

## Istraživanje uticaja karakterističnih parametara na kvalitet obrađene površine kod nekih nerđajućih čelika pri elektrohemijskoj strugarskoj obradi

*U uvodnom delu rada date su osnove procesa i najvažnije tehnološke karakteristike elektrohemijske obrade sa opisom reakcija u elektrolitičkom elementu. Navedena su dva karakteristična primera odvijanja hemijske reakcije u elektrolitičkoj ćeliji. Poseban osvrt je dat na najvažnije elektrolite koji se pri ovome primenjuju.*

*U drugom delu radu, za karakterističnu grupu nerđajućih čelika, koji se često koriste u hemijskoj i procesnoj industriji, detaljno je ispitan uticaj različitih parametara na kvalitet obrađene površine. Pri ovome za sve eksperimente, merena je srednja aritmetička hrapavost Ra u zavisnosti od gustine struje kao najznačajnijeg režima obrade. Eksperimenti su izvođeni na strugu za elektrohemijsku obradu na prethodno izrađenim epruvelama primenom odgovarajućeg alata. Od uticajnih parametara ispitana su različita termička stanja materijala, različite vrste i karakteristike primenjenog elektrolita i njegova brzina strujanja. Isto tako ispitan je uticaj mešavine elektrolita dok je za karakterističan konstrukcioni čelik ispitan uticaj korozionog dejstva. Na kraju rada je izvršena diskusija dobijenih eksperimentalnih rezultata odnosno zavisnosti.*

**Ključne reči:** elektrohemijska obrada, strugarska obrada, čelici otporni prema hemijskim uticajima, elektrohemijska reakcija, kvalitet obrađene površine, gustina struje, termičko stanje čelika, brzina elektrolita, elektroliti i elektrolitički elementi

### 1. UVODNA RAZMATRANJA

Elektrohemijska obrada (Electro Chemical Machining) se bazira na Faradejevom zakonu, i u poslednje vreme su razvijeni njeni različiti postupci koji se dalje usavršavaju [1, 2].

Zahtevi za novim materijalima kao i novim delovima specifične konstrukcije i strožijim zahtevima u pogledu tačnosti obrade i kvaliteta obrađene površine, doveli su do toga da se neke industrijske grane, npr. avionska, automobilska, industrija turbine i dr. ne mogu ni zamisliti bez primene ovog postupka obrade.

Elektrohemijska obrada se zasniva na elektrohemijskoj reakciji između metala obradka i jona koji nastaje u elektrolitu pod dejstvom električne struje [1, 3].

U skladu sa Faradejevim zakonom, masa metala koji se rastvara pri ovoj elektrohemijskoj reakciji je proporcionalna jačini struje koja protiče između elektroda (obradka i alata) i vremena njenog proticanja. Njena teorijska vrednost se može odrediti na osnovu empirijske jednačine, [2 - 6]:

$$Q_T = K \cdot I \cdot t \quad (1)$$

gde je:

K [g/Amin] - maseni elektrohemijski ekvivalent što predstavlja karakteristiku materijala obradka,

I [A]-jačina električne struje

t [min]-vreme proticanja električne struje kroz elektrolit

Kako je:

$$K = \frac{A_r}{nF} \quad (2)$$

gde je:

F = 1608 g/Amin- Faradejeva konstanta,

$A_r$  – relativna atomska masa, koja predstavlja odnos mase atoma nekog materijala i 1/12 mase ugljenikovog atoma,

n- valentnost metala,

to se zamenom u jednačini (1) dobija izraz za masu rastvorenog metala na anodi, tj. teorijska proizvodnost pri elektrohemijskoj obradi:

$$Q_T = \frac{A_r \cdot I \cdot t}{n \cdot F} = 6,22 \cdot 10^{-4} \frac{A_r \cdot I \cdot t}{n} \quad (3)$$

Adresa autora: Tehnološki fakultet Zvornik, Univerzitet u Istočnom Sarajevu

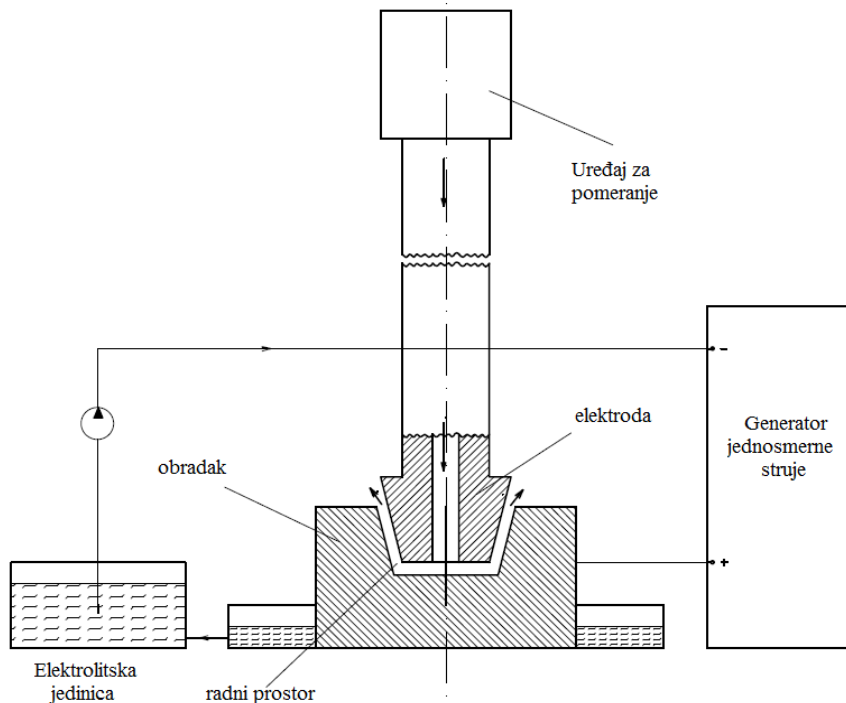
Rad primljen: 15. 06. 2012.

