

Naučnom veću  
Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor

**Predmet:** Recenzija tehničkog rešenja: “ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača”

**Autora:**

**Dr Biserka Trumić, dipl.inž. ( IRM Bor )**  
**Dr Saša Marjanović, dipl. inž. ( Tehnički fakultet Bor)**  
**Mr Silvana Dimitrijević, dipl. inž. ( IRM Bor )**  
**Mr Lidija Gomidželović, dipl. inž. ( IRM Bor)**  
**Aleksandra Ivanović, dipl.inž. ( IRM Bor)**

***Mišljenje recenzenta***

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom: “ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača”, koji predstavlja rezultat sa projekta tehnološkog razvoja MNTR ( 2011-2014) br. 34029: “ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača za smanjenje gubitaka platine u visoko temperaturnim procesima katalize”, čiji je rukovodilac dr Biserka Trumić, ujedno i jedan od autora tehničkog rešenja. U skladu sa iznetim iznosim svoje mišljenje na osnovu priložene tehničke dokumentacije.

Sadržaj prikazanog tehničkog rešenja u potpunosti odgovara Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata istraživača, a dela koji se odnosi na tehnička rešenja. Prikaz tehničkog rešenja sadrži:

1. Uvod, kroz koji je predstavljena osnovna problematika oksidacije amonijaka u procesu proizvodnje azotne kiseline i upotreba Pd katalizatora-hvatača
2. Problematika i stanje u oblasti razvoja Pd katalizatora-hvatača, gde je dat osvrt na ispitivanja primene različitih vrsta legura za izradu katalizatora
3. Suština, opis i karakteristike tehničkog rešenja gde je dat detaljan opis tehnološkog postupka proizvodnje Pd katalizatora hvatača sa posebnim osvrtom na:
  - Pripremu materijala
  - Topljenje
  - Livenje
  - Valjanje
  - Izvlačenje
  - Termičku obrada

Uz dokumentaciju autori su priložili overeno mišljenje korisnika rezultata, Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, potpisano od strane direktora Instituta i upravnika Sektora za specijalnu proizvodnju IRM.



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ**

**Број: IV/8.8.**

**Од 06.12.2011.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 IV-ој седници одржаној дана 06.12.2011. године донело:

**ОДЛУКУ**

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

**I**

На захтев др Бисерке Трумић, вишег научног сарадника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „**Освајање технологије производње Pd катализатора-хватача**“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. проф.др Драгослав Гусковић, редовни професор, Технички факултет Бор
2. др Душко Минић, ванредни професор, ФТН Косовска Митровица

**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

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





## ***Zaključak***

Uvidom u priloženu tehničku dokumentaciju, prezentirane rezultate tehnološkog postupka dobijanja Pd katalizatora hvarača, Pd katalizatori-hvatači predstavljaju prihvaćeno tehničko rešenje za smanjenje gubitaka platine u visoko temperaturnim procesima katalize.

Navedeno tehničko rešenje konkretno omogućuje smanjenje gubitaka platine u Azotari Pančevo, koja godinama, u svom procesu proizvodnje azotne kiseline koristi platinske katalizatore proizvedene u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor po novoj tehnologiji izrade. Konkretno za Azotaru Pančevo, primenom Pd katalizatora-hvatača, omogućuje se smanjenje gubitaka platine za oko 30 kg godišnje pri čemu bi ova firma ostvarila velike finansijske uštede.

Na osnovu izloženih argumenata preporučujem da se tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M82, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti tehnološkog razvoja uveden u proizvodnju

U Boru, 10.01.2012.god

Recezent

  
Dr Dragoslav Gusković, dipl.inž.  
redovan profesor Tehničkog fakulteta u Boru

**Predmet:** Recenzija tehničkog rešenja: “ **Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača**”

**Autora:**

**Dr Biserka Trumić, dipl.inž. ( IRM Bor )**  
**Dr Saša Marjanović, dipl. inž. ( Tehnički fakultet Bor)**  
**Mr Silvana Dimitrijević, dipl. inž. ( IRM Bor )**  
**Mr Lidija Gomidželović, dipl. inž. ( IRM Bor)**  
**Aleksandra Ivanović, dipl.inž. ( IRM Bor)**

