

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta održanoj 18.12.2014. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije Ivane Mijatović dipl.inž. pod nazivom:

**Matematičko modelovanje katalitičkog reaktora za završnu obradu
frakcija srednjih destilata nafte u prisustvu vodonika**

O predloženoj temi i njenoj naučnoj zasnovanosti podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1 Biografski podaci

Ivana Mijatović je rođena 30.03.1985. god u Beogradu. U Čačku je završila osnovnu školu i srednju medicinsku školu, odsek farmaceutski tehničar.

Na prvu godinu studija na Tehnološko – metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisana je 2004. godine. Od jula do decembra 2009. godine boravila je na stručnoj praksi na Tehničkom Univerzitetu u Minhenu gde se bavila eksperimentalnim radom na Solarnom PCM (Phase Change Material) kolektoru. Diplomirala je 28.09.2010. na Tehnološko – metalurškom fakultetu na Katedri za hemijsko inženjerstvo sa prosečnom ocenom 8,58. Diplomski rad na temu „Eksperimentalno određivanje volumetrijskih osobina, indeksa refrakcije i viskoznosti smeša piridina sa alkoholima“, pod rukovodstvom mentora dr Mirjane Kijevčanin, odbranila je sa ocenom 10.

Doktorske studije upisala je školske 2010/2011. godine na studijskom programu Hemijsko inženjerstvo, kod mentora dr Aleksandra Orlovića. Položila je sve ispite predviđene planom i programom doktorskih studija sa prosečnom ocenom 9.82. Završni rad na temu: "Modelovanje i simulacija reaktora za hidrodesulfurizaciju gasnog ulja i lakog cikličnog ulja" odbranila je septembra 2012. godine sa ocenom 10.

Ivana Mijatović je pohađala i stekla diplomu dva napredna kursa na Poljoprivrednom univerzitetu u Atini 2011. godine, gde je boravila u okviru međunarodne saradnje u okviru FP7 projekta:

- Automated Methods of Analysis i
- Biosensor Technology to Food and Ingredient Quality Assessment.

Takođe je u okviru doktorskih studija pohađala dve letnje škole, i to:

- Center of Applied Spectroscopy International Summer Schools 2014 HPLC Application, u Mariboru 2014. godine, i
- Center of Applied Spectroscopy International Summer Schools 2014 GC-MS Application, u Novom Sadu 2014. godine.

Od 01.02.2011. zaposlena je u Inovacionom centru Tehnološko – metalurškog fakulteta u Beogradu u okviru projekta III45019, pod nazivom „Sinteza, razvoj tehnologija dobijanja i primena nanostrukturnih multifunkcionalnih materijala definisanih svojstava”, u okviru programa za integralna i interdisciplinarna istraživanja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

1.2 Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Ivana Mijatović je pohađala i stekla diplomu dva napredna kursa na Poljoprivrednom univerzitetu u Atini 2011. godine, gde je boravila u okviru međunarodne saradnje u okviru FP7 projekta:

- Automated Methods of Analysis i
- Biosensor Technology to Food and Ingredient Quality Assessment.

Takođe je u okviru doktorskih studija pohađala dve letnje škole, i to:

- Center of Applied Spectroscopy International Summer Schools 2014 HPLC Application, u Mariboru 2014. godine, i
- Center of Applied Spectroscopy International Summer Schools 2014 GC-MS Application, u Novom Sadu 2014. godine.

Od 01.02.2011. zaposlena je u Inovacionom centru Tehnološko – metalurškog fakulteta u Beogradu u okviru projekta III45019, pod nazivom „Sinteza, razvoj tehnologija dobijanja i primena nanostrukturnih multifunkcionalnih materijala definisanih svojstava”, u okviru programa za integralna i interdisciplinarna istraživanja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Kandidatkinja je do sada objavila nekoliko naučnih radova iz svoje oblasti istraživanja i aktivno je učestvovala u izradi nekoliko projekata i studija za potrebe industrije.