## 2. OSNOVE PROCESA OBRADJE I HEMIJSKE REAKCIJE U ELEKTROLITIČKOM ELEMENTU

Proces elektrohemijske obrade u osnovi se zasniva na pojavi elektrolize. To je kontrolisano skidanje

metala putem anodnog rastvaranja u elektrolitičkoj ćeliji u kojoj je obradak anoda (+) a alat katoda (-).

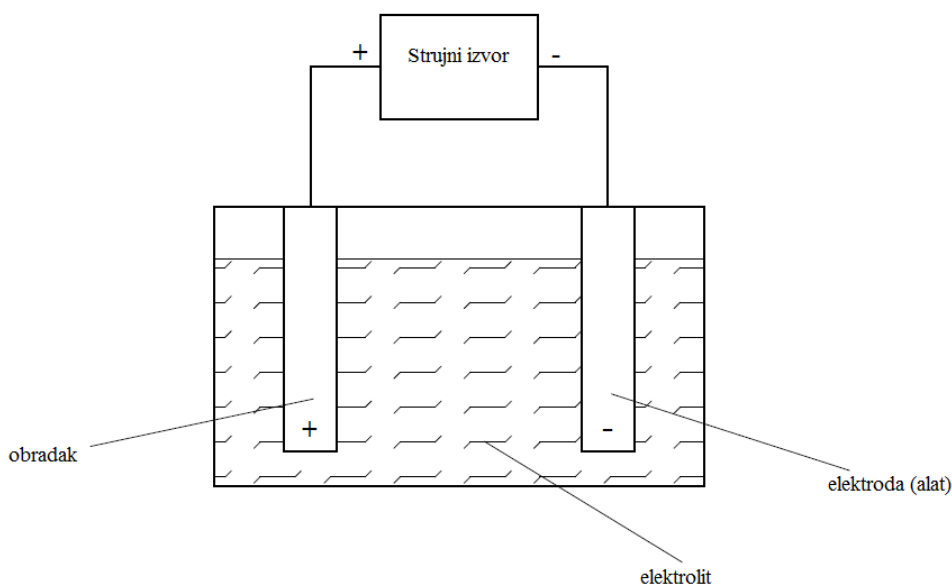
Na slici 1 prikazana je opšta šema elektrohemijske obrade, [3-9].



Slika 1 - Šema elektrohemijske obrade

Anodno rastvaranje obradka se ostvaruje pod dejstvom električne struje koja protiče kroz elektrolit kada su polovi (čine ih obradak i alat), povezani sa izvorom jednosmerne struje. Pod dejstvom elektrodinamičkih sila, spoljašni elektroni metala ulaze u električno kolo čime u metalu nastaju pozitivno naelek-

trisan joni, (slika 2.). Na ovaj način dolazi do rušenja veze raspoređenih atoma sa masom metala, pa tako stvoreni pozitivno naelektrisani joni (anioni) prelaze u elektrolit i stupaju u vezu sa jonima elektrolita, obrazujući jedinjenja koja se potom rastvaraju u elektrolitu ili se formira površinska kora, [4 - 10].



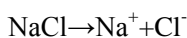
Slika 2 - Elektrohemijski element radnog prostora

Elektrolit, npr. rastvor NaCl, potpuno disocira u pozitivne i negativne jone ( $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ), a voda delimično ( $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ). Rastvaranje metala i njegovih legura pod dejstvom električne struje u rastvoru NaCl, odvija se obrazovanjem hemijskih jedinjenja sa jonima hlora [6-8, 10, 11].

### 3. PRIMERI ODVIJANJA HEMIJSKE REAKCIJE U ELEKTROLITIČKOJ ČELIJI

#### a) Primer 1

Uzmimo da je obradak (anoda) napravljen od čistog Fe dok je elektrolit:  $\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ -rastvor, [11, 12]. U radnom prostoru se odvijaju sledeća hemijske reakcije.