### **Mišljenje recezenta**

Odlukom Naučnog veća Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor određen sam za recezenta tehničkog rešenja pod nazivom: “ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača”, koji predstavlja rezultat sa projekta tehnološkog razvoja MNTR ( 2011-2014) br. 34029 : “ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača za smanjenje gubitaka platine u visoko temperaturnim procesima katalize”, čiji je rukovodilac dr Biserka Trumić, ujedno i jedan od autora tehničkog rešenja. U skladu sa iznetim iznosim svoje mišljenje na osnovu priložene dokumentacije. Sadržaj tehničkog rešenja prikazan je kroz sledeće celine:

1. Uvod, kroz koji je predstavljena osnovna problematika oksidacije amonijaka u procesu proizvodnje azotne kiseline i upotreba Pd katalizatora-hvatača
2. Problematika i stanje u oblasti razvoja Pd katalizatora-hvatača, gde je dat osvrt na ispitivanja primene različitih vrsta legura za izradu katalizatora
3. Suština, opis i karakteristike tehničkog rešenja, gde je predstavljena tehnologija proizvodnje Pd katalizatora-hvatača, pri čemu su ispunjeni svi zahtevi vezani za kvalitet katalizatora-hvatača, strukturnu homogenost i mehaničku otpornost.  
Izrada Pd katalizatora-hvatača korišćenjem žice prečnika 0,12 mm od legure sastava Pd Ni5%,  
Dobijanje tkane strukture koja omogućava stabilnost oblika i dimenzija katalizatora-hvatača
4. Verifikacija tehničkog rešenja izvršena je u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor

### **Zaključak**

Dobijen tkani Pd katalizator-hvatač predstavlja novo prihvaćeno tehničko rešenje problema u oblasti visoko temperaturne oksidacije amonijaka za smanjenje gubitaka platine.

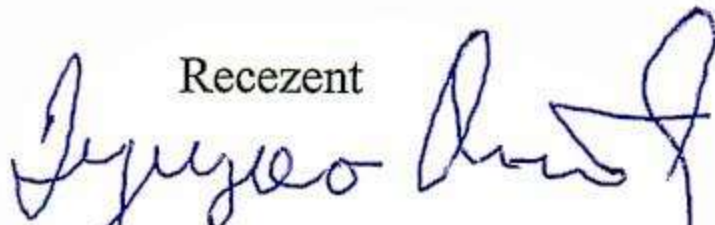
Navedeno tehničko rešenje konkretno omogućuje smanjenje gubitaka platine u Azotari Pančevo, koja godinama, u svom procesu proizvodnje azotne kiseline koristi platinske katalizatore proizvedene u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor po novoj tehnologiji izrade. Konkretno za Azotaru Pančevo, primenom Pd katalizatora-hvatača,

omogućice se smanjenje gubitaka platine za oko 30 kg godišnje pri čemu bi se finansijska dobit ove fabrike znatno uvećala.

Na osnovu izloženih argumenata preporučujem da se tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M82, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti tehnološkog razvoja uveden u proizvodnju

U Kosovskoj Mitrovici, 11.01.2012.god

Recezent



Dr Duško Minić, dipl.inž.  
Vanredni profesor FTN Kosovska Mitrovica





## ***Mišljenje korisnika rezultata***

Na osnovu postojeće tehničke dokumentacije urađene od strane autora tehničkog rešenja

“ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača”

Dr Biserka Trumić, dipl. inž.( IRM Bor)  
Dr Saša Marjanović, dipl. inž. ( Tehnički fakultet Bor)  
Mr Silvana Dimitrijević, dipl. inž. ( IRM Bor )  
Mr Lidija Gomidželović, dipl. inž. ( IRM Bor)  
Aleksandra Ivanović, dipl.inž. ( IRM Bor)

može se zaključiti da je osvojena tehnologija proizvodnje Pd katalizatora – hvatača.