Položeni ispiti na doktorskim studijama

Predmet	Ocena	ESPB
Hemijska kinetika	9	5
Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
Analogije fenomena prenosa	10	5
Viši kurs termodinamike	10	5
Analiza rada i projektovanje višefaznih hemijskih reaktora	10	5
Odabrana poglavlja projektovanja procesa u hemijskoj industriji	10	5
Heterogena kataliza	10	4
Specijalna poglavlja prenosa mase	10	4
Odabrana poglavlja instrumentalne analize	9	7
Prenos toplote i energetska integracija	10	5
Završni ispit	10	30

Objavljeni naučni radovi i saopštenja

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja – M20

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu – M21

1. **Ivana M. Mijatović**, Sandra B. Glisic, Aleksandar M. Orlović “Modeling a catalytic reactor for hydrotreating of straight-run gas oil blended with FCC naphtha and light cycle oil: The influence of vapor-liquid equilibrium”, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2014, 53 (49), pp 19104–19116. **DOI: 10.1021/ie503188p**, **IF=2.547** (Engineering, Chemical 33/133) ISSN: 0888-5885.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini – M33

1. **I. Mijatović**, G. Mousdis, Z. Đukanović, S. Glišić, A. Orlović, C. A. Georgiou, Synchronous fluorescence spectroscopy as screening tool for marine pollution by petroleum products, Programm and Book of Abstracts III International Congress “Engineering, Environment and Materials in Processing Industry”, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, March 04–06, 2013, page 869.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu– M34

1. **I. Mijatović**, Z. Đukanović, S. Glišić, A. Orlović, Modelling and simulation of hydrotreating of gas oil and light cycle oil blends, Programm and Book of Abstracts 50th Meeting of the Serbian Chemical Society, Belgrade, Serbia, 14-15 June, 2012, page 50.
2. A. M. Almagrbi, **I. Mijatovic**, S. Glisic, A. Orlović, Kinetic parameters of non-catalytic biodiesel synthesis under elevated pressure: Determination by standard optimisation methods, 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Belgrade, Serbia, June 27-29, 2013 broj postera EPO2.
3. A. M. Almagrbi, **I. Mijatovic**, S. Glisic, A. Orlović, Phase equilibrium of ethanolsis of triglycerides at high pressure and temperature, 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Belgrade, Serbia, June 27-29, 2013 broj postera EPO4.

1.3 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu biografskih podataka, studijskog programa na doktorskim studijama i položenih ispita na doktorskim studijama, objavljenih i saopštenih naučnih radova, dosadašnjeg iskustva u istraživanjima iz oblasti hemijskog inženjerstva, Komisija ocenjuje da kandidat ispunjava sve neophodne uslove za rad na predloženoj temi.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja doktorske disertacije je hemijski reakcioni proces koji predstavlja jednu od ključnih tehnoloških faza u proizvodnji dizel goriva. Završnom katalitičkom obradom u prisustvu vodonika frakcija srednjih destilata, koje obuhvataju gasno ulje, lako ciklično ulje i laka koker ulja, postižu se standardima zahtevane karakteristike dizel goriva. Osim u procesima završne obrade, katalitička obrada vodonikom se koristi i u drugim tehnološkim varijantama prerade naftnih frakcija u cilju proizvodnje motornih goriva, kao što je proces direktne obrade vodonikom. Procesom direktne obrade vodonikom obrađuju se frakcije destilata sa atmosferske destilacije pre konverzionog procesa katalitičkog krekinga.

