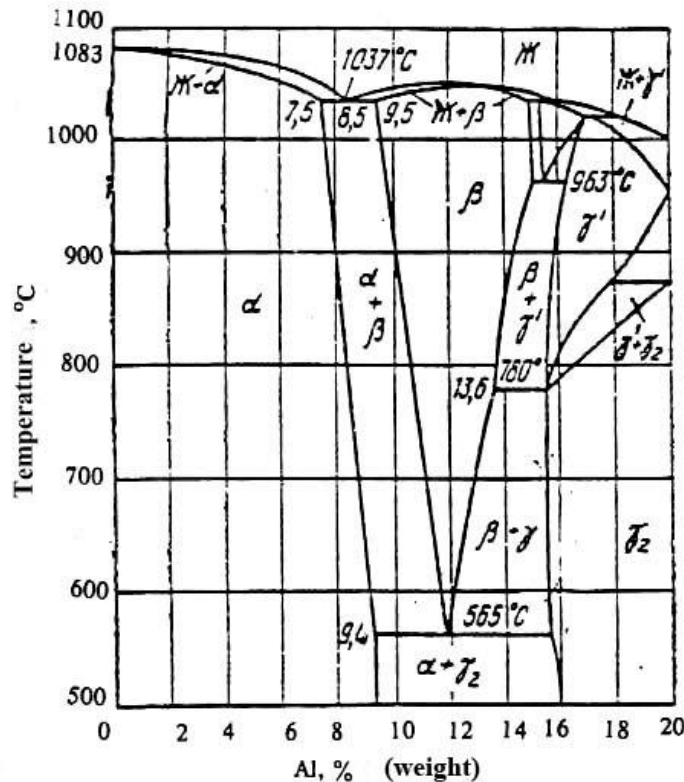
Postoji niz materijala čija je proizvodnja uslovljena problemima u oblasti plastične prerade u toplom i hladnom stanju. Neke materijale nakon livenja ili tople plastične prerade nije moguće prerađivati. U ovu grupu materijala spadaju i aluminijumske bronzе koje se koriste kao materijali za zavarivanje, a koje mogu biti dvokomponentne i višekomponentne.

Višekomponentne legure bakra sa aluminijumom (tzv. aluminijumske bronzе) koriste se za izradu elektroda za navarivanje. Pri proizvodnji ovih elektroda klasičnim metodama, javljaju se problemi pri plastičnoj preradi navedene legure, pa je shodno tome primenjena tehnologija kontinualnog livenja postupkom kristalizacije iznad rastopa. Primenom ovakve tehnologije naknadna plastična prerada nije potrebna, jer bi se tako izlivenе elektrode mogle pakovati i plasirati na tržište.

U cilju primene aktuelne tehnologije za proizvodnju elektroda za navarivanje i to postupkom kojim nije potrebna dalja plastična prerada, razvijena je nova proizvodna linija u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za period 2011-2015. pod brojem TR 34005.

2. Problem koji se rešava tehničkim rešenjem

Materijali na bazi bakra uvek su aktuelni i nalaze široku primenu na svetskoj sceni. Jedna od grupa takvih materijala obuhvata legure bakra sa aluminijumom kao legirnim elementom, a sa dodacima drugih elemenata u cilju postizanja odgovarajućih i željenih osobina. Dvojna aluminijumska bronza nakon očvršćavanja može imati jednofaznu ili dvofaznu strukturu u zavisnosti od sadržaja aluminijuma. Ove faze prikazane su na slici 1 koja predstavlja dijagram stanja za legure sa <20% aluminijuma.