Definisani su tehnološki parametri proizvodnje počev od pripreme topljenja, livenja, valjanja, izvlačenja, termičke obrade i tkanja na osnovu kojih su izrađene mreže:

materijal :	legura PdNi5%
žica za tanje mreže	prečnik 0,08 mm
žica za deblje mreže	prečnik 0,12 mm
broj otvora tanje mreže	1024 o/cm <sup>2</sup>
broj otvora deblje mreže	576 o/cm <sup>2</sup>

Izvršena su sva potrebna ispitivanja koja su potvrdila traženi kvalitet paladijumskih mreža a na osnovu čega su paladijumske mreže-hvatači uvršćene u proizvodni program Profitnog centra za preradu platinskih metala Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Direktor  
Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor  
  
Prof dr Vlastimir Trujić, dipl. inž.- Viši naučni saradnik

Upravnik  
Sektora za specijalnu proizvodnju

  
Ljubiša Mišić, dipl. inž.





**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ**

**Број: V/3.10.**

**Од 10.01.2012.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 V-ој седници одржаној дана 10.01.2012. године донело:

**ОДЛУКУ**

*о прихватању техничког решења*

**I**

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Освајање технологије производње Pd катализатора-хватача*“, аутора: *др Бисерка Трумић, др Саша Марајновић, мр Силвана Димитријевић, мр Лидија Гомицеловић, Александра Ивановић* 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, дипл.инж.руд.*

**Научни саветник**



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35  
Tel:(030)432-299;faks:(030)435-175;E-mail:institut@irmbor.co.rs



## TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE (M 82)

# Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača





**1. Naslov i Evidencioni broj projekta**

“ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača za smanjenje gubitaka platine u visoko temperaturnim procesima katalize”, TR 34029

**2. Rukovodilac**

*Dr Biserka Trumić, dipl. inž. – Viši naučni saradnik*

**3. Organizacija koordinator**

*Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor*

**4. Organizacije učesnici**

Tehnički fakultet u Boru

Institut za nuklearne nauke Vinča - Beograd

**5. Korisnik**

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

**6. Naziv tehničkog rešenja**

“ Osvajanje tehnologije proizvodnje Pd katalizatora-hvatača”

**7. Autori**

Dr Biserka Trumić, dipl. inž.( IRM Bor)

Dr Saša Marjanović, dipl. inž. ( Tehnički fakultet Bor)

Mr Silvana Dimitrijević, dipl. inž. ( IRM Bor )

Mr Lidija Gomidželović, dipl. inž. ( IRM Bor)

Aleksandra Ivanović, dipl.inž. ( IRM Bor)

**8. Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi**

*Materijali i hemijske tehnologije*



## 1. Uvod

U procesu proizvodnje azotne kiseline, za oksidaciju amonijaka koriste se kao katalizatori metalne mreže, najčešće od legure Pt-Rh odnosno Pt-Rh-Pd. U reaktorima za oksidaciju amonijaka ovi katalizatori su izloženi veoma rigoroznim uslovima: visokoj temperaturi, visokom pritisku, turbulenciji gasova, uticaju kiseonika, pa iz tih razloga veoma brzo dolazi do razaranja katalizatora i skraćanja njihovog radnog veka. U zavisnosti od radnih uslova u reaktoru (temperature, pritiska, odnosa  $O_2:NH_3$ ), u procesu oksidacije amonijaka nastaju gubici platinskih metala iz katalizatorskih mreža zbog nastajanja isparljivih oksida metala i njihovog odnošenja strujom gasne smeše.

Iskustvenom, ovi gubici se kreću u granicama 0,035-0,065 g/t  $HNO_3$ , za reaktore koji rade pod atmosferskim pritiskom, odnosno za red veličine veći (0,32 do 0,39 g/t  $HNO_3$ ), za reaktore na visokom pritisku. Najveći deo ovakvih gubitaka platinskih metala su nepovratni gubici, dok se samo 35-40% metala može uhvatiti i reciklirati, periodičnim čišćenjem gasnih instalacija od nalepaka i prašine u njima, te zamenom i preradom filterske ispune radi iskorišćenja metala nahvatanih u njoj.

## 2. Problematika i stanje u oblasti gubitaka platine u visoko temperaturnim procesima katalize

U cilju smanjenja ovako nastalih gubitaka platinskim metalima, s obzirom na njihovu visoku cenu, koja je na berzi u porastu tokom prve dekade ovog veka, dosežući maksimum tokom 2008. Godine, u svetu su ulagani i ulažu se značajni napor u razvoju tehnoloških postupaka za što efikasnije hvatanje i recikliranje produkata oksidacije platinskih metala nastalih u procesu proizvodnje azotne kiseline, ali i u drugim, srodnim, visoko temperaturnim katalitičkim procesima.

