

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **АДСОРПЦИЈА ЈОНА ТЕШКИХ МЕТАЛА ИЗ ВОДЕНИХ РАСТВОРА КОРИШЋЕЊЕМ ТРИНЕ ЛИСТОПАДНИХ ВРСТА ДРВЕТА КАО АДСОРБЕНСА**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Драгана (Славољуб) Божић**
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Технички факултет у Бору**
3. Година дипломирања: **2006.**
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 **24.12.2015.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Драгана Живковић

Прилог:

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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-4-8.1.
Бор, 25. 12. 2015. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 24. 12. 2015. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Драгане Божић**, дипл. инж. металург.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: **„Адсорпција јона тешких метала из водених раствора коришћењем трине листопадних врста дрвета као адсорбенса“.**

III За ментора се именује др Нада Штрбац, редовни професор Техничког факултета у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Доставити:

- Већу научне области Универзитета у Београду
- именованој
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Драгана Живковић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технички факултет у Бору

НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Драгане Божић, дипл.инж.металургије, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно – научног већа Техничког факултета у Бору бр. VI/4-3-11.1. од 26.11.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Драгане Божић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **"Адсорпција јона тешких метала из водених раствора коришћењем трине листопадних врста дрвета као адсорбенса"**.

Предложена тема спада у научно поље техничко-технолошких наука и припада научној области Металуршко инжењерство, за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме за сва три нивоа студија. На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1 ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Драгана Божић рођена је 01.04.1980. године у Бору (Србија), где је завршила основну школу и Гимназију Бора Станковић. Уписала је Технички факултет у Бору (студијски програм Металуршко инжењерство), 1999.године. На Техничком факултету у Бору, на студијском програму Металуршко инжењерство, дипломирала је 2006. године са просечном оценом 7,61/10 и оценом 10/10 на дипломском раду и тиме стекла звање дипломирани инжењер металургије. У периоду од маја 2008.године до маја 2009. године волонтирала је на Техничком факултету у Бору након чега је добила сертификат о похађаном пројекту Приправници – волонтери финансиран од стране Националне службе за запошљавање. Од 1.1.2011. ради у Институту за рударство и металургију као истраживач сарадник где је ангажована на пројектима које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја: Развој

технологија за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из чврстог отпада Србије до висококвалитетних производа – евиденциони број пројекта ТР34024, и Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности – евиденциони број пројекта ИИИ46010

Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Драгана Божић је након завршених основних академских студија и положеног приправничког рада, октобра 2009. године уписала докторске академске студије на студијском програму Металуршко инжењерство на Техничком факултету у Бору. Након положених свих испита, октобра 2015.године одбранила је оценом 10/10 семинарски рад у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације на докторским студијама под називом "Адсорпција јона метала из водених раствора коришћењем природних адсорбена на бази дрвета". Положени испити и остварени ЕСПБ бодови: Методологија НИР-а (оцена 10) - 15 ЕСПБ, Металуршка термодинамика 2 (оцена 10) - 15 ЕСПБ, Металуршка кинетика (оцена 10) - 15 ЕСПБ, Хидро и електрометалуршки процеси (оцена 7) - 15 ЕСПБ, Феномени преноса 2 (оцена 7) - 15 ЕСПБ и Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације (оцена 10) – 15 ЕСПБ.

Објављени радови кандидата

ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА (М82):

1. S. Dragulović, V. Trujić, S. Dimitrijević, Z. Ljubomirović, B. Trumić, R. Marković, **D. Božić**, M. Gorgievski, Dobijanje rodijuma visoke čistoće(min. 99,95% Rh) iz sekundarnih sirovina metodom solventne ekstrakcije, 2011.
2. S. Dragulović, S. Dimitrijević, B. Trumić, R. Marković, **D. Božić**, M. Gorgievski, S. Alagić, Elektrohemijsko dobijanje kalijum zlatnog cijanida 2015.

РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У ЧАСОПИСИМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА (М20):

- РАД У ВРХУНСКОМ МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ (М21)

1. **D.Božić**, V.Stanković, M. Gorgievski, G.Bogdanović, R. Kovačević, Adsorption of heavy metal ions by sawdust of deciduous trees, Journal of Hazardous Materials 171 (2009) 684-692.
2. M. Gorgievski, **D.Božić**, V.Stanković, G.Bogdanović, Copper electrowinning from acid mine drainage: A case study from the closed mine "Cerovo", Journal of Hazardous Materials 170 (2009) 716-721.
3. M. Gorgievski, **D.Božić**, V.Stanković, N. Štrbac, S. Šerbula, Kinetics, equilibrium and mechanism of Cu^{2+} , Ni^{2+} and Zn^{2+} ions biosorption using wheat straw, Ecological Engineering, 58 (2013) 113-122.