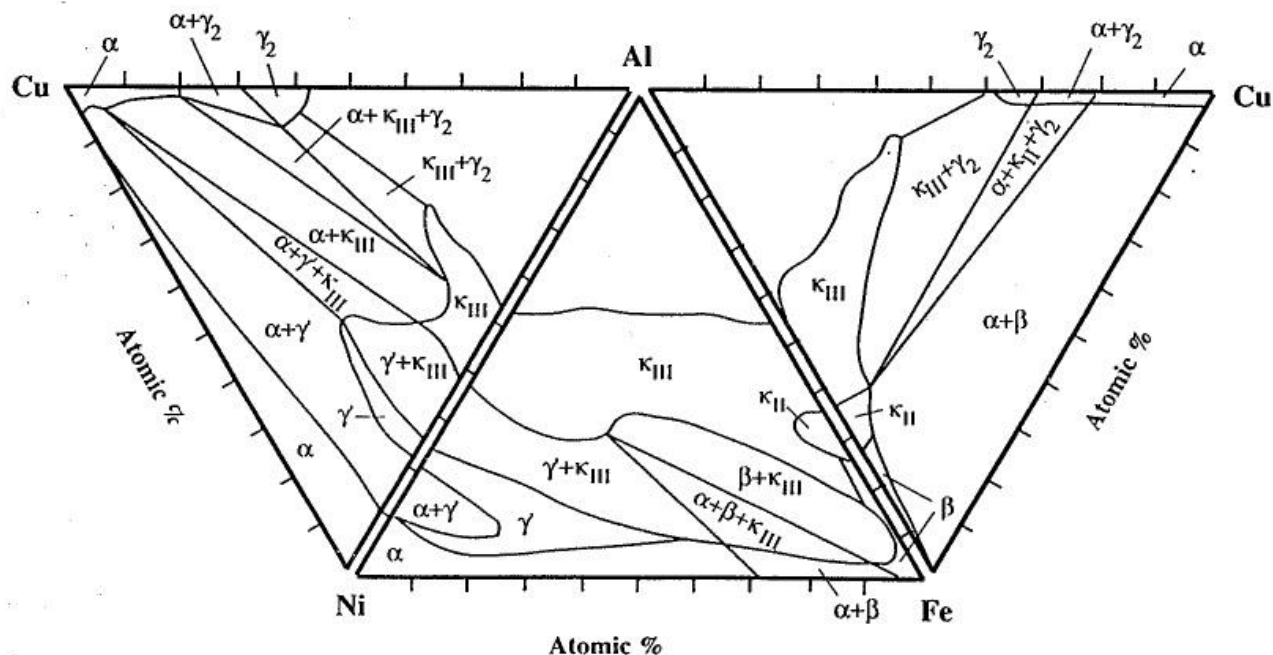
Slika 1. Fazni dijagram sistema Cu-Al pri sadržaju Al <20%

Obzirom na to da dodaci nikla, železa i mangana utiču na fazne preobražaje, postojanost pojedinih faza u širim i užim koncentracijskim područjima i temperaturnim intervalima, pa tako i na strukturu i mehaničke osobine aluminijumskih bronzi, potrebno je naglasiti pojedinačan uticaj svakog od navedenih elemenata.

Nikl je najvažniji legirajući element legura bakra sa aluminijumom. On izrazito smanjuje rastvorljivost aluminijuma u bakru pri niskim temperaturama, čime se stvaraju povoljni uslovi za poboljšanje osobina putem termičke obrade, što se posebno odražava na granicu razvlačenja. Nikl poboljšava mehaničke, fizičke i eksploatacione osobine.

Železo. Rastvorljivost železa u legurama bakra sa aluminijumom veća je od rastvorljivosti u tehnički čistom bakru, ali pri sadržaju većem od 4%, u strukturi se javljaju kristali železa. Pri istovremenom prisustvu nikla i mangana, ova faza izlučuje se pri nižem sadržaju železa. Železo povećava pokazatelje čvrstoće, što je s druge strane praćeno pogoršanjem pokazatelja plastičnosti. Železo u legurama bakra sa aluminijumom usporava difuzione procese, usitnjava strukturu u procesu kristalizacije i rekristalizacije, zadržavajući proces rekristalizacije, čime sprečava pojavu samootpuštanja pri livenju i obrazovanje krupno kristalne γ faze. Efekat samootpuštanja negativno utiče na osobine krupnih odlivaka, pa je prisustvo železa koje sprečava ovu pojavu od presudnog značaja.

Mangan povoljno utiče na čvrstoću, korozione i tehnološke osobine legura bakra sa aluminijumom. Pod uticajem mangana ne samo da se povećavaju pokazatelji čvrstoće, već se povećava plastičnost, sposobnost za preradu u hladnom stanju, pokazatelji žilavosti, itd.



Slika 2. Izotermalni preseki sistema Cu-Al-Ni; Al-Ni-Fe i Cu-Al-Fe

Iz napred navedenih činjenica proističe da su legure tipa Cu-Al-Ni-Fe-Mn (slika 2), veoma perspektivne i da se različitim kombinacijama sastava i uslova u kojima se sprovodi proces formiranja odlivaka i termičke obrade mogu postići veoma dobre konstrukcione osobine. Pri tome treba takođe obratiti pažnju na sadržaj primesa (Sb, Sn, As, Bi, P, S i Zn) u leguri koje su veoma štetne jer pogoršavaju mehaničke osobine. Tako npr. kalaj izaziva krtost i poroznost odlivaka, dok antimon i arsen snižavaju korozionu postojanost.