Jedna od efikasnijih metoda za smanjenje gubitaka platinskih metala je primena tzv. Pd katalizatora - hvatača postavljenih u kombinaciji sa konvencionalnim platinskim katalizatorima. Uloga Pd katalizatora-hvatača se sastoji u redukciji isparljivog oksida platine iz gasne struje, do metalnog oblika i zadržavanjem metalne platine na površini Pd katalizatora-hvatača.

Postojeće fabrike azotne kiseline, kako u našoj zemlji tako i u okruženju, još ne koriste ni jedan sistem za dodatno hvatanje platinskih metala iz reaktorskih gasova, pa su nepovratni gubici platine na godišnjem nivou, na primer, u Azotari Pančevo oko 40 kg, u GIKI Lukavac oko 10 kg





i Petrokemiji Kutina, Hrvatska oko 25-30 kg. Azotara Pančevo i GIKI Lukavac su tržište IRM-a, a u skorijoj budućnosti potencijalno je moguće i Petrokemija iz Kutine. Grubom procenom, prema aktuelnoj ceni platine, godišnji gubici su oko 3 do 3.5 miliona €. Ovo je dovoljan razlog da se, kao institucija koja se godinama bavi istraživanjem i proizvodnjom katalizatora na bazi platine i paladijuma, veoma ozbiljno upustimo u rešavanje problema smanjivanja gubitaka platine iz ovakvih postrojenja.

### **3. Suština, opis i karakteristike tehničkog rešenja**

Na osnovu analize literaturnih podataka kao i sopstvenih istraživanja na Projektu, proističe zaključak da legure sistema Pd-Au i Pd-Cu pokazuju slabije mehaničke karakteristike u poređenju sa legurama sistema Pd-Ni.

Zbog toga je iz okvira binarnog sistema Pd-Ni, odabrana legura Pd-Ni5 (5% tež. Ni), kao legura optimalnog sastava i osobina za izradu katalizatora-hvatača, čije su karakteristike predstavljene u daljem tekstu.

Za eksperimentalna istraživanja u cilju dobijanja žice od legure Pd-Ni5% korišćen je paladijum proizveden u Elektrolizi RTB-a Bor u obliku crnog praha čistoće 99,95% i granulisani nikl.

Osnovne tehnološke operacije pri proizvodnji žice za izradu katalizatora Pd-Ni5% su:

- Priprema materijala
- Topljenje
- Livenje
- Valjanje
- Izvlačenje
- Termička obrada

#### **3.1. Priprema materijala za topljenje**

Polazne sirovine, paladijum prah i granule nikla, ne zahtevaju posebnu pripremu. Zbog nemogućnosti topljenja paladijum praha mora se izvršiti njegovo presovanje čime se postiže kompaktnost materijala i omogućava topljenje.

Radi izbegavanja segregacija nikla u paladijumu, najbolje je granule nikla upresovati u paladijum prah.



Ukoliko se za topljenje koristi povratni otpad od plastične prerade Pd-Ni legure, ovaj se odmašćuje u nekom organskom rastvaraču, meša sa čistom sirovinom i tako šaržira.

### 3.2. Topljenje i livenje

Najpovoljniji agregat za topljenje legure Pd-Ni je indukciona vakum peć.

Topljenje i livenje se odvija u vakumu čime se sprečava absorpcija gasova u tečan metal i omogućava dobijanje kvalitetnih odlivaka.

Topljenje je vršeno u loncu od MgO dimenzija:

$$h_1 \times h_2 = 85 \times 80 \text{ mm}$$

$$d_1 \times d_2 = 65 \times 55 \text{ mm}$$

Temperatura topljenja legure Pd-Ni5% je cca 1520<sup>0</sup>C. Istopljena šarža se pre livenja pregreva za 150 - 170<sup>0</sup>C. Livenje se vrši u grafitnim kalupima prethodno zagrejanim na temperaturu od 350 – 400<sup>0</sup>C.

Ovi kalupi su povoljni za livenje zato što nije potrebno hlađenje i podmazivanje istih.