4. **D.Božić**, M. Gorgievski, V.Stanković, N. Štrbac, S. Šerbula, N. Petrović, Adsorption of heavy metal ions by beech sawdust – Kinetics,mechanism and equilibrium of the process, Ecological Engineering, 58 (2013) 202-206.

РАДОВИ ПУБЛИКОВАНИ У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА (M23):

1. V. Stanković, **D. Božić**, M. Gorgievski, G. Bogdanović, Heavy metal ions adsorption from mine waters by sawdust, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly 15 (4) (2009) 237-249.

РАДОВИ ПУБЛИКОВАНИ У НАЦИОНАЛНИМ ЧАСОПИСИМА (M52):

1. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, V. Trujić, Adsorpcija jona bakra korišćenjem trine bukve, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu 20, Leskovac, (2011) 27-34.
2. M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Stanković, V. Trujić, Biosorpcija jona bakra korišćenjem pšenične slame kao adsorbensa, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu 20, Leskovac, (2011) 35-43.
3. S. Dragulović, S. Dimitrijević, M. Gorgievski, Lj. Mladenović, Z. Stanojević-Šimšić, V. Conić, **D. Božić**, Proizvodnja srebra jodida iz srebra dobijenog preradom različitih sekundarnih sirovina, Bakar 37 (2012) 2 31-36.
4. S. Dragulović, **D. Božić**, M. Gorgievski, Lj. Mladenović, S. Dimitrijević, Z. Stanojević-Šimšić, V.Conić, Definisanje optimalnih parametara elektro-hemijskog rastvaranja zlata u rastvoru kalijum-cijanida Bakar 37 (2012) 2 43-48.
5. S. Dragulović, **D. Božić**, M. Gorgievski, Lj. Mladenović, S. Ivanović,Z. Stanojević-Šimšić, Dobijanje indijuma iz otpadnih LCD monitora, Bakar 38 (2013) 2 55-60
6. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić**, V. Stanković, D. Živković, Removal of nickel ions from synthetic solutions using wheat straw and beech sawdust, Ecologica 21 (74) (2014) str.267-271.

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА МЕЂУНАРОДНИМ СКУПОВИМА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ (M33):

1. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, G. Bogdanović, R. Kovačević, Removal of heavy metals from mine waters by adsorption on sawdust, Proceedings, 40th International October Conference on Mining and Metallurgy, Sokobanja, Serbia, (2008) 277 - 284.
2. M. Gorgievski, **D.Božić**, V.Stanković, G.Bogdanović, Copper electrowinning from seepages of closed mine "Cerovo", Proceedings, 40th International October Conference on Mining and Metallurgy, Sokobanja, Serbia (2008) 386 - 392.
3. V. Cvetanovski, **D. Božić**, M. Gorgievski, M. Šteharnek, V. Stanković, Electroplating plants rinse waters treatment by column adsorption onto wheat straw, Proceedings,

- XVIII International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth" ECO-IST'10, Spa Junaković, Apatin, Serbia, (2010) 366-371.
4. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, Column adsorption of copper, zinc and nickel ions onto beech sawdust and wheat straw, Proceedings, 42nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2010) 78-81.
 5. **D. Božić**, M. Gorgievski, S. Ivanović, Z. Ljubomirović, T. Apostolovski-Trujić, Column adsorption of copper ions onto beech sawdust and wheat straw, 11th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, SGEM2011, Bulgaria (2011) 815-819.
 6. **D. Božić**, M. Gorgievski, Ljubiša Mišić, Vlastimir Trujić, Adsorption of zinc ions onto beech sawdust, 1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management, Zaječar, Serbia, (2011) 136-141.
 7. M. Gorgievski, **D. Božić** Ljubiša Mišić, Vlastimir Trujić, Adsorption of zinc ions onto wheat straw, 1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management, Zaječar, Serbia, (2011) 158-163.
 8. Z. Stanojević-Šimšić, S. Dragulović, Z. Ljubomirović, V. Conić, **D. Božić**, Study of platinum traces behavior during high purity rhodium winning by solvent extraction, 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology", TMT 2011, Prague, Czech Republic, (2011), 677-680.
 9. S. Dragulović, **D. Božić**, M. Gorgievski, Ž. Kamberović, M. Korać, Electrolitcal purification of Rh from $\text{Rh}_2(\text{SO}_4)_3$ solution, 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology", TMT 2011, Prague, Czech Republic, (2011), 693-696.
 10. S. Ivanović, M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Trujić, Lj. Mišić, Removal of platinum group metals (PGMs) from the spent automobile catalyst by the pyrometallurgical process, 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology", TMT 2011, Prague, Czech Republic, (2011), 701-704.
 11. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, N.Štrbac, S. Dragulović, Z. Stanojević-Šimšić, Z. Ljubomirović, Adsorption of nickel ions onto beech sawdust, Proceedings, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2011) 396-399.
 12. S. Ivanović, Lj. Mišić, M. Gorgievski, B. Čadenović, T. Apostolovski-Trujić, **D. Božić**, The manufacturing of chamotte pots and magnesite cupels intended for cupellation analysis of precious metals, Proceedings, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2011) 412-415.
 13. Z. Stanojević-Šimšić, S. Dragulović, Z. Ljubomirović, V. Conić, **D. Božić**, M. Gorgievski, D. Simonović, An overview of the plating bath preparation from recycled rhodium to rhodium (III) – sulphate, Proceedings, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2011) 136-138.
 14. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, N.Štrbac, S. Dragulović, Beech sawdust and wheat straw as natural adsorbents for the adsorption of zinc ions from synthetic solution, Proceedings, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2012) 603-606.
 15. M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Stanković, N.Štrbac, S. Dragulović, Wheat straw as an adsorbent for nickel ions adsorption from synthetic solutions, Proceedings, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, (2012) 613-616.