$\text{Fe}^{++} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{FeCl}_2$  – ferohlorid, kao prelazno hemijsko jedinjenje

$\text{Na}^+ + (\text{OH})^- \rightarrow \text{NaOH}$  – natrijum hidroksid, kao prelazno hemijsko jedinjenje (4)

$\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$  – produkt obrade + obnovljena so

Produkt elektrohemijske obrade:

ferohidroksid + gas vodonik

#### b) Primer 2.

Obradak je čist Cr dok je elektrolit:  $\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ -rastvor [10, 13]. U radnom prostoru se odvijaju sledeće hemijske reakcije

$\text{Cr}^{++} + 3\text{Cl}^- \rightarrow \text{CrCl}_3$  – hromohlorid, kao prelazno jedinjenje

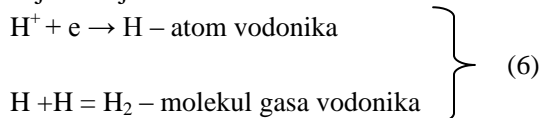
$\text{Na}^+ + (\text{OH})^- \rightarrow \text{NaOH}$  – natrijum hidroksid, kao prelazno jedinjenje (5)

$\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$  – produkt obrade + obnovljena so

Produkt elektrohemijske obrade:

hrom hidroksid + gas vodonik

U prethodno navedenim primerima obrade dolazi do izdvajanja molekula vodonika po sledećoj hemijskoj reakciji:



Kao što se vidi iz datih hemijskih reakcija, na alatu (katodi) se ne dešavaju nikakve promene, pa ona teoretski može beskonačno dugo da traje, kao i da se

so NaCl ne troši, tj. služi samo za obrazovanje prelaznih jedinjenja.

### 4. VRSTE ELEKTROLITA PRI ELEKTROHEMIJSKOJ OBRADI

Od pravilnog izbora elektrolita u velikoj meri zavisi tačnost, proizvodnost i ekonomičnost obrade. Zadaci elektrolita su, [6-8, 11, 13]:

- da omogući protok električne struje između obradka i elektrode

- da odvede produkt rastvaranja iz zone obrade i

- da odvede toplotu razmenjenu tokom obrade

Elektrolit ne sme biti toksičan, zapaljiv, koroziivan, nestabilan pri obradi, previše skup itd. Elektrolit je slabiji provodnik od metala, pa se pri prolazu struje oslobađa znatna toplota. Zato elektrolit treba da ima dobru toplotnu provodljivost i veliku specifičnu toplotu kao i visoku temperaturu ključanja.

Elektrolit treba da ima malu viskoznost zbog njegove normalne cirkulacije kroz radni zazor. Pri elektrohemijskoj obradi se uglavnom primenjuju vodeni rastvori neutralnih soli. Izbor elektrolita zavisi od materijala obradka, željene tačnosti i kvaliteta obrađene površine, i za to postoje određene preporuke proizvođača opreme za elektrohemijsku obradu.

Koncentracija elektrolita kao važan parametar izražava se kao [6, 8, 10],

$$k_{el}(\%) = \frac{\text{masa rastvorene soli}}{\text{masa (soli + vode)}} \cdot 100\% = \frac{m_s}{m_s + m_v} \cdot 100\% \quad (7)$$

Kako masa 1 litra vode iznosi 1000g, to se koncentracija elektrolita može lakše podesiti preko mase rastvorene soli po litru vode:

$$k_{el} \left( \frac{\text{g}}{\text{lH}_2\text{O}} \right) = \frac{1000 k_{el}(\%)}{100 - k_{el}(\%)} \quad (8)$$

U praksi se najčešće koriste dve vrste elektrolita i to: natrijum hlorid NaCl (kuhinjska so) i natrijum nitrat  $\text{NaNO}_3$  (šalitra).

Ponekad se koriste i natrijum sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) koji je pogodan za obradu nerđajućih čelika. Da bi se poboljšala određena svojstva elektrolita, elektrolitima se dodaju različiti aditivi.

Brzina strujanja elektrolita najčešće se kreće do 10 m/s ali i više i poželjno je održavanje njene konstantne vrednosti.

## 5. TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE ELEKTROHEMIJSKE OBRADNE

Gustina struje,

$$j = \frac{1}{P} \left[ \text{A} / \text{cm}^2 \right] \quad (9)$$

je najvažniji parametar elektrohemijske obrade. Njene vrednosti se kreću i do  $800 \text{ A/cm}^2$ , [3, 13, 14].

Veličina radnog zazora između alata i obratka predstavlja važnu karakteristiku elektrohemijske obrade i ona se praktično kreće u granicama 0,05 do 0,5mm, [9, 14].

Pri ovoj obradi kao što je ranije konstantovano, odstranjeni materijal se javlja u vidu metalnih hidroskida i njega elektrolit odnosi u posebne uređaje gde se odvaja od tečnosti centrifugiranjem ili taloženjem. Pri obradi se alat ne troši i to je jedna od veoma važnih karakteristika postupka elektrohemijske obrade, [8, 15].

Zbog prirode samog procesa mogu se obrađivati samo elektroprovodljivi materijali, ali je njegova primena zbog visoke cene elektroda – alata, ekonomična, odnosno racionalna samo za obradu vrlo tvrdih ili žilavih materijala i njihovih legura koje se konvencionalnim metodama obrade teško mogu obrađivati kao i za obradu složenih površina, [7, 16].

