

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУУНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наукБрој захтева I/2-761Датум 28.06.2010**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације**

Молим, да сходно члану 46. ст.5.тач. 3. Статута у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

МОДЕЛОВАЊЕ ПРОЦЕСА ЛУЖЕЊА БОКСИТА У ЦИЉУ ПРЕДВИЂАЊА СТЕПЕНА ИЗЛУЖЕЊА Al_2O_3 НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Исидора (Милоје) Ђурић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

Технички факултет у Бору3. Година дипломирања: **2007.**

4. Назив магистарске тезе кандидата:

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:

6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је **НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ**на седници одржаној **17. 06 2010.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

На основу чл. 44. 81. и 144. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 17.06.2010. године, донело је

ОДЛУКУ

I Усваја се Извештај Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата **Исидоре Ђурић**, дипл. инж. индустријског менаџмента - мастер, под насловом „МОДЕЛОВАЊЕ ПРОЦЕСА ЛУЖЕЊА БОКСИТА У ЦИЉУ ПРЕДВИЂАЊА СТЕПЕНА ИЗЛУЖЕЊА Al_2O_3 “, који је сачинила Комисија у саставу: др Живан Живковић, ред. проф. Техничког факултета у Бору – ментор, др Иван Михајловић, доцент Техничког факултета у Бору и др Весна Спасојевић-Бркић, доцент Машинског факултета у Београду.

II Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Достављено:

- Већу научних области Универзитета
- Кандидату
- Студентској служби
- Архиви, VI/4

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

Декан

Проф. др Милад Антонијевевић



Univerzitet u Beogradu
TEHNIČKI FAKULTET U BORU

Nastavno-naučnom veću

TEHNIČKI FAKULTET U BORU

PRIMLJENO: 10.06.2010			
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrednost
VI-11	6	8/11	

**Predmet: Izveštaj komisije o prihvatanju teme doktorske disertacije kandidata
Isidore Djurić**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru br. VI/4-6-6.2. na sednici od 29.04.2010. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene teme za izradu doktorske disertacije kandidata Isidore Djurić studenta na doktorskim studijama pod nazivom: "Modelovanje procesa luženja boksita u cilju predviđanja stepena izluženja Al_2O_3 ". Predložena tema spada u naučno polje Tehničko-tehnoloških nauka i naučnoj oblasti inženjerskog menadžmenta za koju je Tehnički fakultet u Boru akreditovao studijske programe za sva tri nivoa studija. Na osnovu raspoloživog materijala Komisija podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Opšti biografski podaci

Kandidat Isidora Djurić rođena je 12.12.1977. godine u Boru gde je završila osnovnu i srednju školu. Tehnički fakultet u Boru završila je 2007. godine, a master studije na istom Fakultetu 2008. godine sa prosečnom ocenom 9,80. Od 2007. godine radi na Tehničkom fakultetu u Boru prvo kao saradnik u nastavi, a sada je asistent u svojstvu studenta na doktorskim studijama. Za sve vreme drži vežbe na studijskom programu Inženjerski menadžment na predmetima Upravljanje kvalitetom i Strategijski menadžment.

1.2. Podaci o magistarskoj tezi

Kandidat Isidora Djurić nije radila magistarsku tezu s obzirom da je posle završenih petogodišnjih osnovnih akademskih studija upisala doktorske studije na studijskom programu Inženjerski menadžment gde je položila sve ispite sa prosečnom ocenom 10,00 i time stekla pravo da prijavi temu za izradu doktorske disertacije.

1.3.Spisak objavljenih i saopštenih radova

Članak u međunarodnom časopisu sa SCI liste (M23):

1. **I.Djurić**, I.Mihajlović, D.Boigdanoivić, Ž.Živković, Modelling the process of kaolinite leaching from a copper mine flotation waste, Clay Minerals, 45(2010)107.

Radovi objavljeni u međunarodnim časopisima (M24)

1. **I.Djurić**, Dj.Nikolić, M.Vuković, The role of case study method in management research, Serbian Journal of Management, 5(1) (2010) 187.

Radovi objavljeni u vodećim časopisima nacionalnog značaja (M51)

1. D.Živković, **I.Djurić**, I.Lukić, An advance approach to selection of new technologies tech mining, Analele Universitatii Eftimie Murgu Resita" Studii Economice, Fascicola II, Anul, 1(2008), 98-104.

Radovi objavljeni u nacionalnim časopisima (M52)

- 1.. **I.Djurić**, Ž.Živković, I.Mihajlović, I.Jovanović, Zavisnost između liderstva i performansi kompanije: empirijska istraživanja TQM prakse u Srbiji, International Journal "Total Quality Management & Excellence", 37, 1-2(2009),511-516.
2. Ž.Živković, I.Mihajlović, **I.Djurić**, The influence of TQM practice to employes satisfaction and loyalty. International Journal "Total Quality Management & Excellence", 37, 3-4 (2009), 101 -105.