16. **D. Božić**, N. Štrbac, M. Gorgievski, V. Stanković, Column adsorption of zinc ions onto beech sawdust and wheat straw, 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, (2013), Proceedings, pp.668-671 (ISBN 978-86-6305-012-9).
17. Z. Stanojević-Šimšić, S. Dragulović, V. Conić, S. Dimitrijević, Z. Ljubomirović, M. Gorgievski, **D. Božić**, Indium recycling from waste products in the world, 3rd International Symposium on Environmental and Material Flow Management, EMFM 2013, 27-29. June, Birkenfeld, Germany (2013).
18. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić**, V. Stanković, D. Živković, Removal of copper ions from aqueous solution by wheat straw and beech sawdust, XXII International Conference "Ecological Truth" ECO-IST'14, 10-13 June 2014, Hotel "Jezero", Bor Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp. 271-276, (ISBN 978-86-6305-021-1).
19. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić**, V. Stanković, M. Cakić, Column adsorption of nickel ions from aqueous solution using wheat straw and beech sawdust, 46th International October Conference on Mining and Metallurgy, 01-04 October 2014, Bor, Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp. 469-472, (ISBN 978-86-6305-026-6).
20. Z. Stanojević-Šimšić, V. Conić, S. Dragulović, **D. Božić**, M. Gorgievski, Z. Ljubomirović, Lj. Mladenović, Tungsten carbide recycling, 46th International October Conference on Mining and Metallurgy, 01-04 October 2014, Bor, Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp. 160-163, (ISBN 978-86-6305-026-6).
21. **D. Božić**, N. Štrbac, M. Gorgievski, V. Stanković, Adsorption of copper and nickel ions onto beech sawdust as an adsorbent, 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 04-06 October 2015, Bor, Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp. 379-382, (ISBN 978-86-7827-047-5).
22. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić** and V. Stanković, The adsorption of Cu²⁺ and Ni²⁺ ions from synthetic solutions using low cost biosorbent wheat straw, XXIII International Conference "Ecological truth" Eco-Ist'15, 17-20 June 2015, Hotel "Putnik", Kopaonik, Serbia, Proceedings, 343-348, (ISBN 978-86-6305-032-7).
23. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić** and V. Stanković, D. Živković, Utilisation of wheat straw as biosorbent for the removal of Cu²⁺ and Pb²⁺ ions from synthetic solutions, X International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, 4-7 November 2015, Hotel "Albo" Bor, Serbia, 74-79, (ISBN 978-86-6305-037-2).

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА НАЦИОНАЛНИМ СКУПОВИМА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ (M63):

1. **D. Božić**, I. Manasijević, G. Bogdanović, V. Stanković, Izdvajanje bakra iz rudničkih voda korišćenjem trine kao adsorbensa, Zbornik radova, Ekološka istina, Sokobanja (2008) 115-119.
2. **D. Božić**, V. Stanković, M. Gorgievski, G. Bogdanović, Adsorpcija jona bakra u koloni sa trinom kao adsorbensom, Zbornik radova, Ekološka istina, Kladovo (2009) 133-136.
3. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, G. Bogdanović, Adsorpcija jona teških metala korišćenjem trine kao adsorbensa, Zbornik radova, Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Kladovo (2009) 352-355.