Elektrohemijском obradom se praktično mogu izvoditi mnoge operacije kojima se oblikuju najrazličitije površine. Pri ovome bitno je da oblik elektrode – alata i kretanja pri obradi budu međusobno usklađena kako bi se dobio željeni oblik površine, [6, 17].

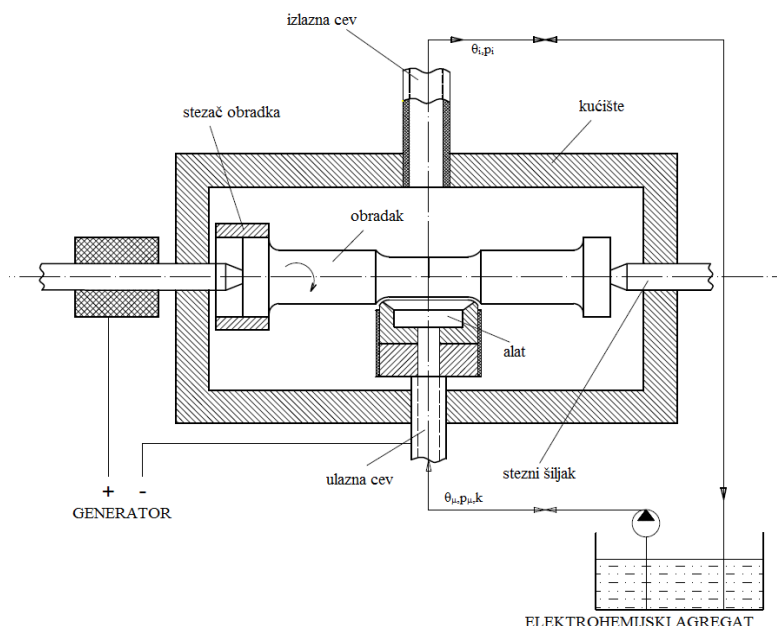
Elektroda se kao što je rečeno pri upotrebi ne troši tako da je teorijski večna. Zbog toga je elektrohemijska obrada jedan od retkih postupaka kod kojih se alat ne obnavlja. U praksi s vremena na vreme dolazi do kratkog spoja između elektrode i obratka pri čemu se elektroda malo mehanički oštećuje, [4, 9, 17].

## 6. USLOVI ZA IZVOĐENJE EKSPERIMENTA

Ekspерименти koji su imali za cilj istraživanje kvaliteta obrađene površine za karakterističnu grupu nerđajućih čelika, izvođeni su na strugu za elektrohemijsku obradu nemačkog proizvođača AEG-Eletherm, Hannover, tipa TK-S123V. Mašina je izvedena sa horizontalnim položajem nosača elektrode.

Principijelna šema elektrohemijskog struganja data je na slici 3.

Mašina je opremljena uređajem za pomoćno kretanje elektrode, kao i generatorom jednosmerne struje sa regulatorom. Elektrolitski agregat služi za dovod elektrolita u radni prostor mašine. Isto tako mašina poseduje i uređaj za prečišćavanje elektrolita kao i upravljačku jedinicu. Osnovni zadatak mašine je da uz pomoć specijalnog pribora skladno sjedini obradak, elektrodu – alat i sistem za cirkulaciju elektrolita. Isto tako mašina treba da obezbedi elektrodi potrebnu brzinu pomoćnog kretanja i automatsku regulaciju zazora. Mašina je projektovana tako da se elektrolitički proces može nesmetano odvijati pri čemu nastali produkti obrade i razvijena toplota na svakom mestu radnog zazora moraju se dovoljno brzo odvesti. Takođe, elektrolit koji cirkuliše treba da ima približno konstantnu temperaturu, najčešće  $20 - 50^{\circ}\text{C}$ .



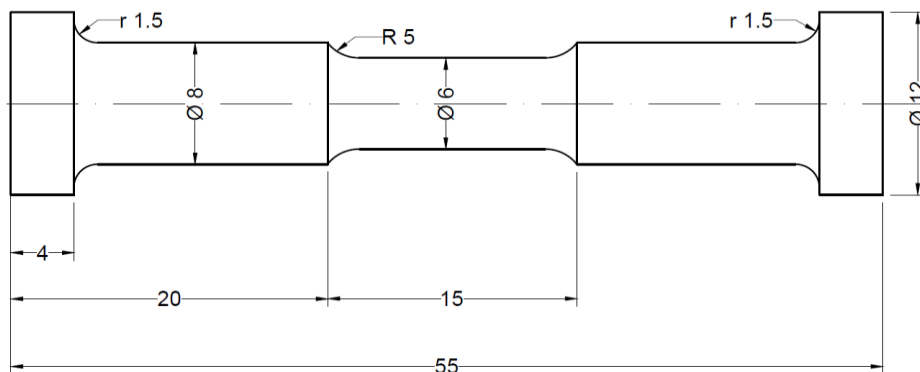
Slika 3 - Šema elektrohemijske strugarske obrade

Na slici su dati i osnovni parametri obrade. Sa  $\Theta_u$  i  $\Theta_i$  su označene ulazna i izlazna temperatura elektrolita, dok su ulazni i izlazni pritisak elektrolita  $p_u$  i  $p_i$ . Specifična elektroprovodljivost elektrode je  $k$ .