Oblik i dimenzije odlivaka biraju se prema opremi za plastičnu preradu, pre svega prema uređaju za valjanje. Za eksperimente vođene u laboratoriji za preradu metala Instituta za rudarstvo i metalurgiju izlivenne su gređice kvadratnog poprečnog preseka dimenzija 12x12x100 mm.

### 3.3. Homogenizaciono žarenje

Pripremljeni odlivci se pre plastične prerade podvrgavaju homogenizacionom žarenju sa ciljem uklanjanja unutrašnjih naprezanja u odlivcima. Unutrašnja naprezanja nastaju u procesu očvršćavanja odlivka a mogu da izazovu pukotine pri plastičnoj preradi.

Eksperimentima je utvrđeno da se potpuna homogenizacija odlivaka od legure Pd-Ni5% postiže pri žarenju od jednog sata.

Ova konstatacija je potvrđena time što su se odlivci, žareni pomenutim režimom, veoma dobro valjali i nije dolazilo do pucanja materijala.

Za homogenizaciono žarenje treba obezbediti zaštitnu atmosferu kako bi se izbegla površinska oksidacija odlivaka.





### 3.4. Plastična prerada

U teorijskom delu ovog rada već je naglašeno da je legura Pd-Ni5% plastična i da se može uspešno prerađivati na hladno.

Izliveni odlivci 12x12x100 mm podvrgnuti su ovom vidu plastične prerade i to valjanjem i izvlačenjem.

#### 3.4.1. Valjanje

Valjanje je izvršeno na duo-valajčkom stanu sa kalibrisanim valjcima sistema kvadrat-kvadrat.

Za svaki naredni provlak vršeno je kantovanje za 90<sup>0</sup>C. Izlivene gredice 12x12 mm valjane su do šipke kvadratnog poprečnog preseka dimenzija 2x2 mm. Postignut je ukupni stepen deformacije od  $\varepsilon = 97\%$ .

Plan provlaka valjanja gredica 12x12 mm dat je u tabeli 4.

Tabela 4. Plan provlaka valjanja gredica

broj kalibra	ulazna dimenzija (mm)	Izlazna dimenzija (mm)	Stepen deformacije (%)
1	12x12	10.5x10.5	23.4
2	10.5x10.5	9.5x9.5	18.1
3	9.5x9.5	8.5x8.5	19.9
4	8.5x8.5	7.5x7.5	22.1
5	7.5x7.5	6.5x6.5	24.8
6	6.5x6.5	5.8x5.8	20.3
7	5.8x5.8	5x5	25.6
8	5x5	4.4x4.4	22.5
9	4.4x4.4	3.8x3.8	25.4
10	3.8x3.8	3.4x3.4	19.9
11	3.4x3.4	3x3	22.1
12	3x3	2.6x2.6	24.8



13	2.6x2.6	2.3x2.3	21.7
14	2.3x2.3	2x2	24.3

Nakon valjanja, šipk apreseka 2x2 mm podvrgava se rekristalizacionom žarenju pre izvlačenja o čemu će biti reči kasnije.

### 3.4.2. Izvlačenje

Prečnik žice od koje se izrađuju katalizatori – hvatači diktiran je uslovima eksploatacije katalizatora u procesu proizvodnje azotne kiseline. U agregatima gde se koriste katalizatori manjeg prečnika uslovi su takvi da zahtevaju izradu katalizatora od deblje žice i obrnuto.

Najčešće se katalizatori – hvatači izrađuju od žice prečnika  $\varnothing$  0.15 – 0.30 mm.

Naše opredeljenje bilo je izvlačenje žice  $\varnothing$  0.15 mm.

Od šipke 2x2 mm izvlačena je predvlaka  $\varnothing$  0.512 mm. Izvlačenje je obavljeno na jednostepenoj mašini za izvlačenje – troleju.

Plan provlaka izvlačenja predvlake  $\varnothing$  0.512 mm dat je u tabeli 5.