4. M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Stanković, G. Bogdanović, Adsorpcija jona bakra sa pšeničnom slamom kao adsorbensom, Zbornik radova, Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Kladovo (2009) 356-359.
5. J. V. Kalinović, **D. Božić**, V. Stanković, M. Gorgievski, S. M. Šerbula, T. S. Klinović, A. A. Ilić, R. Stamenkovski, Adsorption of Pb^{2+} ions from synthetic solutions on the beech sawdust, III International Symposium "Mining 2012", Zlatibor, Serbia, (2012) 467-472.
6. T. S. Klinović, **D. Božić**, V. Stanković, M. Gorgievski, S. M. Šerbula, A. A. Ilić, J. V. Kalinović, V. Cvetanovski, Adsorption of Pb^{2+} ions from synthetic solutions on wheat straw, III International Symposium "Mining 2012", Zlatibor, Serbia, (2012) 480-484.

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА МЕЂУНАРОДНИМ СКУПОВИМА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ (М34):

1. V. Stanković, **D. Božić**, I. Manasijević, G. Bogdanović, Direct electrowinning of copper from mine waters, Regional Symposium on Electrochemistry of South- East Europe, Rovinj, Croatia (2008) 128-129.
2. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, Sawdust as an adsorbent for the copper ions adsorption, Proceedings, 37th International Conference of Slovak Society of Chemical Engineering, Slovakia, (2010) 109.
3. M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Stanković, Removal of copper ions from aqueous solution by adsorption onto wheat straw, Proceedings, 37th International Conference of Slovak Society of Chemical Engineering, Slovakia, (2010) 110.
4. **D. Božić**, M. Gorgievski, V. Stanković, The adsorption of copper ions onto beech sawdust, Book of abstracts, 9th Symposium Novel Technologies and Economic Development, Leskovac, (2011) 149.
5. M. Gorgievski, **D. Božić**, V. Stanković, Biosorption of copper ions onto wheat straw, The adsorption of copper ions onto beech sawdust, Book of abstracts, 9th Symposium Novel Technologies and Economic Development, Leskovac, (2011) 148.
6. **D. Božić**, M. Gorgievski, Ljubiša Mišić, Vlastimir Trujić, Adsorption of zinc ions onto beech sawdust, 1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management, Zaječar, Serbia, (2011) 136-141
7. M. Gorgievski, **D. Božić**, Ljubiša Mišić, Vlastimir Trujić, Adsorption of zinc ions onto wheat straw, 1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management, Zaječar, Serbia, (2011) 158-163.
8. N. Štrbac, M. Gorgievski, D. Minić, D. Živković, A. Mitovski, **D. Božić**, Termijska analiza prirodnog minerala galenita, Šesti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, (2013), Zbornik izvoda radova, p.18, (ISBN 978-86-6305-014-3).
9. M. Gorgievski, N. Štrbac, **D. Božić**, V. Stanković, D. Živković, Removal of nickel ions from synthetic solutions using wheat straw and beech sawdust, International Scientific Conference on Sustainable Economy and the Environment, Beograd, 23-25. april, 2014, Book of Abstracts, p.148 (ISBN 978-86-89061-05-5).

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА НАЦИОНАЛНИМ СКУПОВИМА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ (M64):

1. I. Manasijević, **D. Božić**, V. Stanković, Adsorpcija jona bakra iz rudničkih voda korišćenjem trine kao adsorbensa, XLVI Savetovanje srpskog hemijskog društva, Beograd (2008) 30.
2. **D. Božić**, N. Štrbac, I. Mihajlović, Ž. Živković, M. Gorgievski, Termijska analiza i kinetika procesa oksidacije prirodnog minerala enargita, Zbornik izvoda radova, IV Simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Zaječar (2009) 16.

Учешће на пројектима МНТР

1. Назив пројекта: Развој технологија за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из чврстог отпада Србије до висококвалитетних производа (број пројекта ТР 34024), реализатор: Институт за рударство и металургију у Бору, руководилац: проф.др Властимир Трујић, време трајања пројекта: 2011-2015.год.
2. Назив пројекта: Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности, (број пројекта ИИИ46010), реализатор: Технолошко-металуршки факултет у Београду, руководилац: проф.др Бранко Бугарски, време трајања пројекта: 2011-2014.год.

1.2.Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходно изложеног, Комисија констатује да кандидат, дипл.инж.металург., Драгана Божић има научно-стручну усмереност ка области *Металуршко инжењерство* којој припада предложена тема, те се оцењује подобном зарад на тој теми. Комисија закључује да кандидат Драгана Божић поседује све потребне квалификације – стекла је знање и искуство кроз досадашњи научно-истраживачки рад у области из које је предложена тема докторске дисертације и испуњава све формалне услове за одобравање израде докторске дисертације.

2 ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације АДСОРПЦИЈА ЈОНА ТЕШКИХ МЕТАЛА ИЗ ВОДЕНИХ РАСТВОРА КОРИШЋЕЊЕМ ТРИНЕ ЛИСТОПАДНИХ ВРСТА ДРВЕТА КАО АДСОРБЕНСА припада научној области Металуршко инжењерство, за коју је Технички факултет у Бору акредитован на нивоу докторских студија.