Radovi objavljeni u nacionalnim časopisima(M53)

1. **I.Djurić**, I.Jovanović, Ž.Živković, Strategija razvoja istraživačko- razvojne funkcije (R&D Management) u uslovima globalizacije, Poslovna politika, 7-8(2009), 18-22.

Monografska studija medjunarodnog značaja (M14)

- 1.CJ.Ciuurea, V.Rindasu, L.Milos, M.Milos, C.Rudolf, D.Markovic, Ž.Živković, D.Živković, I.Mihajlovic, **I.Djuric**, Dezvoltarea afacelirol – practica antreprenoriala de succes pentru societatile din Caras-Severin si Bor, Editura Eftimie Murgu Resita, 2008.

Radovi sa konferencija međunarodnog značaja-štampan u celini (M 33)

1. **I.Djurić**, D.Živković, I.Lukić, Teck Mining, Internacional Knowledge, Management & Economy Congress in Kocaelli University, November 2006., Turkey.
2. **I.Djurić**, D.Živković, I.Lukić, An advanced approach to selection of new technologies-Tech Mining, Conferinta Stiintifica Internationala cu prilejul "Zilei Economistului"-ZEC, 2008, Resita,Romania,

3. Ž.Živković, I.Mihajlović, **I.Djurić** The influence of TQM practice to employees' satisfaction and loyalty, Fifth International Working Conference "Total Quality Management – Advanced June, 2009, Belgrade, Serbia

4. **I.Durić**, Ž.Živković, I.Mihajlović, I.Jovanović, Zavisnost između liderstva i performansi: empirijska istraživanja TQM prakse u Srbiji, International Convention on Quality 2009., maj-june 2009., Belgrade, Serbia

Radovi sa konferencija nacionalnog značaja- štampani u celini (M63)

1. Ž.Živković, I.Mihajlović, **I.Durić**, Primena modela strategijskog upravljanja zalihama u poslovanju fabrike kreča "Zagrade", Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Bor, 2005.

2. **I.Durić**, I.Lukić, D.Živković Teck Mining- Savremeni alat pri izboru novih tehnologija, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Jagodina, 2006.

3. **I.Durić**, D.Živković, Aktuelni problemi upravljanja razvojem visokostručnih naučnih kadrova u Srbiji, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Jagodina, 2007.

4. **I.Durić**, Ž.Živković, Zavisnost između liderstva i performansi: empirijska studija kompanija u Srbiji, Međunarodna konferencija ICDQM, Beograd, 2008.

5. **I.Durić**, Ž.Živković, Zavisnost liderstva i performansi kompanije ostvarene kroz TQM praksu Međunarodna konferencija SymOrg u Beogradu, 2008.

6. R.Nikolić, **I.Durić**, Planiranje troškovima u tržišnoj ekonomiji, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, 2008.

7. **I.Durić**, R.Nikolić, Tehnički i ekonomski aspekti investiranja u rekonstrukciju peći u fabrici kreča „Zagrade, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, 2008.

8. R.Nikolić, S.Perović, **I.Durić**, N.Milićević, Ekološki troškovi i održivi razvoj, Međunarodni simpozijum Reciklažne Tehnologije i Održivi razvoj, Soko Banja, 2008.

9. **I.Durić**, N.Štrbac, Upravljanje medicinskim otpadom kao deo ekološkog menadžmenta, Majska Konferencija o Strategijskom Menadžmentu maj, Zaječar, 2009.

10. **I.Durić**, Motivacija zaposlenih u osnovnim školama, Majska Konferencija o Strategijskom Menadžmentu maj, Zaječar, 2009.

11. **I.Djurić**, T.Rajić, Uticajni faktori satisfakcije zaposlenih i potrošača, VI Majska konferencija o Strategijskom menadžmentu, 30 maj 1. juni, Kladovo, 2010.

12. T.Rajić, **I.Djurić**, D.Riznić, Validnost pristupa merenju kvaliteta usluga u visokom obrazovanju zasnovanog na performansama, VI Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, 30 maj 1. juni, Kladovo 2010.

1.4.Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu predhodnih činjenica, Komisija konstatuje da kandidat ispunjava formalne uslove za rad na izradi doktorske disertacije kao i naučno-stručnu usmerenost iz oblasti kojoj pripada predložena tema (inženjerski menadžment, višekriterijumsko odlučivanje i modelovanje tehnoloških procesa) te se ocenjuje podobnim za rad na predloženoj temi. Ove zaključke Komisija izvodi na osnovu činjenice da je kandidat položio sve ispite na doktorskim studijama i na osnovu sadržine već saopštenih i publikovanih radova.