Međutim, fizičko-mehaničke, tehnološke i eksploatacione osobine aluminijumskih bronzi ne zavise samo od hemijskog sastava, već i od strukture i uslova pri kojima se odvija proces kristalizacije i druge fazne promene. Iz tih razloga posebno treba obratiti pažnju na izbor tehnologije izrade legure, kao i na njenu finalnu obradu.

Višekomponentne aluminijumske bronze koriste se u proizvodnji elektroda za navarivanje. Kako spadaju u materijale čija je plastična prerada otežana, to je potrebno razmotriti kojim postupkom će se ovaj problem, izbeći. Zamenom konvencionalnog postupka tehnologijom kontinualnog livenja žica i profila malih poprečnih preseka, moguće je eliminisati problem plastične prerade. Postupkom proizvodnje profila direktno iz rastopa, kontrolisanjem svih neophodnih parametara procesa koji utiču na stabilnost livenja, moguće je proizvesti predmetne elektrode u livenom stanju.

3. Problematika i stanje u oblasti razvoja proizvodnje elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana, u svetu i kod nas

Legure na bazi bakra sa aluminijumom imaju široku primenu, kako u svetu, tako i u našoj zemlji. Njihova svrsishodnost ogleda se u samim njihovim osobinama, a to su pre svega konstrukcione osobine. Takođe, odlikuju se i dobrom korozionom postojanošću. Legiranjem bakra sa aluminijumom, kao i drugim elementima sa manjim sadržajem Ni, Fe, Mn, postižu se veoma dobre tehnološke osobine, pa se na taj način ova vrsta legura po svojim svojstvima i mogućnostima primene približava čelicima.

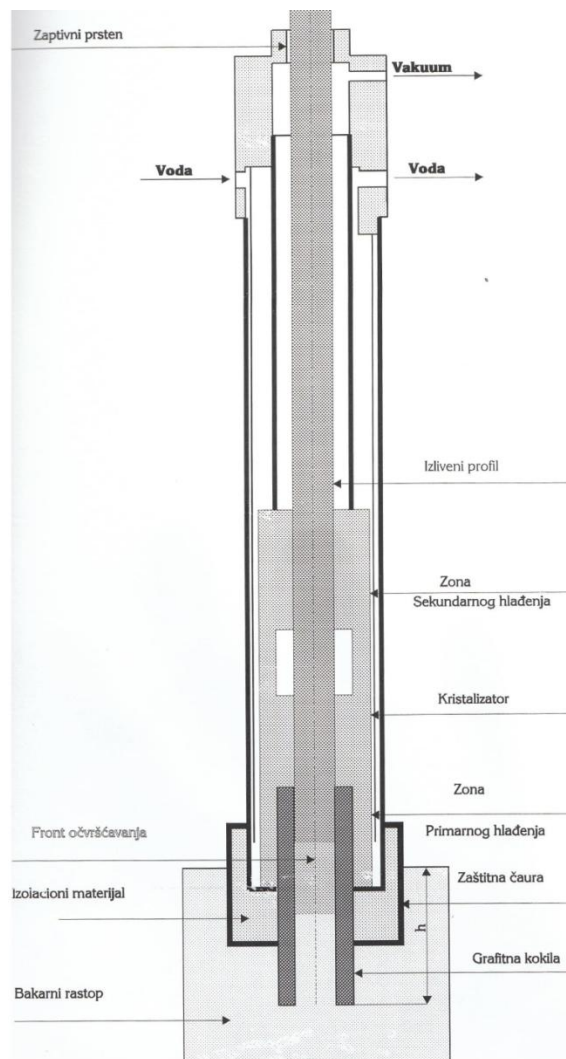
Međutim, u procesu proizvodnje elektroda za navarivanje od legure Cu-Al-Fe-Ni-Mn javljaju se poteškoće pri plastičnoj preradi iste. Naime, ova grupa materijala spada u materijale čija je plastična prerada otežana, pa je iz tih razloga potrebno promeniti konvencionalan način dobijanja elektroda, a koji isključuje plastičnu preradu.

Shodno tome, projektom TR 34005, u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor je pokrenuta nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje i to postupkom kristalizacije iznad rastopa. Na taj način, osim rešavanja problema plastične prerade, ovakva tehnologija omogućila bi i ekonomičniju proizvodnju elektroda za navarivanje u odnosu na klasične tehnologije toplog presovanja, kovanja, valjanja i izvlačenja.

4. Detaljan opis tehničkog rešenja

Predmet ovog tehničkog rešenja jeste nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje, pri čemu je primenjena tehnologija kontinualnog livenja kristalizacijom iznad rastopa. Princip kontinualnog livenja prikazan je šematski na slici 3.