Tokom poslednje decenije standardi koji definišu kvalitet i sastav dizel goriva su značajno izmenjeni i to prvenstveno zbog novih zahteva u cilju zaštite životne sredine. Kao posledica ovih promena u sastavu savremenog dizel goriva dozvoljava se ukupni sadržaj sumpora do 10 mg/kg (EN standard). Paralelno sa promenama kvaliteta dizel goriva, definisanog vodećim svetskim standardima (EN, ASTM, JIS), kao i odgovarajućim nacionalnim standardom (SRPS), tokom poslednje decenije došlo je i do značajnog porasta tražnje za dizel gorivom kao posledice značajnog napretka u tehnologiji dizel motora. Ove promene su uslovile nove trendove u oblasti rafinerijske prerade nafte koji podrazumevaju značajnu upotrebu katalitičkih procesa sa vodonikom (hidrokreking i hidrotriting). Jednu od najvažnijih uloga u proizvodnji dizel goriva dobijenih iz sirove nafte ima proces obrade vodonikom, koji se izvodi pod visokim pritiskom i uz prisustvo čvrstih katalizatora. U ovom procesu (hidrotriting) sumporna jedinjenja prisutna u srednjim destilatima nafte uklanjaju se reakcijom hidrodesulfurizacije na čvrstom katalizatoru, pri čemu kao proizvodi reakcije nastaju vodonik sulfid i ugljovodonici [1-4]. Dominantu sirovinu u ovom katalitičkom procesu čini frakcija gasnog ulja a u skorije vreme sve češće se u tokove gasnog ulja dodaju i druge frakcije srednjih destilata, kao što je lako ciklično ulje [1-3]. Reakcije koje čine osnovu ovog procesa su heterogeno katalizovane reakcije hidrodesulfurizacije i hidrodearomatizacije, koje predstavljaju kompleksne reakcione procese na površini katalizatora [5-9].

Ove hemijske reakcije odvijaju se u višefaznom reakcionom sistemu i samim tim ravnoteža faza i fenomeni prenosa mase igraju značajnu ulogu u industrijskim reaktorima. Takođe, ovaj reakcioni proces podrazumeva postizanje konverzije reaktanata (sumpornih organskih jedinjenja) iznad vrednosti od 99% tj. skoro potpunu konverziju. Ovako visoke vrednosti konverzije u uslovima višefaznih reakcionih sistema mogu predstavljati značajan problem u industrijskim uslovima te je stoga neophodna detaljna analiza i poznavanje svih osnovnih fenomena ovako složenih procesa, kao što su: hemijska kinetika, ravnoteža faza, prenos mase, prenos topote i fluidodinamika reaktora [4,10-16]. Većina do sada razvijenih matematičkih modela ovih procesa bila je veoma pojednostavljena i ovi modeli nisu uključivali višefaznost sistema kao ni detaljne kinetičke parametre svih reakcija koje se odigravaju u procesu [4]. Detaljnom analizom fundamentalnih fenomena u višefaznim industrijskim reaktorima za završnu obradu dizel goriva [14], mogu se razviti precizniji matematički modeli ovih reaktora [12,13] koji će omogućiti pozdanu simulaciju i optimizaciju rada reaktora u industrijskim uslovima.

Ciljevi istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su:

- ispitivanje uticaja termodinamičke ravnoteže pod uslovima povišenog pritiska i temperature na reakcije hidrodesulfurizacije mineralnih dizel frakcija;

- kinetička analiza reakcija hidrodesulfurizacije i u višefaznim reaktorima i uticaj prenosa mase;
- analiza raspodele reaktanata u ispitivanim višefaznim sistemima i njen uticaj na kinetiku reakcije i konverziju u reaktoru;
- ispitivanje uticaja fluidodinamičkih uslova na konverziju reakcija hidrodesulfurizacije i hidrodearomatizacije u industrijskom višefaznom katalitičkom reaktoru;
- definisanje matematičkog modela ovog višefaznog reakcionog procesa koji obuhvata hemijsku reakciju, ravnotežu faza, prenos mase i ovlaženost katalitičkog sloja;
- simulacija i optimizacija procesa korišćenjem razvijenog matematičkog modela u opsegu parametara procesa koji su od interesa za industrijske uslove (odnos frakcije gasnog ulja i frakcije lakog cikličnog ulja, odnos vodonika i frakcije srednjih destilata, temperatura, pritisak i čistoća vodonika).

Fazna ravnoteža ovih sistema biće ispitivana korišćenjem postojećih eksperimentalnih podataka, kao i na osnovu podataka iz literature, i korišćenjem programskih paketa Phase Equilibria i UniSim. Na ovaj način će biti izabrane optimalne jedančine stanja za opis posmatranog sistema. Kinetički podaci će biti dobijeni na osnovu eksperimentalnih podataka kao i podataka koji postoje u literaturi. Detaljno će se analizirati uticaji prisustva više faza tokom reakcija kao i uticaj višefaznog sastava na konverziju reaktanata. Pri ovome će se u analizu uključiti i uticaj prenosa mase na ove reakcije i na ukupnu konverziju reaktanata. Matematički model katalitičkog reaktora će činiti jednačine diferencijalnih bilansa hemijskih vrsta i toplote, kao i odgovarajući kinetički izrazi za reakcije hidrodesulfurizacije sumpornih jedinjenja i hidrodearomatizacije aromatskih jedinjenja. Matematički model će se validirati korišćenjem podataka iz literature i eksperimentalnih podataka sa industrijskog postrojenja. Korišćenjem razvijenih matematičkih modela biće izvedene simulacije industrijskog procesa u cilju definisanja optimalnih parametara procesa.