2.PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1.Predmet istraživanja

Predmet istraživanja u okviru teme doktorske disertacije : “ Modelovanje procesa luženja boksita u cilju predviđanja stepena izluženja Al_2O_3 ”, pripada naučnoj oblasti inženjerskog menadžmenta, odnosno užim naučnim oblastima teoriji odlučivanja , operacionim istraživanjima i tehnološkom menadžmentu za koje je Fakultet u Boru akreditovan za nivo doktorskih studija.

Bayerov proces dobijanja glinice iz boksita je jedan od najsloženijih tehnoloških procesa koji se primenjuje u mnogim delovima sveta . Kapaciteti ovih pogona su imponantni u odnosu na mnoge druge tehnološke procese, a složenost procesa dovodi do toga da veliki broj parametara (input procesa) utiče na kvalitet izlaznih parametara u svakom njegovom delu, što sveukupno utiče na ukupnu efikasnost i efektivnost procesa u celini (Gontio et.al., 2009). Prva faza u Bayerovoj tehnologiji predstavlja proces luženja boksita natrijum aluminatnim rastvorom u kome se nalazi najveća količina materijala, sam proces se odvija na povišenoj temperaturi i pritisku iznad atmosferskog što ovaj proces čini osetljivim na upravljanje njegovim tehnološkim parametrima. Zbog njegovog značaja za ukupnu Bayerovu tehnologiju dobijanja glinice, proces luženja je predmet mnogih istraživača (Jamialahmadi,et.al., 1998; Hu, et.al., 2009;Cao, et.al., 2009, Periera et.al., 2009). S obzirom da složenost odvijanja procesa u industrijskim uslovima u novije vreme javlja se interes za modelovanje procesa u industrijskim uslovima njegovog odvijanja (Chehreh and Jorjani, 2009).

Napred navede činjenice ukazuju na aktuelnost istraživanja modelovanja procesa luženja boksita u industrijskim uslovima odvijanja u okviru Bayer-ove tehnologije dobijanja glinice. U delu definisanja parametara koji definišu efikasnost procesa polazni rezultati mogu biti dobijeni u laboratorijskim uslovima zbog nemogućnosti organizovanja eksperimenta luženja u industrijskim uslovima sa definisanim različitim vrstama

boksita. Za definisanje modela kojim se može upravljati u industrijskim uslovima odvijanja procesa koristiće se podaci dobijeni u industrijskim uslovima sa adekvatno definisanim statističkim skupom.

Predmet istraživanja se fokusira na problematiku procesa luženja u okviru Bayer-ove tehnologije dobijanja glinice. S obzirom da se kao jedan od najznačajnijih inputa procesa luženja javlja tip i kvalitet boksita : hidrargilit, bemit i dijaspor ili njihova mešavina hidrargilit – bemit i bemit dijaspor koji utiču na efikasnost procesa luženja koja se meri brzinom odvijanja procesa i stepenom izluženja Al_2O_3 . Odvijanje procesa luženja boksita rastvorom natrijum aluminata je tipično heterogeni proces u sistemu čvrsto – tečno u kome se tokom procesa menja hemijski i mineraloški sastav čvrste faze.

Kinetička ispitivanja različitih tipova boksita vršiće se u izotermkim uslovima odvijanja procesa koristeći odgovarajuće temperaturske intervale zavisno od tipa boksita koji se luži. Za obradu kinetičkih rezultata dobijenih u izotermkim uslovima koristiće se Charp-ova metoda za izbor kinetičkog modela (Charp, 1966) u cilju definisanja zavisnosti: stepen odvijanja procesa $\alpha = k(T).t$ za sve tipove boksita. Definisanjem zavisnosti dobijenih vrednosti energije aktivacije od gustine boksita koja se definiše preko sadržaja osnovnih minerala aluminijuma sadržanih u boksitu stvaraju se osnove za definisanje zavisnosti energije aktivacije procesa luženja boksita od gustine u njemu sadržanih minerala aluminijuma:

$$E = f(\text{gustine minerala aluminijuma u boksitu})$$

Dobijena zavisnost stvara mogućnosti prognoze odredjivanja vrednosti za E procesa luženja, ako je poznata vrednost gustine minerala aluminijuma u boksitu.

Na osnovu odredjenih vrednosti energije aktivacije procesa luženja različitih tipova boksita, potrebno je definisati kompenzacioni efekat iz zavisnosti $\log A = f(E)$ za proces luženja različitih tipova boksita (Agrawal, 1989). Dobijena zavisnost treba da omogući definisanje matematičkog modela predviđanja stepena izluženja od kinetičkih parametara različitih tipova boksita. Dobijeni model biće testiran sa praktičnim rezultatima i ocenjen statističkim relacijama R^2 i distribucijom standardne greške.