Tabela 5. Plan provlaka izvlačenja predvlake

broj kalibra	ulazna dimenzija (mm)	Izlazna dimenzija (mm)	Stepen deformacije (%)
1	2x2	1.91	28.4
2	1.91	1.76	15.09
3	1.76	1.625	14.75
4	1.625	1.49	15.92
5	1.49	1.37	15.46
6	1.37	1.26	15.41
7	1.26	1.18	12.29
8	1.18	1.08	16.23
9	1.08	1.01	14.26
10	1.01	0.922	16.66
11	0.922	0.85	15.00





12	0.85	0.78	15.36
13	0.78	0.72	15.23
14	0.72	0.66	15.97
15	0.66	0.605	15.97
16	0.605	0.557	15.24
17	0.557	0.512	15.50

Kod izvlačenja predvlake  $\varnothing$  0.512 mm ostvaren je ukupni stepen deformacije od  $\varepsilon$  = 94.8%.

Žica  $\varnothing$  0.512 mm je rekristalizaciono žarena nakon čega je izvlačena do planirane dimenzije  $\varnothing$  0.15 mm.

Izvlačenje žice  $\varnothing$  0.15 mm od predvlake  $\varnothing$  0.512 mm vršeno je na višestepenoj mašini za izvlačenje sa brzinom izvlačenja od 6 m/s.

Plan provlaka izvlačenja žice  $\varnothing$  0.15 mm dat je u tabeli 6.

Tabela 6. Plan provlaka izvlačenja žice  $\varnothing$  0.15 mm

broj kalibra	ulazna dimenzija (mm)	Izlazna dimenzija (mm)	Stepen deformacije (%)
1	0.512	0.485	10.26
2	0.485	0.448	14.67
3	0.448	0.415	14.18
4	0.415	0.383	14.82
5	0.383	0.354	14.57
6	0.354	0.328	14.14
7	0.328	0.303	14.66
8	0.303	0.280	14.60
9	0.280	0.259	14.43
10	0.259	0.239	14.84
11	0.239	0.221	14.49
12	0.221	0.205	13.95



13	0.205	0.189	15.00
14	0.189	0.175	14.26
15	0.175	0.162	14.30
16	0.162	0.150	14.26

U ovoj fazi izvlačenja ostvaren je ukupni stepen deformacije od  $\varepsilon = 91.4\%$ .

Tvrdo vučena žica  $\varnothing 0.15$  mm podvrgava se rekristalizacionom žarenju tj. prevodi se u meko stanje koje omogućava dalji tretman žice.

### 3.5. Termička obrada

Ova tehnološka operacija se izvodi sa ciljem dovođenja materijala u oblik pogodan za plastičnu preradu. Termičkoj obradi se najpre podvrgavaju odlivci od legure Pd-Ni5% o čemu je već bilo reči u prethodnom izlaganju.

Pored homogenizacionog žarenja, u toku procesa dobijanja žice izvodi se i rekristalizaciono žarenja i to međufazno i završno.

#### 3.5.1. Određivanje parametara međufaznih žarenja

Eksperimentima je pokazano da legura Pd-Ni5% može da se preraduje na hladno sa veoma visokim stepenom deformacije (valjanje gredica 12x12 mm na 2x2 mm) koji ide do 97%. Nakon ovako visokog stepena hladne deformacije vrši se rekristalizaciono žarenje i materijalu vraćaju prvobitne osobine odnosno sposobnost dalje plastične prerade.

Da bi se utvrdio najpovoljniji režim međufaznog rekristalizacionog žarenja vršeni su eksperimenti i to tako da se u jednom slučaju kao konstanta uzimala temperatura žarenja a u drugom vreme žarenja.

Temperature na kojima se vršeno žarenje bile su: 750, 800, 850 i 900<sup>0</sup>C.

Vreme žarenja: 10,20 i 30 minuta.

Ispitivanjem uzoraka, žarenih po ovim režimima, na istezanje, došlo se do zaključka da potpuna rekristalizacija nastupa pri žarenju od 900<sup>0</sup>C u vremenu od 30 minuta.