S obzirom na oblik postojećeg alata, za eksperimentalna ispitivanja, predhodno je na univerzalnom

strugu izrađeno nekoliko epruveta od odgovarajućih materijala. Kako bi se smanjili troškovi i vreme trajanja eksperimenata, obrada je izvođena uz minimalno skidanje materijala.

Izgled epruvete sa dimenzijama je dat na slici 4.



Slika 4 - Epruveta za ispitivanje

Režimi pri kojima su izvođeni eksperimenti određeni su prema preporukama proizvođača mašine. Primljena elektroda, izrađena je od mesinga, s obzirom na dobru elektro i toplotnu provodljivost i postojanost na koroziju.

Radni zazor kretao se u granicama od 0,4 do 0,7 mm, što je uglavnom zavisilo od napona elektrolita i gustine struje. Temperatura elektrolita nije prelazila 55°C.

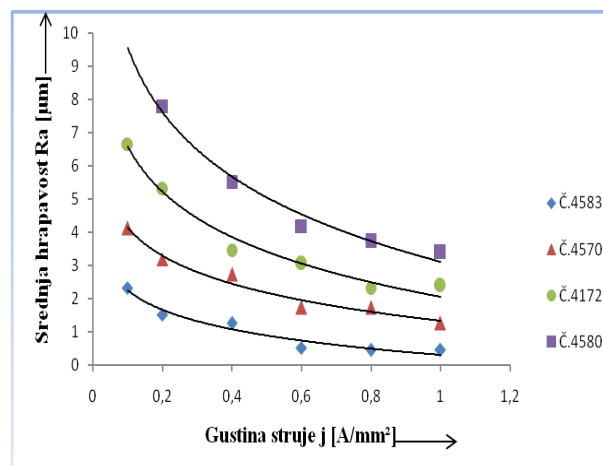
Za materijale, izabrana je karakteristična grupa čelika otpornih prema hemiskim uticajima a koji se često koriste u hemijskoj i procesnoj industriji. S obzirom da na kvalitet obrađene površine utiče i termička obrada čelika to je kod svakog čelika naveden i ovaj uticaj.

Merenje hrapavosti obrađene površine preko parametara srednje aritmetičke hrapavosti  $R_a$ , izvršeno je na aparatu za merenje mikro geometrije tipa HA-36-B3, firme „Kalibar“ ruske proizvodnje, koji radi na kontaktnom principu. Srednja aritmetička hrapavost (prosečno odstupanje profila od srednje linije), kod svih eksperimenata s obzirom da je u pitanju strugarska obrada, merena je na referentnoj dužini  $l = 0,8\text{mm}$ .

## 7. REZULTATI EKSPERIMENTALNIH ISPITIVANJA

Na slici 5. za grupu nerđajućih čelika Č.4583, Č.4570, Č.4172, Č.4580, prikazana je zavisnost srednje aritmetičke hrapavosti obrađene površine od gustine struje.

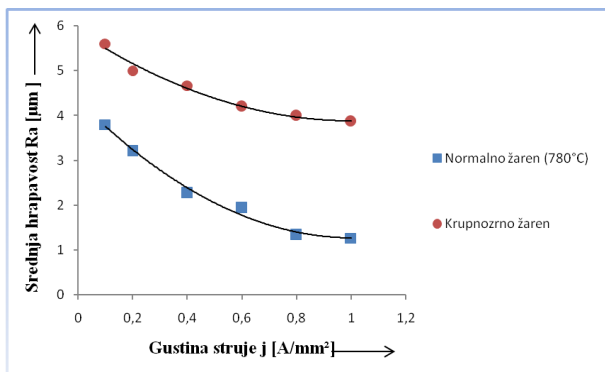
Očigledno je da vrsta čelika znatno utiče na kvalitet obrađene površine. Porastom gustine struje, pri njenoj manjoj vrednosti očigledan je nagli pad hrapavosti  $R_a$  za čelike Č.4580 i Č.4172, što nije slučaj za preostala dva čelika.



Slika 5 - Uticaj vrste nerđajućeg čelika na kvalitet obrađene površine u zavisnosti od gustine struje

**Eksperimentalni uslovi:** Materijal: nerđajući čelik; Elektrolit: NaCl;  $k_{20^\circ} = 0,1 \text{ S/cm}$ , Stanje: normalno žaren

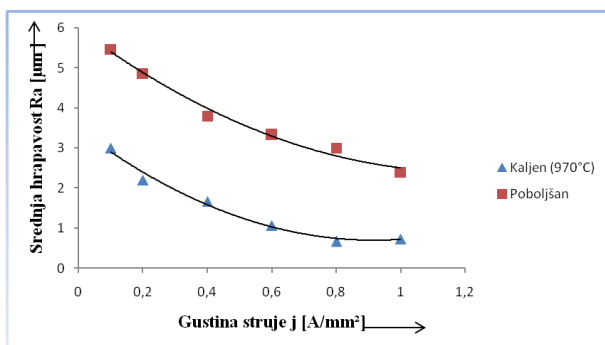
Na slici 6 je prikazana zavisnost srednje hrapavosti od gustine struje pri obradi čelika Č.4170 za slučaj da je isti normalno i krupnozrno žaren. Krupnija kristalna zrna daju veću hrapavost.