Za modelovanje procesa luženja u industrijskim uslovima odvijanja u okviru Bayer-ove tehnologije proizvodnje glinice izvršiće se snimanje tehnoloških parametara u fabrici glinice Birač u Zvorniku u dužem vremenskom periodu u cilju formiranja reprezentativnog statističkog skupa sa obimom 600 – 700 podataka, istovremeno snimljenih inputa i outputa procesa. Kod prikupljanja podataka u industrijskim uslovima posebna pažnja biće posvećena da se tehnološki proces odvija u stabilnim uslovima da bi variranje tehnoloških parametara bilo sto manje.

Kao output procesa luženja koji je najznačajniji u ovoj fazi Bayerove tehnologije dobijanja glinice je stepen izluženja Al_2O_3 iz boksita – Y, kojim se meri efikasnost i

efektivnost procesa a u velikoj meri utiče i na ukupnu efikasnost i efektivnost tehnologije dobijanja glinice u celini.

Uticajni parametri (input parametri) na autput parametar – Y koji se prati su: hemijski i mineraloški sastav boksita, sastav i kaustični modul rastvora na početku i na kraju luženja, granulacija boksita, temperatura luženja, intenzitet mešanja kao i sastav autoklavnog mulja – $X_1 \dots X_n$. Neki od input parametra se mogu držati konstantnim tokom odvijanja procesa luženja pa se broj input varijabla X_i može smanjiti.

Modelovanje procesa luženja u ovoj fazi rada, sa podacima dobijenih u industrijskim uslovima za definisanje matematičkog modela kojim se definiše korelaciona zavisnost izmedju autput i input parameta procesa luženja boksita, odnosno:

$$Y = f(X_1 \dots X_n)$$

Za definisanje ovako postavljene korelacione zavisnosti koristiće se sledeće metode:

- a) Linearna regresiona analiza kojom treba da se odredi zavisnost tipa:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots + eX_n$$

- b) Nelinearna regresija polinomskog tipa:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots + eX_n + fX_1^2 + gX_2^2 + hX_3^2 + \dots + iX_n^2 + jX_1X_2 + kX_1X_3 + lX_2X_3 + \dots + mX_{n-1}X_n$$

- c) Nelinearna korelacija metodom arifiiranih neuronskih mreža

Koristiće se kombinacija mreža sa jednim ili više skrivenih slojeva kao i izbor različitih back-propagation algoritmom učenja mreže što treba da definiše najpogodniju varijantu za statističku obradu razmatranih podataka dobijenih u industrijskim uslovima odvijanja procesa.

U sva tri slučaja modelovanja procesa luženja boksita u okviru Bayerove tehnologije dobijanja glinice napraviće se uporedna analiza statističkih parametara stepena fitovanja u uspostavljenoj korelaciji :

$$Y = f(X_1 \dots X_n)$$

i to R^2 izmedju izračunatih vrednosti po modelu i izmerenih, statističku značajnost pojedinih vrednosti p, distribuciju greške izmedju izmerenih i izračunatih vrednosti.

Za statističku obradu svih rezultata koristi će se softverski paket SPSS v.18 i MLAB.

Rezultati uporedne analize dobijenih rezultata definisaće najprihvatljiviji model zavisnosti autpta od input parametara procesa luženja boksita u okviru Bayerove tehnologije dobijanja glinice. Takodje, iz izvedene procedure može se izvesti i preporučiti procedura za modelovanje tehnoloških procesa istog tipa.

2.2. Ciljevi istraživanja

Ciljevi istraživanja su usmereni na fundamentalne doprinose u definisanju procesa luženja boksita u uslovima Bayerove tehnologije dobijanja glinice. Takođe, istraživanje ima i praktični značaj za upravljanje ovim delom Bayerove tehnologije u cilju povećanja njene efikasnosti i efektivnosti.

Fundamentalni karakter i očekivani naučni doprinosi u ovom radu je uspostavljanje korelacija između kinetičkih parametara i gustine sadržanih minerala aluminijuma u boksitu koja omogućuje prognozu kinetičkih parametara u procesu luženja ako se ima informacija o hemijskom i mineraloškom sastavu boksita. Takođe, preko kinetičkog kompenzacionog parametra (Agrawal, 1989) i tipa boksita definiše se model za određivanje zavisnosti stepena izluženja na osnovu kinetičkih parametara procesa.