Hladnjak za livenje profila zaronjen je u rastop metala do dubine h (slika 3). Zaštitna čaura od vatrostalnog materijala koji ne reaguje sa rastopljenim bakrom i sloj toplotnog izolacionog materijala štite hladnjak od uticaja rastopa i visokih temperatura. Rastopljeni metal očvršćava u grafitnoj kokili u koju je potisnut. Preko primarnog dela kristalizatora koji se hladi vodom odvodi se toplota, što omogućava očvršćavanje rastopa. Očvršli profil napušta grafitnu kokilu pri visokoj temperaturi, pa se koristi vakuum kako bi se sprečila oksidacija površine tako izlivenog profila. Kako bi se sprečila oksidacija profila nakon izlaska iz hladnjaka, temperatura na njegovoj površini mora biti ispod 60°C , što se postiže hlađenjem profila u sekundarnom delu kristalizatora. Povlačenje odlivka vrši se po režimu kretanje-pauza.



Slika 3. Šematski prikaz principa kontinualnog livenja direktno iz rastopa

Postrojenje za kontinualnu proizvodnju profila direktno iz rastopa sastoji se od peći za topljenje i uređaja za livenje (slika 4). Kao peć za topljenje koristi se srednje frekventna indukciona peć. Uređaj za livenje sastoji se od noseće ploče koja se pomoću hidrauličnog sistema može kretati na gore ili na dole, vakuum generatora i komandne table koja omogućava upravljanje uređajem sa jednog mesta. Na nosećoj ploči nalaze se hladnjak za livenje i sistem za povlačenje odlivka. Sistem za povlačenje odlivka sastoji se od hidromotora sa sistemom za prenos snage i dva para kalibriranih valjaka. Gonjeni valjci se mogu udaljavati ili približavati pogonskim valjcima. Približavanjem se odlivak pritiska na pogonske valjke čime se on povlači u određenom smeru, a udaljavanjem se sistem za povlačenje odlivka stavlja van pogona. Na taj način se ostvaruje režim kretanje-pauza.

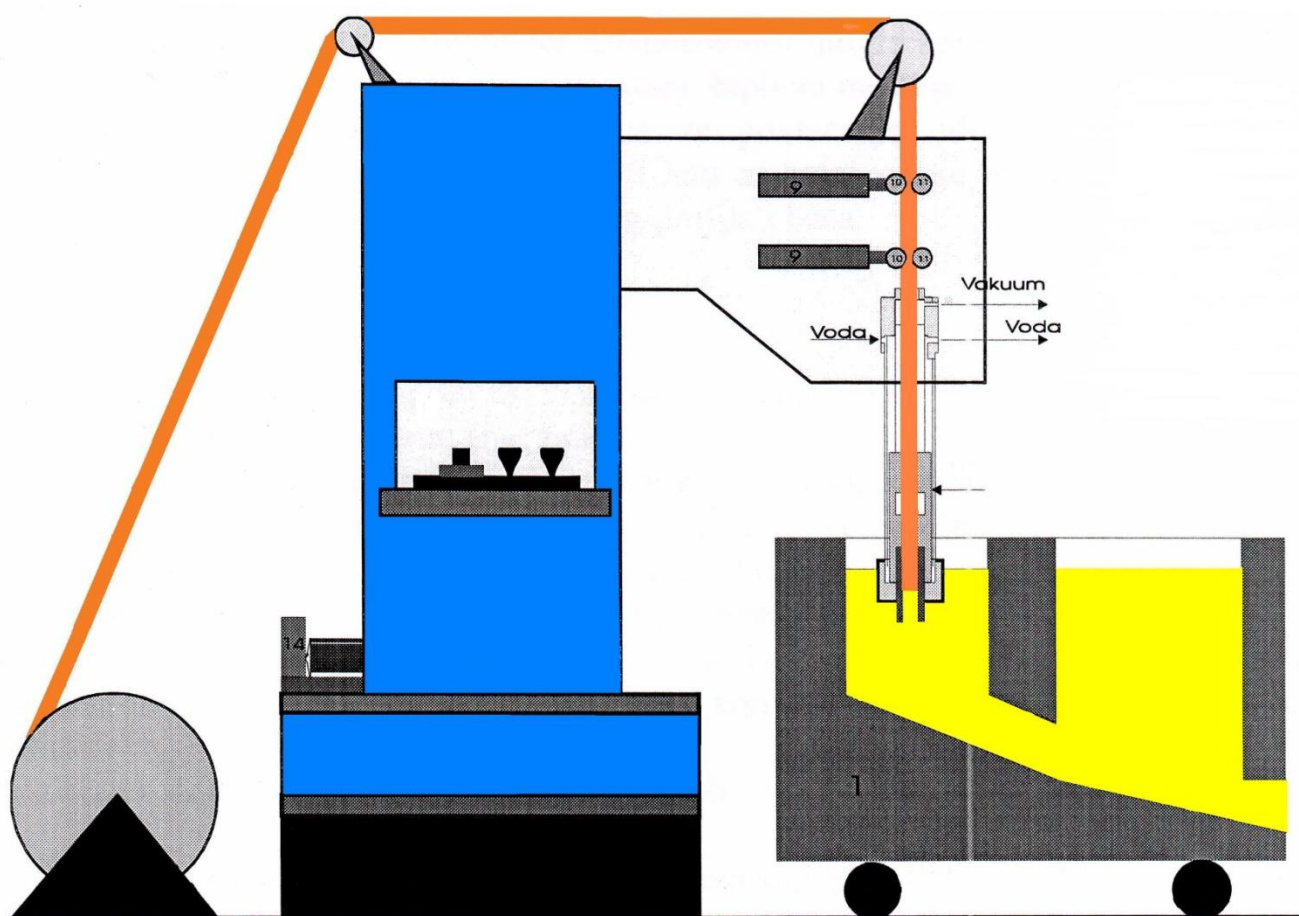
Spuštanjem noseće ploče omogućava se uranjanje hladnjaka sa kokilom u rastop metala, a time i proces livenja, dok se podizanjem noseće ploče vrši izvlačenje kokile iz rastopa i prekida livenje.