Slika 6 - Uticaj krupnoće kristalnih zrna žarenog čelika na kvalitet obrađene površine u zavisnosti od gustine struje

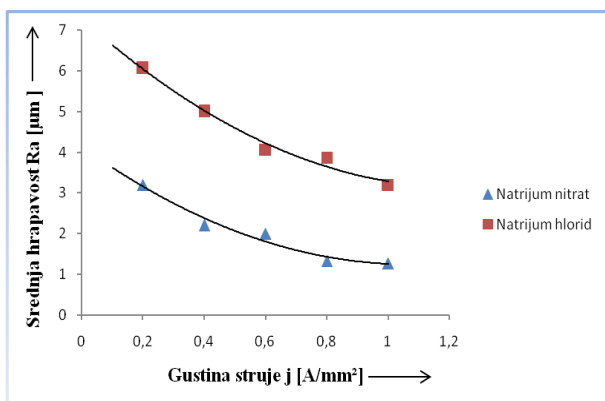
**Eksperimentalni uslovi:** Obradak: Č.4170; Elektrolit:  $\text{NaNO}_3$ ;  $k_{20^\circ}=0,1 \text{ S/cm}$ ;  $p=10 \text{ bar}$ ,  $Q=125 \text{ l/min}$

Zavisnost hrapavosti obrađene površine od gustine struje za slučaj obrade čelika Č.4170 u poboljšanom i kaljenom stanju prikazana je na slici 7. Zbog povoljnije strukture, hrapavost je manja u kaljenom stanju.



Slika 7 - Uticaj krupnoće zrna poboljšanog i kaljenog čelika na kvalitet obrađene površine

**Eksperimentalni uslovi:** Obradak: Č.4170; Elektrolit:  $\text{NaNO}_3$ ;  $k_{20^\circ}=0,1 \text{ S/cm}$ ;  $p=10 \text{ bar}$ ,  $Q=125 \text{ l/min}$



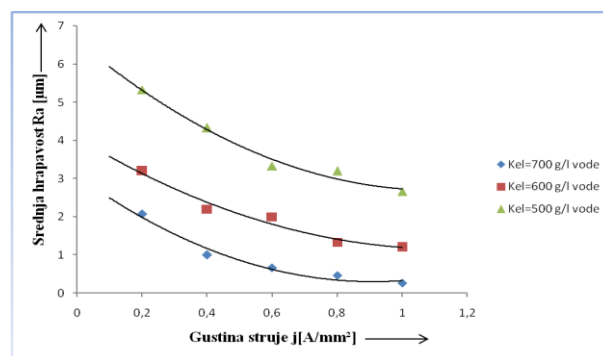
Slika 8 - Uticaj vrste primenjenog elektrolita na kvalitet obrađene površine

**Eksperimentalni uslovi:** Obradak: Č.4170; Stanje: normalno žaren

Na slici 8. data je zavisnost hrapavosti obrađene površine od gustine struje za slučaj obrade Č.4170 kada su primenjeni elektroliti  $\text{NaCl}$  i  $\text{NaNO}_3$ . Vidi se da je kvalitet obrađene površine povoljniji pri primeni elektrolita  $\text{NaNO}_3$ .

Zavisnost hrapavosti obrađene površine od gustine struje pri obradi Č.4170 za slučaj primene tri različite koncentracije elektrolita, prikazana je na slici 9.

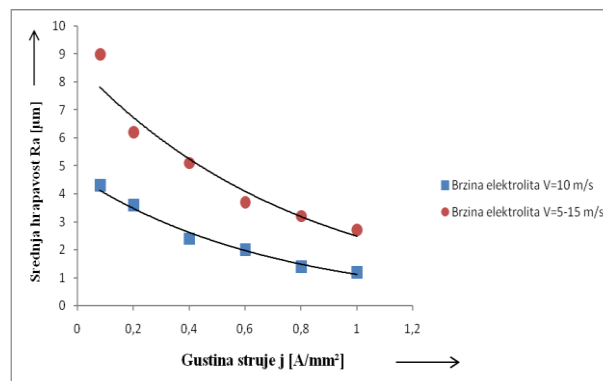
Očigledno je da sa porastom koncentracije elektrolita opada hrapavost obrađene površine pri ostalim konstantnim uslovima.