Praktični doprinosi se očekuju u unapredjenju rezultata (Chelgani and Jorjan, 2009) dobijenih u Jajarm fabrici glinice (Iran) gde je modelovanje stepena izluženja Al_2O_3 u industrijskim uslovima modelovana na osnovu odnosa Al_2O_3/Fe_2O_3 ; Al_2O_3/SiO_2 i Al_2O_3/TiO_2 u autoklavnom mulju. Unapredjenje se sastoji u definisanju univerzalnog modela kojim se može predvideti stepen izluženja Al_2O_3 iz boksita u zavisnosti od radnih parametara procesa luženja na koje se može uticati upravljanjem ovim procesom. Na taj način praktični značaj definisanog modela sastoji se u tome da se izborom radnih parametara u procesu luženja može pouzdano prognozirati stepen izluženja Al_2O_3 koji predstavlja ključni pokazatelj efektivnosti i efikasnosti procesa luženja boksita u Bayerovoj tehnologiji dobijanja glinice, na mnogo bolji način nego što sadašnja literatura omogućuje (Chelgani and Jorjan, 2009, Gonito, et.al., 2009).

2.3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Polazna literatura koja je podstakla istraživanje je ona koja se odnosi na modelovanje tehnoloških procesa i istraživanja koja se odnose na proces luženja u Bayer-ovoj tehnologiji dobijanja glinice:

1. Chehrech, S.C., Jorjani, E., (2009) Artificial neural network prediction of Al_2O_3 leaching recovery in the Bayer process – Jajarm alumina plant (Iran), *Hydrometallurgy*, **97**:105 – 110.
2. Songqing, G., Zhonling, Y., Lijuan, Q., (2002) Investing method of Bayer digestion process of diasporic bauxite in China, *Light Metals*, **1**: 83-88.
3. Hu, B., Wingate, C., Smith, P., (2009) The effect of surface area on the modelling of quartz dissolution under conditions relevant to the Bayer process, *Hydrometallurgy*, **98**: 108-115.
4. Cao, S., Yhang, Y., Yhang, Yi, (2009) Preparation of sodium aluminatre from the leach liquor of diasporic bauxite in concentrated NaOH solution, *Hydrometallurgy*, **98**: 298-303.

5. Periera, J.A.M., Schwaab, M., Dell'Oro, E., Pinto, J.C., Monteiro, J.L.F., Henriques, C.A., (2009), The kinetics of goethite dissolution in NaOH, *Hydrometallurgy*, **96**:6-13.
6. Jamialahmadi, M., Muller – Steinhagen, H., (1998) Determining silica solubility in Bayer process liquor, *Journal of Metals*, **50(11)**:44-49.
7. Gontio, G.S., Brandao de Arujo, A.C., Prasad, S., Vasconcelos, L.G.S., Alves, J.J.N., Brito, R.P., (2009) Improving the Bayer process productivity – An industrial case study, *Minerals Engineering*, **22**:1130-1136.
8. Panias, D., Asimidis, P., Paspaliaris, I., (2001) Solubility of boehmite in concentrated sodium hydroxide solutions: model development and assessment, *Hydrometallurgy*, **59**: 15 – 29.
9. Živković, Ž., Mihajlović, I., Nikolić, Dj., (2009) Artificial neural network applied on the nonlinear multivariate problems, *Serbian Journal Management*, **4(2)**:143 – 156.

U izradi disertacije koriste se i modeli u kinetičkom modelovanju heterogenih procesa opisanih u posebnoj literaturi, kao i metode naprednog statističkog modelovanja:

10. Liu, D., Yudie, Y., Liao, S., (2009) Artificial neural network vs. Nonlinear regression for gold content estimation in pyrometallurgy, *Expert Systems with Applications*, **36**:10397-10400.
11. Agrawal, R.K., (1989) The compensation effect: a fact or a function, *Journal of Thermal Analysis*, **35**:909-917.
12. Charp., J.H., Brindley, G.W., Narahari, B.N., (1966) Numerical data for some commonly used solid state reaction equation, *Journal of Ceramics Society*, **49**: 379-382.
13. R. Vračar, Ž. Živković, *Ekstraktivna metalurgija aluminijuma*, Naučna knjiga Beograd, 1995.
14. Ž. Živković, *Teorija metalurških procesa*, Opšti deo, TF Bor, 1994.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Polazne hipoteze na osnovu kojih je definisan predmet istraživanja proizašle su analizom teorije i prakse procesa luženja boksita u uslovima Bayer-ove tehnologije. Definitivno različiti tipovi boksita luže se pri različitim uslovima u tehnološkom procesu. Na stepen izluženja Al_2O_3 iz boksita koji predstavlja output procesa, utiče veliki broj parametara koji se uspostavljaju tokom procesa luženja koji predstavljaju input procesa. Uspostavljanje korelacione zavisnosti outputa procesa luženja od inputa procesa ima značaja za upravljanje procesom i uticanje na njegovu efikasnost i efektivnost. Osnovna hipoteza koja se može postaviti na osnovu dosadašnjih rezultata raspoloživih u literaturi može da se definiše na sledeći način:

H0 – Moguće je metodama linearne i nelinearne regresije definisati korelacionu zavisnost između outputa i input parametara procesa luženja boksita u okviru Bayerove tehnologije dobijanja glinice koja omogućuje predviđanje output procesa sa promenom inputa procesa.