Загађење човекове околине, а нарочито водених ресурса, је резултат неконтролисаног испуштања токсичних материја из разних индустријских постројења у непосредну околину.

Истраживачи који се баве овом проблематиком, раде на новим такозваним зеленим технологијама базираним на еколошки прихватљивим стандардима у свим гранама привреде. Конвенционалне технологије коришћене за пречишћавање отпадних вода нису задовољиле услове пре свега због високих оперативних трошкова. Савремене методе у домену сепарационих технологија стављају акценат на економску исплативост, а самим тим и на цену коришћених техника. У спектру развијених метода за уклањање тешких метала из отпадних вода, адсорпција ових јона из водених раствора коришћењем природних адсорбенса, показала се као једна од ефикаснијих и исплативих метода. У 21.веку животна средина постаје све више загађена, а површинске и подземне воде су, директно или индиректно, угрожене услед свакодневног избацивања отпадних вода најразличитијег састава. Пречишћавање отпадних вода данас привлачи све више пажње, а захтеви који се намећу су све већи. Отпадне воде могу се испуштати у реципијент уз примену одговарајућег третмана, на начин и до нивоа који не представља опасност за природне процесе или за обнову квалитета и количине воде и који не умањује могућност њиховог вишенаменог коришћења. Загађење животне средине тешким металима представља озбиљну претњу људском здрављу и еколошким системима, због хемитоксичности. Уклањање тешких метала из отпадних вода може се постићи различитим физичко-хемијским методама: јонском изменом, адсорпцијом, електрохемијским процесима и др.

Биосорпција се може дефинисати као способност одређених биосорбената да вежу или концентришу одређене јоне из водених раствора. Прва истраживања у овој области датирају из деведесетих година прошлог века. Због актуелности и значаја биосорпције, број публикованих научних радова из ове области константно расте. Главне предности ове методе су њена ефикасност у смањењу концентрације јона тешких метала и ниска цена. Опсежна истраживања показала су да се многи пољопривредни нус-производи као и отпадни материјали из прехранбене и дрвне индустрије, који имају ниску или пак никакву економску вредност, могу користити за адсорпцију тешких метала у мањој или већој мери. Материјали који су испитивани као потенцијално могући адсорбенси за адсорпцију јона тешких метала су: орах и љуске ораха, коштице маслине, љуске кикирикија, лука, љуспе пиринча, остаци при преради кафе и чаја и читав низ других сличних биљних отпадних материјала. Велики број истраживача бави се проучавањем алги, као организмима који се користе за адсорпцију тешких метала. Алге представљају обновљиву природну биомасу и у великој количини су присутне у приморским зонама света. Посебна пажња усмерена је на лигноцелулозне биосорбенте, попут коре и трине различитих врста дрвета који су нус-производи у дрвној индустрији и као такви представљају проблем њиховог складиштења и даље употребе, па се као такви могу користити за адсорпцију разних углавном јона тешких метала из отпадних вода. Трина, која има значајан потенцијал као адсорбент, посебно је привукла пажњу истраживача који се баве пречишћавањем отпадних вода.

2.2. Циљ истраживања

Основни циљ ове докторске дисертације, биће да се испитају адсорпционе способности трине листопадног дрвећа за адсорпцију јона тешких метала из водених раствора; да се испита утицај појединих параметара процеса, као и да се расветли механизам адсорпције и улога алкалних и земноалкалних метала присутних у структури адсорбенса на процес адсорпције. Такође, покушаће се да се објасни утицај појединих физичко-хемијских особина јона метала на адсорпцију датог јона.

Резултати који буду добијени у току израде ове докторске дисертације биће публиковани у форми научних радова у међународним часописима са SCI листе, домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним скуповима.

2.3. Осврт на релевантне библиографске изворе

Уклањање јона метала из водених раствора коришћењем природних адсорбенаса – биосорпција, посебно је актуелна последњих двадесетак година, што је довело до публиковања великог броја радова из ове области. Биосорпција, као алтернатива постојећим конвенционалним технологијама, била је и још увек је предмет интересовања истраживача са циљем да се комерцијални адсорбенси замене нешто мање ефикасним, али зато много јефтинијим природним адсорбенсима.