Sam proces proizvodnje zavisi od termodinamičkih parametara od kojih direktno zavisi režim livenja. Njih je nemoguće odrediti računskim putem iz jedne jednačine, već je potrebno sagledati njihovu međuzavisnost i uprostiti diferencijalne jednačine prenosa toplote.

Karakter očvršćavanja i kvalitet odlivka zavise od uslova odvođenja toplote iz kristalizatora koji predstavlja najvažniji konstrukcioni element cele linije. Toplotna razmena u kristalizatoru odvija se u primarnoj i sekundarnoj zoni. U zoni primarnog hlađenja usled odvođenja toplote od pregrejanog rastopa, nastaje očvršćavanje rastopljenog metala. Očvršli deo odlivka hladi se jednim delom još uvek u primarnoj, a drugim delom u sekundarnoj zoni kristalizatora. Za stabilnost i kvalitet odlivka važnija je toplotna razmena u primarnom delu kristalizatora.

Za razliku od termodinamike procesa suština kinematike se ogleda u adekvatnom kretanju koje stvara neophodne uslove za kristalizaciju, određenim pothlađenjem i odvođenjem potrebne količine toplote. Kinematika kretanja odlivka je veoma složena i potrebno je naglasiti da se do potrebnih podataka došlo na osnovu sopstvenih ispitivanja:

- Kretanje odlivka mora biti po režimu kretanje-pauza
- Brzina livenja zavisi od posmaka i frekvence pokretanja
- Frekvencija kretanja pri livenju aluminijumske bronzje je 2,5 Hz
- Najpovoljniji posmak u ovom slučaju je 3 mm



Slika 4. Tehnološka linija za kontinualnu proizvodnju žice i profila direktno iz rastopa

Rezultati eksperimenta

U toku eksperimenta izliveno su dve dimenzije CuAl9Fe4Ni4Mn2 elektroda i to Ø5 i Ø6 mm. Uzorci su podvrgnuti hemijskim, mehaničkim i metalografskim ispitivanjima u cilju utvrđivanja uticaja tehnoloških parametara na osobine materijala koje pre svega imaju praktični značaj.

Rezultati hemijskog ispitivanja uzoraka dimenzija Ø5 mm u zavisnosti od faze livenja prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav legure po fazama livenja

Opis uzorka	Al, %	Fe, %	Ni, %	Mn, %
Rastop na početku livenja	9,08	4,60	4,15	1,70
Žica Ø5 mm na početku livenja	8,97	5,13	4,15	1,82
Žica Ø5 mm na sredini livenja	8,95	5,23	4,18	1,80
Žica Ø5 mm na kraju livenja	8,91	5,13	4,10	1,78
Rastop na kraju livenja	8,83	4,30	4,05	1,70

Iz tabele 1 može se primetiti da je za količinu od 100 kg odgorevanje elemenata minimalno. Takođe, odgorevanje se može svesti na minimum još boljom zaštitom metala u toku procesa. Na osnovu hemijskih analiza prikazanih u tabeli 1 može se zaključiti da održavanje sastava legure ne predstavlja problem pri proizvodnji elektroda ovom tehnologijom.