U praksi izvođenja procesa luženja boksita rastvorom natrijumhidroksida sreću se boksiti jednog mineraloškog sastava: hidrargilitnog, bemitnog ili dijasporovog tipa. Međutim, često u samom ležištu boksita mogu da budu kombinacije hidrargilit – bemit i bemit – dijaspor. U nekim fabrikama u šarži se često pravi mešavina boksita s obzirom da se boksit doprema iz različitih rudnika. Osnovna nepoželjna komponenta u boksitu je SiO_2 u rastvornom obliku, a to je najčešće u obliku kaolinita. Njegovo odstranjivanje pomoću mineralnih kiselina može biti korisno za sam Bayerov proces. Na osnovu ovih činjenica postavljene su sledeće posebne hipoteze:

H1. Veličina kinetičkih parametara procesa luženja boksita je funkcija mineraloškog sastava boksita koja se može izraziti preko gustine sadržanih minerala aluminijuma.

H2. Kompenzacioni efekat koji se može definisati za skup različitih boksita u procesu njihovog luženja može da se iskoristi za definisanje korelacione zavisnosti između stepena izluženja Al_2O_3 i kinetičkih parametara procesa.

Na stepen izluženja u procesu luženja utiče veliki broj parametara (Panais, et.al., 2001; Songqing, et.al., 2002; Hu, et.al., 2009; Periera et.al., 2009) procesa luženja kao što su: hemijski i mineraloški sastav boksita, sastav rastvora za luženje, temperatura luženja, intenzitet mešanja) što omogućuje da se postave sledeće hipoteze:

H3 Moguće je definisanje matematičku zavisnost između parametara tehnološkog procesa luženja boksita i stepena izluženja Al_2O_3 sa zadovoljavajućom statističkom značajnošću što će omogućiti boljem upravljanju outputom procesa promenom inputa u procesu luženja.

U modelovanju tehnoloških procesa ovog tipa koriste se najčešće linearna i nelinearna regresija kao i artifične neuronske mreže (luženje TiO_2 , Liu, et.al.2009, Živković, et.al.2009, Chechreh and Jorjani, 2009) gde se postižu dobri stepeni fitovanja. Ove činjenice omogućuju da se postavi sledeća hipoteza:

H4. Metodama linearne i nelinearne regresije kao i metodama ANN može se ostvariti modelovanje procesa luženja boksita sa zadovoljavajućim stepenom fitovanja. Uporednom analizom dobijenih rezultata definiše se najbolji model.

Literaturni podaci (Liu, et.al., 2009; Živković, et.al.,2009) pokazuju najbolje fitovanje podataka korišćenjem ANN sa back-propagation algoritmom za učenje mreže daje najveće mogućnosti za modelovanje, tehnoloških procesa što definiše sledeću hipotezu:

H5 Metodom ANN daju se najveće mogućnosti za modelovanje podataka dobijenih u industrijskim uslovima moguće je definisati stepen izluženja Al_2O_3 iz boksita od parametara procesa luženja sa velikom pouzdanošću.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.2. Opšte metode

Da bi se uspešno realizovali ciljevi istraživanja i potvrdile postavljene hipoteze u doktorskoj disertaciji koristiće se opšte i posebne metode logičkog rasudjivanja i naučnog saznanja. Od opštih metoda naučnog istraživanja biće korišćene metode:

- Analiza i sinteza
- Apstrakcija i konkretizacija
- Generalizacija i specijalizacija
- Komparacija,
- Iduktivno i deduktivno zaključivanje.

4.3. Posebne metode

Pored opštih metoda istraživanja koristiće se i sledeće posebne i pojedinačne metode, koje proizilaze iz specifičnosti postavljenog predmeta i cilja istraživanja. Izbor specifičnih naučnih metoda prvenstveno je određen činjenicom da postoje tri koraka u rešavanju tehnoloških problema i njihove optimizacije:

1. Izvodjenje eksperimenta ili praćenje tehnološkog procesa i registrovanje relevantnih input i output parametara.
2. Analiza , sinteza i sortiranje dobijenih podataka .
3. Matematičko modelovanje tehnološkog procesa na osnovu relevantnih podataka iz predhodne dve faze.