Прегледом литературе установљени су релевантни референтни извори од значаја за испитивану проблематику:

- N. Sharma, D.P. Tiwari, S.K. Singh, Decolourisation of synthetic dyes by agricultural waste – a review, *Int. J. Sci. Eng. Res.* 3 (2012) 1–10.
- A.T. Paulino, F.A.S. Minasse, M.R. Guilherme, A.V. Reis, E.C. Muniz, J. Nozaki, Novel adsorbent based on silkworm chrysalides for removal of heavy metals from wastewaters, *J. Colloid Interface Sci.*, 301 (2006) 479-487.
- C.E. Borba, R. Guirardello, E. A. Silva, M. T. Veit, C. R. G. Tavares, Removal of nickel (II) ions from aqueous solution by biosorption in a fixed bed column: experimental and theoretical breakthrough curves, *Biochem. Eng. J.* 30 (2006) 184-191.
- E. Demirbas, M. Kobya, M.T. Sulak, Adsorption kinetics of a basic dye from aqueous solutions onto apricot stone activated carbon, *Bioresour. Technol.* 99 1414 (2008) 5368–5373.
- Md. Motiar, Khan R. Manju Ray, Arun K. Guha, Mechanistic studies on the binding of Acid Yellow 99 on coir pith, *Bioresour. Technol.* 102 (2011) 2394– 2399.

- M.C. Somasekhara Reddy, L. Sivaramakrishna, A. Varada Reddy, The use of an agricultural waste material, Jujuba seeds for the removal of anionic dye (Congo 1508 red) from aqueous medium, *J. Hazard. Mater.* 203–204 (2012) 118–127.
- N. Oyaro, O. Juddy, E.N.M. Murago, E. Gitonga, The contents of Pb, Cu, Zn and Cd in meat in Nairobi, Kenya, *Int.J. Food Agric. Environ.* 5 (2007) 119–121.
- N.F. Cardoso, E.C. Lima, I.S. Pinto, C.V. Amavisca, B. Royer, R.B. Pinto, W.S. Alencar, S.F.P. Pereira, Application of cupuassu shell as biosorbent for the removal of textile dyes from aqueous solution, *J. Environ. Manage.* 92 (2011) 1237–1247.
- G. Busca, S. Berardinelli, C. Resini, L. Arrighi, Technologies for the removal of phenol from fluid streams: a short review of recent developments, *J. Hazard. Mater.* 160 (2008) 265–288.
- Amjad H. El-Sheikh, Alan P. Newman, Adi J. Said, Abdullah M. Alzawahreh, Malek M. Abu-Helal Improving the adsorption efficiency of phenolic compounds into olive wood biosorbents by pre-washing with organic solvents: Equilibrium, kinetic and thermodynamic aspects, *Journal of Environmental Management* 118 (2013) 1–10.
- A.E. Ofomaja, E.I. Unuabonah, Kinetics and time-dependent Langmuir modeling of 4-nitrophenol adsorption onto *Mansonia* sawdust, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 44 (2013) 566–576.
- L.A. Rodrigues, M.L.C. Pinto da Silva, M.O. Alvarez-Mendes, A. dos Reis Coutinho, G.P. Thim, Phenol removal from aqueous solution by activated carbon produced from avocado kernel seeds, *Chem. Eng. J.* 174 (2011) 49–57.
- H. Paudyal, B. Pangeni, K. Inoue, H. Kawakita, K. Ohto, K.N. Ghimire, H. Harada, S. Alam, Adsorptive removal of trace concentration of fluoride ion from water by using dried orange juice residue, *Chem. Eng. J.* 223 (2013) 844–853.
- A.C.A. de Lima, R.F. Nascimento, F.F. de Sousa, J.M. Filho, A.C. Oliveira, Modified coconut shell fibers: a green and economical sorbent for the removal of anions from aqueous solutions, *Chem. Eng. J.* 185–186 (2012) 274–284.
- O.M. Akpa, E.I. Unuabonah, Small-sample corrected akaike information criterion: an appropriate statistical tool for ranking of adsorption isotherm models, *Desalination* 272 (2011) 20–26.

3 ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Полазне хипотезе, којима је дефинисан предмет истраживања, произашле су из анализе литературе и све веће потребе за примену отпадних био-материјала као замене комерцијалних адсорбенса за адсорпцију јона метала из водених раствора.

Основна хипотеза при дефинисању теме дисертације била је да се отпадна трина из процеса прераде дрвета може употребити за адсорпцију јона тешких метала из отпадних индустријских вода.

Наредна претпоставка је да се на процесе адсорпције који се одигравају у оваквим системима може применити неки од постојећих, у литератури већ коришћених адсорпционих модела.

Хипотеза коју је такође требало проверити у експерименталном делу дисертације, је да су у испитиване процесе укључени и феномени јонске измене то јест да у структури дрвета постоје катјони који се могу измењивати са катјонима тешких метала.