U tabeli 2 prikazani su rezultati mehaničkih ispitivanja, dok je mikrostruktura prikazana na slici 5. Mehaničke osobine livene žice razlikuju se u zavisnosti od parametara livenja. Imajući u vidu da se elektrode pretapaju, dobijeni rezultati ukazuju na to da će i var imati zadovoljavajuće mehaničke osobine.

Tabela 2. Rezultati mehaničkog ispitivanja elektroda

Uzorak	R _m , MPa	R _{p0,2} , MPa	A ₂₀₀ , %
Ø5/1	548	/	2,82
Ø5/2	608	/	2,85
Ø5/3	585	350	2,80



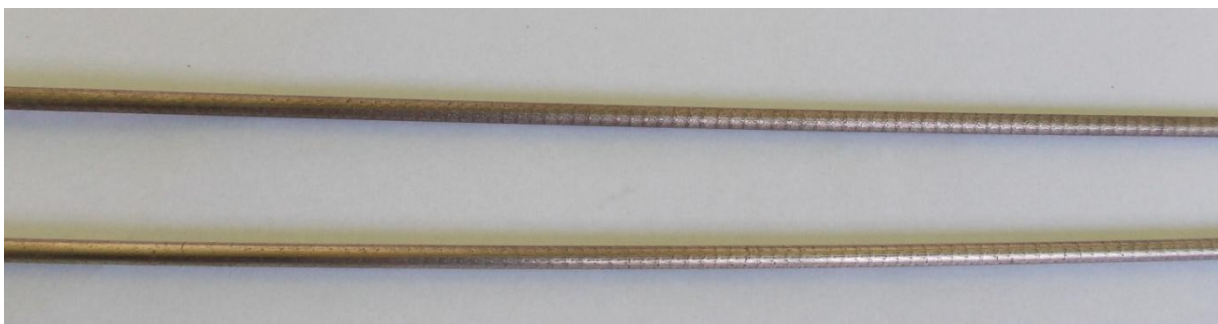
Slika 5. Mikrostruktura livene CuAl9Ni4Fe4Mn2 legure

5. Zaključak

Tehničko rešenje: Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana, nastalo je kao rezultat rada na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja br. TR 34005, pod nazivom "*Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju*".

Nova proizvodna linija je postavljena na osnovu tehnologije za kontinualno livenje žice i profila malih poprečnih preseka postupkom kristalizacije iznad rastopa, u poluindustrijskoj laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor. Kao takva ona predstavlja novo rešenje u postupku proizvodnje materijala kod kojih je plastična prerada otežana, konkretno u ovom slučaju, elektroda za navarivanje od aluminijumskih bronzi. Na taj način omogućena je ekonomičnija proizvodnja CuAl9Ni4Fe4Mn2 legure u vidu finalnog proizvoda (slika 6), tj. elektroda koje se mogu plasirati kako na domaće, tako i na inostrano tržište. Takođe, potrebno je napomenuti da se namena ove legure ogleda prevashodno u reparaciji elisa vanbrodskih motora i otklanjanju grešaka nastalih u toku livenja istih.

Neposredni korisnik proizvedenog materijala, a samim tim i ovog tehničkog rešenja je firma "Martenzit" iz Bora.



Slika 6. Elektrode za navarivanje od Cu-Al-Ni-Fe-Mn legure



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: XXV/5.1.
Од 14.01.2015. 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 XXV-ој седници одржаној дана 14.01.2015. године донело:

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

I

На захтев Радише Тодоровића, стручног саветника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „**Нова производна линија за производњу електрода за наваривање чија је пластична прерада отежана**“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. др Мирослав Сокић, виши научни сарадник, ИТНМС Београд
2. др Александар Грујић, виши научни сарадник, ИХТМ Београд.



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

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

**NAUČNOM VEĆU
Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor**

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja kategorije M82

Naziv tehničkog rešenja: Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana

Autori: Radiša Todorović, stručni savetnik, IRM Bor
Dr Ana Kostov, naučni savetnik, IRM Bor
Dr Aleksandra Milosavljević, naučni saradnik, IRM Bor
Ljubinka Todorović, stručni savetnik, IRM Bor

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, broj XXV/5.1 od 14.01.2015. godine, određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom „*Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana*“ koje predstavlja rezultat istraživanja autora u okviru projekata br. TR34005 čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Na osnovu analize priloženog materijala, Naučnom veću Instituta za rudarstvo i metalurgiju prilažem sledeće:

MIŠLJENJE

Tehničko rešenje pod nazivom „*Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana*“ je prikazano na 9 stranica A4 formata, i sadrži 6 slika i 2 tabele. Tehničko rešenje je obrađeno u skladu sa zahtevima definisanim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača („Službeni glasnik RS“ br. 38/2008).