Mogu se navesti sledeće specifične metode koje se koriste u ovako postavljenom predmetu istraživanja:

- Eksperiment luženja uz praćenje relevantnih input i output rezultata;
- Kinetička obrada rezultata izotermne heterogene kinetike ,
- Statističko modelovanje dobijenih rezultata u cilju definisanja korelacije output = f (input).

Da bi se uspešno realizovao predmet istraživanja primeniće se i specifične naučne metode:

- Charpova metoda za izbor kinetičkog modela,
- Metoda linerane regresije,
- Metoda nelinearne regresije,
- Metoda artificiranih neuronskih mreža

Za obradu dobijenih rezultata koristiće se softverski paket SPSS v. 18 koji svojim modulima omogućuje realizaciju napred definisanih zadataka.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Očekivani naučni doprinos ovog rada sastoji se u sledećem:

- Usporedna analiza kinetičkih parametara luženja različitih tipova boksita i njihovih mešavina i definisanje zavisnosti energije aktivacije procesa od gustine minerala aluminijuma sadržanih u boksitu.
- Iz kompenzacionog efekta definisanog na bazi kinetičkih parametara procesa luženja boksita napravice se model prognoze autputa procesa luženja na bazi kinetičkih parametara sa prihvatljivim stepenom značajnosti.
- Na osnovu statistički prihvatljivog skupa 600- 700 rezultata dobijenih u industrijskim uslovima Bayer-ove tehnologije izvršiće se definisanje modela zavisnosti stepena izluženja Al_2O_3 iz boksita od parametara tehnološkog procesa korišćenjem linerane i nelinearne regresione analize i veštačkih neuronskih mreža. Validacija najboljeg modela biće izvršena u industrijskim uslovima Bayerove tehnologije dobijanja glinice.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

6.2. Plan istraživanja

Plan istraživanja, koji određuje tok rada na disertaciji, sastoji se iz sledećih faza:

- Proučavanje relevantnih literaturnih izvora,
- Definisanje procedure prikupljanja polaznih podataka
- Prikupljanje polaznih podataka za luženje unapred definisanih tipova boksita
- Prikupljanje podataka iz industrijskog pogona u fabrici glinice Birač u Zvorniku
- Kinetička obrada podataka luženja različitih tipova boksita

- Modelovanje procesa luženja na bazi kinetičkih podataka
- Modelovanje procesa luženja kaolinita na bazi kinetičkih podataka.
- Statistička obrada industrijskih podataka metodama linearne i nelinearne regresije
- Statistička obrada rezultata metodom veštačkih neuronskih mreža
- Analiza statističke značajnosti dobijenih rezultata
- Validacija definisanog modela u industrijskim uslovima odvijanja procesa.

6.3. Struktura rada

1. Uvodni deo

Literaturni pregled dosadašnjih istraživanja
 Značaj i složenost predmeta istraživanja
 Pregled i analiza dosadašnjih istraživanja
 Metode istraživanja
 Ciljevi istraživanja
 Hipoteze istraživanja i očekivani naučni doprinos

2. Modelovanje procesa luženja različitih tipova boksita

Analiza kvaliteta različitih tipova boksita
 Analiza stepena odvijanja reakcije luženja od vremena i temperature
 Definisanje zavisnosti vrednosti energije aktivacije od gustine minerala sadržanih u boksitu
 Definisanje zavisnosti kompenzacionog efekta od sastava boksita

3. Razvoj matematičkog modela stepena izluženja boksita od kinetičkih parametara

Razvoj modela zavisnosti stepena izluženja od kinetičkih parametara iz kompenzacionog efekta luženja različitih tipova boksita
 Određivanje statističke značajnosti definisanog modela

4. Modelovanje stepena izluženja Al_2O_3 iz boksita u zavisnosti od inputa procesa u uslovima Bayerove tehnologije dobijanja glinice u industrijskim uslovima

Analiza statističkog skupa podataka iz industrijskih uslova odvijanja procesa
 Analiza korelacione matrice input i output podataka u procesu luženja boksita
 Razvoj modela linearne regresione analize za razmatrane podatke
 Razvoj modela nelinearne regresione analize za razmatrane podatke
 Razvoj modela metodom artificiranih neuronskih mreža
 Usporedna analiza dobijenih rezultata i izbor optimalnog modela
 Validacija optimalnog modela na praktičnim rezultatima u okviru Bayerove tehnologije u industrijskim uslovima.

5. Zaključak

- Pregled i analiza doprinosa
- Predviđeni pravci daljeg istraživanja

6. Literatura

- Spisak korišćene literature

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu analize prijave i obrazloženja teme doktorske disertacije, Komisija za ocenu ispunjenosti uslova kandidata i naučne zasnovanosti teme, zaključuje da kandidat Isidora Djurić ispunjava sve zakonske i suštinske uslove za izradu predložene teme doktorske disertacije. Takođe, Komisija zaključuje da prijavljena tema po predmetu istraživanja, ciljevima istraživanja, sadržaju i očekivanim naučnim doprinosima, predstavlja značajno područje istraživanja i kao takva može biti predmet doktorske disertacije.