Са инжењерског аспекта посматрано, јасно је да се биосорбенти не могу користити безброј пута, као конвенционални адсорбенси. Уз ту претпоставку, јасно је да десорпција не би дошла у обзир, већ би морао да се тражи нови технолошки приступ. Један од начина је да се, уместо десорпције и регенерације, а након засићења адсорбенс спаљује. Топлотна енергија настала спаљивањем могла би да се искористи за интерне потребе постројења, а добијени пепео би се лужио, при чему би се у лужном раствору концентрисали адсорбовани јони метала.

4 НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

За реализацију циљева истраживања и потврђивање постављених хипотеза користиће се следеће методе:

- Стандардне методе карактеризације трине листопадног дрвета као адсорбенса:
 - **Физичке методе:**
 - одређивање садржаја влаге;
 - одређивање специфичне површине;
 - **Хемијске методе:**
 - одређивање хемијског састава;
 - одређивање садржаја органских материја у води од прања адсорбенса;
 - одређивање капацитета измене катјона (КІК);
 - **Физичко-хемијске методе:**
 - одређивање тачке нултог наелектрисања;

- Фуријеова трансформациона инфрацрвена спектроскопија (FTIR) за одређивање функционалних група у адсорбенсу, пре и након адсорпције датог јона метала;
- Атомска апсорпциона (AAS-ICP) спектрофотометрија за одређивање концентрације јона метала у раствору пре и након адсорпције;
- UV-VIS спектрофотометрија за одређивање специфичне површине трине;
- Мерење промена рН вредности раствора током испирања адсорбенса као и током адсорпције датог јона метала

Предложиће се математички модел адсорпције, који ће бити верификован добијеним експерименталним резултатима.

Као водени раствор за експерименте адсорпције користиће се синтетички раствори јона бакра, цинка, никла, мангана, гвожђа, кадмијума и олова, одређене почетне концентрације, која ће бити параметар система. Такође ће се користити и реални раствори рудничких отпадних вода, рудника бакра Церово.

5 ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Очекивани научни допринос ове дисертације се састоји у следећем:

- Карактеризацијом трине листопадног дрвећа, коришћењем наведених експерименталних метода, биће одређене њихове физичке, хемијске и физичко-хемијске особине
- На основу добијених резултата FTIR-а биће дефинисане функционалне групе у адсорбенсу одговорне за измену јона
- На основу добијених резултата за капацитет измене катјона одредиће се доминантан јон у изменљивом положају који се у процесу адсорпције механизмом јонске измене може изменити са јонима метала
- Одређивањем садржаја алкалних и земноалкалних метала у адсорбенсу, као и у раствору након испирања адсорбенса дестилованом водом и у раствору након адсорпције, покушаће и да се објасни механизам адсорпције и улога алкалних и земноалкалних метала присутних у молекулској структури адсорбенса на процес адсорпције
- На основу изабраних теоријских кинетичких модела који ће показати најбоље слагање са експерименталним подацима, одредиће се брзина адсорпције одређеног јона метала на адсорбенсу.
- Дефинисаће се услови равнотеже процеса адсорпције; одредиће се константе равнотеже, коефицијенти хетерогености, као и теоријски капацитет адсорпције за сваки од испитиваних јона метала.
- Испитаће се адсорпција у колони; одредиће се пробојне криве и пробојне тачке за сваки од јона метала

- Дефинисаће се утицај појединих физичко-хемијских особина јона метала на адсорпцију датог јона.
- Предложиће се технолошки поступак за третирање засићеног адсорбенса, који би се заснивао на његовом спаљивању, искоришћењу топлотне енергије за интерне потребе постројења, а пепео лужио раствором киселине, при чему би се у лужном раствору концентрисали адсорбовани јони тешких метала, на које би могао да се примени SX-EW поступак.

6 ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада на дисертацији, састоји се из следећих фаза:

- ✓ Проучавање релевантних извора литературе;
- ✓ Експериментална истраживања;
- Узорковање, избор и припрема адсорбенса (млевање, сејање, прање)
- Карактеризација трине која обухвата:
 1. Одређивање хемијског састава;
 2. Одређивање садржаја влаге;
 3. Одређивање специфичне површине;
 4. Одређивање растворних органских материја у води од прања адсорбенса (COD);
 5. Одређивање капацитета измене катјона (КК);
 6. FTIR анализа адсорбенса пре и након адсорпције;
 7. Одређивање тачке нултог наелектрисања (pH_{zpc});
- Експерименти адсорпције јона метала на трини листопадног дрвећа:
 1. Пратиће се промена почетне вредности рН раствора као и промена кондуктивности раствора са временом током испирања адсорбенса дестилованом водом, као и током адсорпције јона тешких метала;
 2. Одредиће се капацитет адсорпције, као и његова промена са временом;
 3. Одредиће се кинетика адсорпције;
 4. Одредиће се изотерме адсорпције;
 5. Испитаће се адсорпција у колони; одредиће се пробојне криве и пробојне тачке за сваки од јона тешких метала;

- ✓ Предложиће се механизам адсорпције;
- ✓ Установиће се утицај појединих физичко-хемијских особина јона метала на адсорпцију датих јона;
- ✓ Урадиће се обрада и дискусија добијених резултата;
- ✓ Даће се закључна разматрања.