Sadržaj tehnološkog rešenja obuhvata sledeće celine:

1. Naslovna strana, koja sadrži podatke o: autorima tehničkog rešenja, nazivu tehničkog rešenja, ključnim rečima, nazivu projekata iz kojeg je tehničko rešenje proizašlo kao rezultat finansiranja resernog ministarstva, korisniku tehničkog rešenja, godini kada je tehničko rešenje kompletirano i oblast i naučnoj disciplini na koju se tehničko rešenje odnosi
2. Uvod
3. Problem koji se rešava tehničkim rešenjem
4. Problematika i stanje u oblasti razvoja proizvodnje elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana, u svetu i kod nas
5. Detaljan opis tehničkog rešenja sa dobijenim rezultatima
6. Zaključak

U prvom delu tehničkog rešenja autori su obrazložili problematiku i stanje u oblasti plastične prerade u toplom i hladnom stanju materijala koje, nakon livenja ili tople plastične

prerade, nije moguće prerađivati. U ovu grupu materijala spadaju i aluminijumske bronzе koje se koriste kao materijali za zavarivanje, odnosno, kao materijali za izradu elektroda za navarivanje.

Pri proizvodnji ovih elektroda klasičnim metodama, javljaju se problemi pri plastičnoj preradi, pa je ovim tehničkim rešenjem problem rešen primenom sopstvene osvojene tehnologije kontinualnog livenja postupkom kristalizacije iznad rastopa. Primenom ovakve tehnologije naknadna plastična prerada nije potrebna i tako izlivenе elektrode mogu se kao gotov proizvod pakovati i plasirati na tržište.

U drugom delu tehničkog rešenja autori su detaljno opisali proizvodnu liniju za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana, sa detaljnim opisom pojedinih proizvodnih elemenata koje čine ovu novu tehnološku liniju. Sva istraživanja praćena su većim brojem eksperimenata, i dokumentovana različitim metodama ispitivanja, prevashodno ispitivanjima hemijskog sastava, fizičko-mehaničkih karakteristika i mikrostrukture dobijenih proizvoda.

Prikazani rezultat – nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje, od značaja je u proširenju proizvodnog asortimana iz oblasti obojene metalurgije i metalurgije bakra. Dobijeni gotov proizvod, može biti konkurentan ne samo na domaćem, već i na svetskom tržištu pošto ispunjava sve zahteve u postizanju odgovarajućih osobina koje poseduju elektrode za navarivanje.

Originalnost tehničkog rešenja se ogleda u originalnoj primeni razvijene i osvojene tehnologije, hemijskom sastavu i modifikovanom tehnološkom postupku izrade, optimizovanom prema sopstvenim prethodnim i sadašnjim istraživanjima, koja su podrazumevala uvećani obim laboratorijskih eksperimenata i sveobuhvatnu karakterizaciju dobijenih materijala.

Na osnovu analize priloženog tehničkog rešenja, podnosim sledeći

ZAKLJUČAK

Dokumentacija tehničkog rešenja „Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana“ pripremljena je u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača („Službeni glasnik RS“ br. 38/2008). Tehničko rešenje jasno i detaljno prezentira oblast i naučnu disciplinu, problem koji se se tehničkim rešenjem rešava, stanje rešenosti u svetu i kod nas, opis tehničkog rešenja, sa karakteristikama i mogućnostima primene.

Na osnovu izloženih argumenata predlažem da se tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju **M82 – Nova tehnološka linija**, pomenutog Pravilnika.

U Beogradu, februara 2015.


REČENIZENT
dr Miroslav Sokić, viši naučni saradnik

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
NAUČNOM VEĆU

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja

**NOVA PROIZVODNA LINIJA ZA PROIZVODNJU ELEKTRODA ZA NAVARIVANJE
ČIJA JE PLASTIČNA PRERADA OTEŽANA**

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. XXV/5.1 od 14.01.2015. godine, određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom **NOVA PROIZVODNA LINIJA ZA PROIZVODNJU ELEKTRODA ZA NAVARIVANJE ČIJA JE PLASTIČNA PRERADA OTEŽANA** u oblasti Materijali i hemijske tehnologije. Navedeno tehničko rešenje predstavlja rezultat rada na projektu br. TR 34005 pod nazivom **RAZVOJ NAPREDNIH MATERIJALA I TEHNOLOGIJA ZA MULTIFUNKCIONALNU PRIMENU ZASNOVANIH NA EKOLOŠKOM ZNANJU**, finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za period 2011.+2015. godina.

Na osnovu iznetih činjenica, kao i priložene dokumentacije iznosim svoje mišljenje.