Slika 9 - Uticaj koncentracije elektrolita na kvalitet obrađene površine

**Eksperimentalni uslovi:** obradak: Č.4170; Stanje: normalno žaren; elektrolit:  $\text{NaNO}_3$

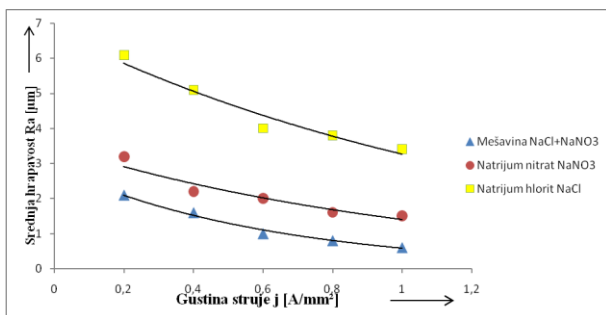
Za određeni nerđajući čelik, prema slici 10 izveden je eksperiment pri konstantnoj i pri promenljivoj brzini elektrolita. Sa aspekta hrapavosti obrađene površine povoljnije je održavati konstantnu brzinu elektrolita.



Slika 10 - Uticaj konstantnosti brzine strujanja elektrolita na kvalitet obrađene površine

**Eksperimentalni uslovi:** Elektrolit:  $\text{NaCl}$ ,  $k_{Cl^-}=300 \text{ (g/l H}_2\text{O)}$ , Č.4570

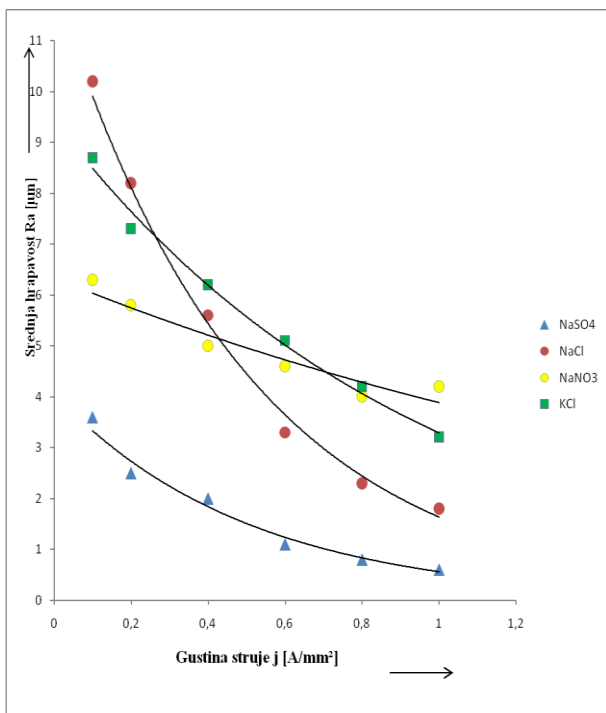
Da bi se utvrdio uticaj mešavine elektrolita, prema slici 11 izveden je eksperiment sa dva elektrolita  $\text{NaCl}$  i  $\text{NaNO}_3$ , kao i sa njihovom mešavinom. Očigledno je da mešavina utiče povoljno na kvalitet obrađene površine.



Slika 11. Uticaj mešavine (kombinovanja) elektrolita na kvalitet obrađene površine

**Ekperimentalni uslovi:** Elektrolit:  $k_{el} = 500$  (g/l  $H_2O$ ),  
 Obradak: Č.4170, normalno žaren

U poslednjem eksperimentu prema slici 12 za ispitivanje korozionog dejstva uzet je konstrukcioni ugljenični čelik Č 1531, koji nije koroziono postojan. Srednja hrapavost je merena za slučaj primene četiri elektrolita. Zapaža se da je najbolji kvalitet obrađene površine dobijen pri primeni natrijum sulfata ( $Na_2SO_4$ ), s obzirom da isti gotovo ne deluje koroziono na obradak.



Slika 12 - Uticaj korozivnog dejstva elektrolita na obradak

**Ekperimentalni uslovi:** Koncentracija svih elektrolita,  
 $k_{el} = 400$  (g/l  $H_2O$ ); Obradak: Č.1531

## 8. ZAKLJUČAK

Na bazi izvedenih eksperimentalnih istraživanja mogu se dati sledeći zaključci pri obradi ispitivanje grupe nerđajućih čelika:

Krupnoća zrna u strukturi materijala obradka, koja je posledica različitih stanja, bitno utiče na hrapavost obrađene površine, tako što se kod finijih zrna dobija manja hrapavost površine i obrnuto.

Nerđajući čelici pri ostalim istim uslovima daju manju hrapavost u kaljenom nego u poboljšanom stanju.

Nehomogenost materijala i prisustvo raznih uključaka pogoršava kvalitet obrađene površine.

Vrsta i karakteristike primenjenog elektrolita, takođe utiče na hrapavost obrađene površine.  $NaNO_3$  daje znatno bolji kvalitet obrađene površine nego  $NaCl$ .

Veća koncentracija elektrolita poboljšava kvalitet obrađene površine.

Režim obrade, pre svega gustina struje  $j$ , u svim ispitivanim slučajevima utiče na hrapavost tako što se sa povećanjem gustine struje smanjuje hrapavost obrađene površine.

Različita elektrohemijaska rastvorljivost pojedinih komponenata u leguri (čeliku), pogoršava hrapavost obrađene površine.