6.2. Структура рада

6.2.1. Уводни део

- Литературни преглед досадашњих истраживања;
- Значај и сложеност предмета истраживања;
- Преглед и анализа досадашњих истраживања;
- Методе истраживања;
- Циљеви истраживања;
- Хипотезе истраживања;

6.2.2. Експериментални део

- Коришћени материјали;
- Експериментална техника;
- Процедура извођења експеримената;

6.2.3. Резултати и дискусија

- Резултати експерименталних истраживања;
- Анализа добијених резултата;

6.2.4. Закључак

- Преглед и анализа доприноса истраживања;
- Предвиђени правци даљег истраживања;

6.2.5. Литература

- Списак коришћене литературе

Докторска дисертација ће садржати више поглавља сврстаних у целину. Оквирна структура рада представљена је следећим целинама:

1. Уводни део;
2. Преглед литературе у испитиваној области;
3. Циљ рада;
4. Теоријске основе;
5. Резултати и дискусија;
6. Закључак;
7. Литература;
8. Прилози;
9. Биографија кандидата и преглед радова објављених из оквира докторске дисертације

7 ЗАКЉУЧАК

На основу анализе пријаве и образложења предложене теме докторске дисертације, Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме, закључује да кандидат дипл.инж.металургије Драгана Божић испуњава све законске и остале услове за израду предложене докторске дисертације. Такође, Комисија закључује да пријављена тема поседује адекватна својства за израду докторске дисертације: она је савремена; актуелна је са становишта значаја за заштиту и очување околине, научно је заснована, поседује и одређени инжењерски аспект, што је такође битно с обзиром на карактер факултета са кога Кандидат потиче, па пружа могућност за остваривање значајних, како научних, тако и апликативних-инжењерских резултата.

Комисија, такође, сматра да су предмет и научни циљ докторске дисертације јасно дефинисани.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, да се Драгани Божић, дипл.инж.металургије, одобри израда докторске дисертације под називом: **АДСОРПЦИЈА ЈОНА ТЕШКИХ МЕТАЛА ИЗ ВОДЕНИХ РАСТВОРА КОРИШЋЕЊЕМ ТРИНЕ ЛИСТОПАДНИХ ВРСТА ДРВЕТА КАО АДСОРБЕНСА** и да се за ментора именује др Нада Штрбац, редовни професор на Техничком факултету у Бору.

У Бору, децембар 2015.год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Проф. др Нада Штрбац, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Милорад Цакић, редовни професор
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у Лесковцу

Проф. др Драгана Живковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Жељко Камберовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Драгану Божић**

Име и презиме ментора: **Проф. др Нада Штрбац**

Звање: **Редовни професор**

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Božić, D., Gorgievski, M., Stanković, V., **Štrbac, N.**, Šerbula, S., Petrović, N., Adsorption of heavy metal ions by beech sawdust - Kinetics, mechanism and equilibrium of the process, *Ecological Engineering* 58 (2013), 202-206. (M 21)
ISSN 0925-8574; IF (2012)=2.958
2. Gorgievski, M., Božić, D., Stanković, V., **Štrbac, N.**, Šerbula, S., Kinetics, equilibrium and mechanism of Cu²⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ ions biosorption using wheat straw, *Ecological Engineering* 58 (2013), 113-122. (M 21)
ISSN 0925-8574; IF (2012)=2.958
3. **Štrbac, N.**, Mihajlović, I., Minić, D., Živković, Ž., Characterization of the natural mineral form from the PbS-Sb₂S₃ system, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy*, 46 (1) (2010), 75-86. (M 21)
ISSN 1450-5339; IF (2010) = 1.294
4. **Štrbac, N.**, Mihajlović, I., Andrić, V., Živković, Ž., Rosić, A., Kinetic investigations of two processes for zinc recovery from zinc plant residue, *Canadian Metallurgical Quarterly*, 50 (1) 2011, 28-36. (M 23)
ISSN 0008-4433; IF (2011) = 0.443
5. **Štrbac, N.**, Mihajlović, I., Minić, D., Živković, D., Živković, Ž., Kinetics and mechanism of arsenic sulfides oxidation, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy* 45 (1) (2009), 59-67. (M 22)
ISSN 1450-5339; IF(2009)=0.548

(навести најмање један рад у случају менторске дисертације која се пријављује до 31. 12. 2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује од 1.01.2009. до 31.12.2009.године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 23. 10. 2015. године

Проф. др Драгана Живковић