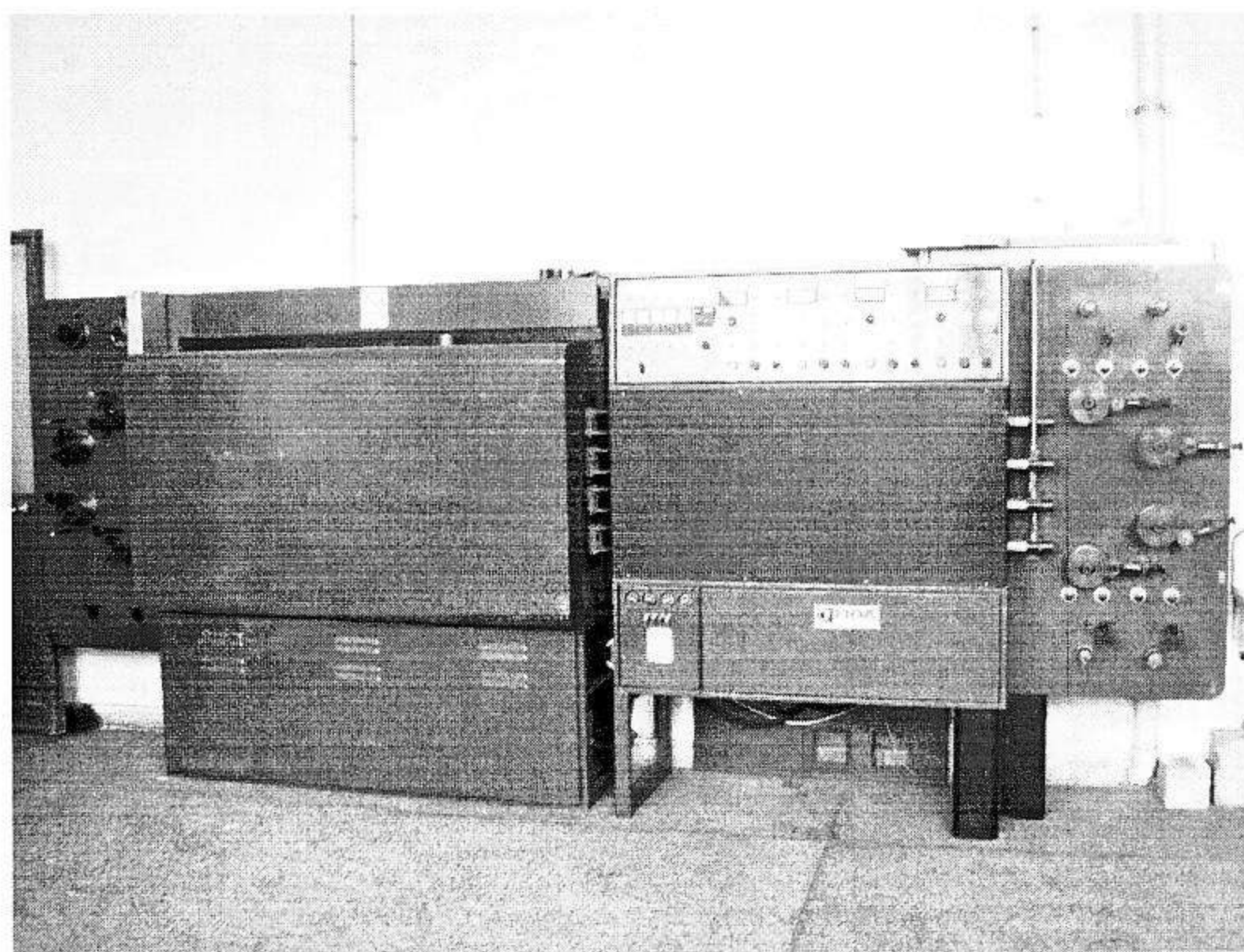


Uzorci žareni po ovom režimu imaju mehaničke osobine koje odgovaraju mekom stanju legure Pd-Ni5%. Na temperaturi od 900<sup>0</sup>C u vremenu od 30 minuta žarena je šipka 2x2 mm a takođe i žica Ø 0.512 mm koja je korišćena kao predvlaka za izvlačenje žice Ø 0.15 mm.

I u jednom i u drugom slučaju žarenje je vršeno u zaštitnoj atmosferi koja je obezbeđena uvođenjem azota u peć za žarenje.