Tehničko rešenje predstavljeno je na 9 strana i obuhvata 2 tabele i 6 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: 1. Uvod; 2. Problem koji se rešava tehničkim rešenjem; 3. Problematika i stanje u oblasti razvoja proizvodnje elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana, u svetu i kod nas; 4. Detaljan opis tehničkog rešenja i 5. Zaključak.

U Poglavljima 1. i 2. su opisani materijal tj. legura (i njena svojstva) koja je korišćena u izradi elektroda za navarivanje. U tom pogledu dat je svrsishodan pregled svih relevantnih činjenica o aluminijumskim bronzama, uticaju pratećih elemenata i načinu upotrebe. Na slikama su

predstavljani i fazni dijagrami koji dodatno pojašnjavaju koncentraciona područja navedenih legura u smislu raspodele faza.

U poglavlju 3. opisan je razlog za izradu nove proizvodne linije za proizvodnju elektroda, a to je dobijanje legura sa poboljšanim hemijskim i strukturnim svojstvima i boljom otpomošću na koroziju. U poglavlju 4. prikazan je detaljan opis tehničkog rešenja, uključujući i eksperimentalne rezultate. Opisana je tehnologija kontinualnog livenja iznad rastopa, pri čemu je dat i šematski prikaz livenja, kao i parametri koji neposredno utiču na sam proces. Parametri vođenja procesa dobijeni su na osnovu iskustvenih podataka autora. Kako bi se proces kontrolisao, a i u cilju eventualnih poboljšanja i otklanjanja nedostataka, proces je praćen rezultatima hemijskog, mehaničkog i metalografskog ispitivanja dobijenih elektroda dimenzija Ø5 i Ø6 mm.


Zaključak je baziran na objašnjenju originalnosti tehničkog rešenja, sa posebnim osvrtom na primenu dobijenih elektroda za navarivanje u reparaciji elisa za vanbrodske motore, što još jednom ukazuje na opravdanost izrade navedene proizvodne linije.

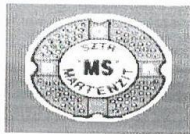
ZAKLJUČAK

Dokumentacija tehničkog rešenja NOVA PROIZVODNA LINIJA ZA PROIZVODNJU ELEKTRODA ZA NAVARIVANJE ČIJA JE PLASTIČNA PRERADA OTEŽANA 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. Prikazano tehničko rešenje je od značaja zbog ekonomičnije proizvodnje elektroda za navarivanje, koje mogu biti konkurentne ne samo na domaćem, već i na svetskom tržištu. Jedan od korisnika je i firma „Martenzit“ iz Bora.

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

U Beogradu, februara 2015. godine

Recenzent

dr Aleksandar Grujić, viši naučni saradnik
Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju
Univerzitet u Beogradu



DOO „MARTENZIT“ BOR
DANILA KISA 10/24 TEL/FAX 030/ 2496-288
PIB:107021080 E-MAL: doomartenzit@gmail.com
MATICNI BR. 20725907 TEK. RACUN: 205-197609-28

Predmet: Dokaz o prihvaćenom i primenjenom tehničkom rešenju pod nazivom „Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana“

U okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, br. TR34005 pod nazivom „Razvoj naprednih materijala i tehnologija za multifunkcionalnu primenu zasnovanih na ekološkom znanju“, rukovodilac projekta dr Ana Kostov, period 2011-2015, tokom istraživanja na projektu, do koncepta tehničkog rešenja je razvijena:

„Nova proizvodna linija za proizvodnju elektroda za navarivanje čija je plastična prerada otežana“

Autora:

Radiša Todorović, dipl.inž.
dr Ana Kostov, dipl.inž.
dr Aleksandra Milosavljević, dipl.inž.
Ljubinka Todorović, dipl.hem.

Navedeno tehničko rešenje omogućilo je proizvodnju materijala i proizvoda u okviru sopstvenog proizvodnog programu firme DOO „Martenzit“ Bor, koja je i participant-učesnik na navedenom projektu.

Navedeno tehničko rešenje je prihvaćeno za korišćenje u okviru sopstvene mikroproizvodnje i ovim potvrđujem da je neposredni korisnik proizvedenog materijala firma DOO „Martenzit“ Bor.

Bor 25.02.2015. godine



D.O.O.: „Martenzit“ Bor
Djordjević Miroslav



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: XXVI/2.
Од 19.03.2015. 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 XXVI-ој седници одржаној дана 19.03.2015. године донело:

ОДЛУКУ
о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Нова производна линија за производњу електрода за наваривање чија је пластична прерада отежана“, аутора: Радише Тодоровића, др Ане Костов, др Александре Милосављевић, Љубинке 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 Љубојевић, дип.инж.руд.

Научни саветник