Uslov dobijanja što boljeg kvaliteta obrađene površine je da se brzina elektrolita pri obradi održava približno konstantno. Svako veće odstupanje dovodi do pogoršanja kvaliteta obrađene površine.

Mešavina pojedinih elektrolita kao što je pokazano može povoljno da utiče na kvalitet obrađene površine. Da bi se ovo moglo generalno zaključiti neophodno je izvesti eksperimente za različite mešavine elektrolita koje to dozvoljavaju.

Pri obradi konstrukcionih čelika koji nisu koroziono otporni odnosno postojani, kao elektrolit treba koristiti onaj koji što manje koroziono deluje na obradak, što je uslov za dobijanje što povoljnijeg kvaliteta obrađene površine.

Isto tako, zapaža se na bazi izvršenih eksperimenata da je pri elektrohemijaskoj strugarskoj obradi nerđajućih čelika, pod određenim uslovima moguće dobiti relativno visok kvalitet obrađene površine (kvalitet manji od N6).

Obradena površina na svim uzorcima je bila bez površinskih napona koji su karakteristični za klasičnu strugarsku obradu. Isto tako zapaženo je da se primenom odgovarajućih parametara obrade mogu dobiti glatke površine bez tragova struganja.

Odgovarajućim merenjem svih obrađenih uzoraka konstatovano je da je tačnost obrađene površine bila

relativno visoka i kretala se u granicama  $\pm 0,15\text{mm}$ , što najviše zavisi od tačnosti pozicioniranja obratka i alata, tačnosti elektrode kao i radnog zazora između obratka i elektrode. Takođe u odnosu na klasično struganje, treba konstatovati da se pri elektrohemijskoj obradi može postići znatno povećanje proizvodnosti pri ostalim istim uslovima.

## 9. LITERATURA

- [1] Perić A.: Obrada metala odnošenjem, „ Svjetlost“ Sarajevo, 1989.
- [2] Lazić M.: Nekonvencionalni postupci obrade. Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [3] Borcal J.: Nekonvenční metody obrábění. České vysokéučení technické v Praze, Fakultastrojní, Praha, 1998.
- [4] Degner W.: Elektrochemische Metallbearbeitung. VEB Verlag Technik, Berlin, 1994.
- [5] Lazarević D, Radovanović M.: Nekonvencionalne metode – obrada materijala odnošenjem, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, 1994.
- [6] Opitz H.: Moderne Produktionstechnik – Stand und Tendenzen. Verlag W. Girardent, Esen, 1991.
- [7] König W.: Fertigungsverfahren, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1979.
- [8] Trajkovski S.: Primena i tehnološki karakteristiki na nekonvencionalnitate metodi na obrabotka, XI Jugoslovensko savetovanje za proizvodstveno mašinstvo, Ohrid, 1977.
- [9] Milikić D.: Nekonvencionalni postupci obrade, Univerzitet u Novom Sadu, 2002.
- [10] Köning W., Degenhardt H.: Electro – Chemical Machining of Heat – Resistant Alloys, VDI, Düsseldorf, 1974.
- [11] Kubeth H.: Princip und Verfahrensmerkmale der Electrochemischen Bearbeitung svertfahren, Proc. Of the ISEM – 4, Bratislava, 1974.
- [12] Pal D., Herstellung von Schmiedegesenen durch ECM Abtragen. Proc. Of the ISEM – 4, Bratislava, 1974.
- [13] Schmidt Ott N.: Einführung in die elektrischen Abtragsverfahren und Übersicht. Fertigung 1/72, 1972.
- [14] Ivković B., Nekonvencionalni postupci obrade, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1975.
- [15] Попилов, Л. В.: Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов, Машиностроение, Ленинград, 1985.
- [16] Zdenković, R.: Obrada metala skidanjem, Sveučilište u Zagrebu, 1975
- [17] Trajkovski S.: Nekonvencionalni metodina obrabotki, MF, Skoplje, 1977.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION INFLUENCE OF CHARACTERISTICS PARAMETERS OF SURFACE QUALITY ON SOME STAINLESS STEEL AT ELECTROCHEMICAL SCRAPING PROCESSING

*In the introduction of this paper the basics of the electrochemical process and the most important technological characteristics of electrochemical process with a description of the reactions in electrolytic element. Two characteristic examples of chemical reactions in electrolytic cells are presented.*

*In the second part of this paper we studied influence of various parameters on surface quality for characteristic group of stainless steels. The mean arithmetic roughness Ra in the function of current density was measured in all experiments. Experiments were performed on the machine for electrochemical treatment on previous made tubes by using appropriate tools. In these experiments we studied different thermal state of the materials, various types and characteristics of used materials and its flow rate. Also, the influence of electrolyte mixtures was studied while the influence of corrosion effects is investigated for the characteristic construction steel. At the end of the paper discussion of the obtained experimental results were done.*

**Key words:** *electrochemical treatment, scrapping treatment, steels resistance on chemical influence, electrochemical reaction, surface quality, current density, thermal state of steel, electrolytes rate, electrolytes and eelectrolytic elements.*

Paper received: 15. 06. 2012.

Scientific paper