### 3.5.2. Odrređivanje parametara završnog žarenja

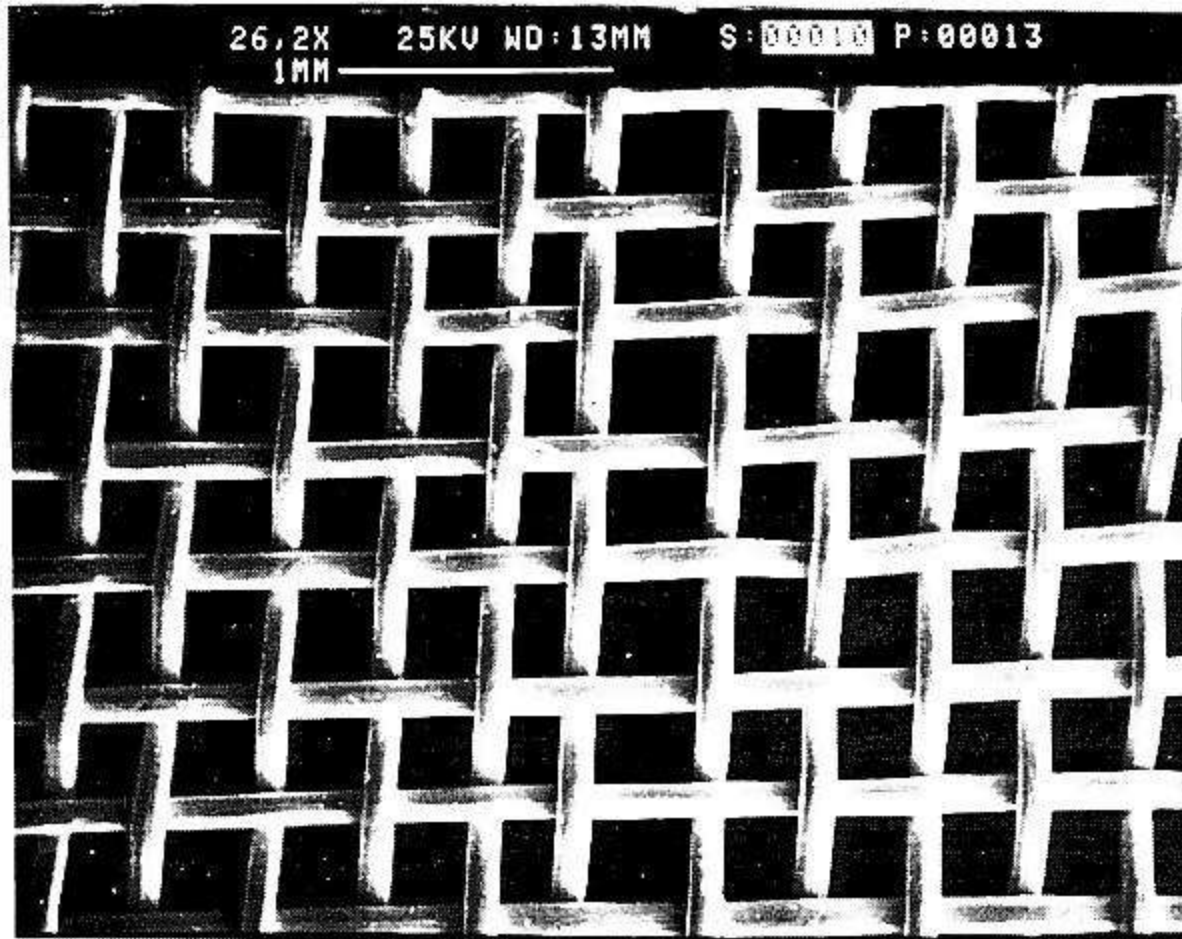
Završno žarenje žice Ø 0.15 mm neophodno je, i jedino moguće, izvesti kontinuirano. Žarenje je vršeno na žarnom uređaju za konti žarenje u IRM Bor (slika 1).



*Slika 1. Uređaj za konti žarenje Pd-Ni5 žice*

Ovaj uređaj ima konstantnu brzinu protoka žice od 4.5 m/min kroz grejno telo.

Eksperimenti su vođeni tako da je vršena promena temperature žarenja u cilju određivanja temperature završnog žarenja žice Ø 0.15 mm kojom se postiže meko stanje potrebno za izradu katalizatorske mreže.



Slika 2. Izged tkanog Pd katalizatora-hvatača od legure Pd Ni5%