Komisija predlaže Naučno-nastavnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se kandidatu Isidori Djurić odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom: "Modelovanje procesa luženja boksita u cilju predviđanja stepena izluženja Al_2O_3 ". Takođe, Komisija predlaže da se za mentora imenuje prof. dr Živan Živković, redovni profesor Tehničkog fakulteta u Boru koji ispunjava sve Zakonom predviđene uslove (veći broj publikovanih radova na SCI listi)

U Boru juna 2010.

KOMISIJA



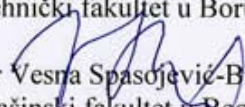
1. Prof. dr Živan Živković, red.prof.

Tehnički fakultet u Boru



2. dr Ivan Mihajlović, docent

Tehnički fakultet u Boru



3. dr Vesna Spasojević-Brkić, docent

Mašinski fakultet u Beogradu

PODACI O MENTORU

Ime i prezime: Prof. dr Živan Živković

Zvanje: Redovni profesor

Spisak radova objavljenih u naučnim časopisima sa Science Citation Index (SCI) liste koji kvalifikuju mentora za vođenje doktorske disertacije:

1. **Ž.Živković**, N.Štrbac, D.Živković, V.Velinovski, I.Mihajlović, Kinetics study and mechanism of chalcocite and covelite oxidation process., *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)715 [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425** (2005)].
2. D.Živković, D.Manasijević, **Ž.Živković**, Comparative thermodynamic investigation of binary Ga-Bi alloys, *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)71. [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425** (2005)].
3. I.Mihajlović, N.Štrbac, **Ž.Živković**, R.Kovačević, M.Stewcenik, A potential method for arsenic removal from copper concentrate, *Minerals Engineering*, 20(2007)26. [ISSN: 0892-6875; **SCI- IF=0,939**(2007)].
4. Dj. Nikolić, I.Jovanović, I.Mihajlović, **Ž.Živković**, Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality – an element of environmental management in the vicinity of copper - smelter complex in Bor, Serbia, *Journal of Environmental Management*, 91 (2009) 509. [ISSN: 0301 -4797 ; **SCI – IF= 1,794** (2008)].
5. I.Djurić, I.Mihajlović, D.Boigdanović, **Ž.Živković**, Modelling the process of kaolinite leaching from a copper mine flotation waste, *Clay Minerals*, 45(2010)107. [ISSN: 0009 -8558 ; **SCI – IF= 0,5** (2008)].

(navesti najmanje jedan rad u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje do 31.12.2008. godine, odnosno najmanje tri rada u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje u periodu od 1.01.2009 do 31.12.2009. godine, odnosno najmanje pet radova u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje počev od 1.01.2010. godine).

Mentor
Prof. dr Živan Živković



DEKAN FAKULTETA
Prof. dr Milan Antonijević

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: Исидору Ђурић

Име и презиме ментора: Живан Живковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

-
1. **Ž.Živković**, N.Štrbac, D.Živković, V.Velinovski, I.Mihajlović, Kinetics study and mechanism of chalcocite and covellite oxidation process., *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)715 [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425**; 33/70; (2005)].
 2. D.Živković, D.Manasijević, **Ž.Živković**, Comparative thermodynamic investigation of binary Ga-Bi alloys, *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)71. [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425** ;33/70;(2005)].
 3. I.Mihajlović, N.Štrbac, **Ž.Živković**, R.Kovačević, M.Stewcenik, A potential method for arsenic removal from copper concentrate, *Minerals Engineering*, 20(2007)26. [ISSN: 0892-6875; **SCI- IF=0,939**; 6/16;(2007)].
 4. Dj. Nikolić, I.Jovanović, I.Mihajlović, **Ž.Živković**, Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality – an element of environmental management in the vicinity of copper - smelter complex in Bor, Serbia, *Journal of Environmental Management*, 91 (2009) 509. [ISSN: 0301 -4797 ; **SCI – IF= 2,674**; 48/180; (2009)].
 5. I.Djurić, I.Mihajlović, D.Boigdanović, **Ž.Živković**, Modelling the process of kaolinite leaching from a copper mine flotation waste, *Clay Minerals*, 45(2010)107. [ISSN: 0009 -8558 ; **SCI – IF= 1,608** ; 11/27; (2009)].

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г)

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада на SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI или SCie листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га по оцени Већа научних области, класификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

Датум: 15.06.2010



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. Др Милан Антонијевић