Literatura:

- (1.) Ancheyta-Juarez, J.; Aguilar-Rodriguez, E.; Salazar-Sotelo, D.; Betancourt-Rivera, G.; Leiva-Nuncio, M. Hydrotreating of straight run gas oil-light cycle oil blends. *Appl. Catal. A:General*, **1999**, 180, 195.
- (2.) Laredo, G.C.; Saint-Martin, R.; Martinez, M.C.; Castillo, J.; Cano, J.L. High quality diesel by hydrotreating of atmospheric gas oil/light cycle oil blends. *Fuel*. **2004**, 83 1381.
- (3.) Owusu-Boakye, A.; Dalai, A. K.; Ferdous, D.; Adjaye, J. Experimental and Kinetics Studies of Aromatic Hydrogenation in a two-stage Hydrotreating process using NiMo/Al₂O₃ and NiW/Al₂O₃ Catalysts. *Can. J. Chem. Eng.* **2006**, 84, 572.
- (4.) Avraam, D. G.; Vasalos, I. A. A mathematical model of trickle-bed reactors for the catalytic hydroprocessing of oil feedstocks. *Catal. Today*. **2003**, 79-80, 275.
- (5.) Jimenez, F.; Kafarov, V.; Nunez, M. Modeling of industrial reactor for hydrotreating of vacuum gas oils Simultaneous hydrodesulfurization, hydrodenitrogenation and hydroderomatization reactions. *Chem. Eng. J.* **2007**, 134, 200.

- (6.) Mederos, F.; Elizalde, I.; Ancheyta, J. Steady-State and Dynamic Reactor Models for Hydrotreatment of Oil Fractions: A Review. *Catal. Rev.* **2009**, *51*, 485.
- (7.) Vanrysselberghe, V.; Froment, G. F. Hydrodesulfurization of Dibenzothiophene on a CoMo/Al₂O₃ Catalyst: Reaction Network and Kinetics. *Ind. Eng. Chem. Res.* **1996**, *35*, 3311.
- (8.) Vanrysselberghe, V.; Le Gall, R.; Froment, G. F. Hydrodesulfurization of 4-Methyldibenzothiophene and 4,6-Dimethyldibenzothiophene on a CoMo/Al₂O₃ Catalyst: Reaction Network and Kinetics. *Ind. Eng. Chem. Res.* **1998**, *37*, 1235.
- (9.) Vanrysselberghe, V.; Froment, G. F. Kinetic Modeling of Hydrodesulfurization of Oil Fractions: Light Cycle Oil. *Ind. Eng. Chem. Res.* **1998**, *37*, 4231.
- (10.) Chen, J.; Wang, N.; Mederos, F.; Ancheyta, J. Vapor-Liquid Equilibrium Study in Trickle-Bed Reactors. *Ind. Eng. Chem. Res.* **2009**, *48*, 1096.
- (11.) Hanika, J.; Sporka, K.; Ruzicka, V.; Krausova, J. Qualitative observations of heat and mass transfer effects on the behavior of a trickle bed reactor. *Chem. Eng. Commun.* **1975**, *2*, 19.
- (12.) Khesghgi, H. S.; Reyes, S. C.; Hu, R.; Ho, T. C. Phase transition and steady-state multiplicity in a trickle-bed reactor. *Chem. Eng. Sci.* **1992**, *47*, 1771.
- (13.) Khadilkar, M. L.; Mills, P. L.; Dudukovic, M. P. Trickle-bed reactor models for systems with a volatile liquid phase. *Chem. Eng. Sci.* **1999**, *54*, 2421.
- (14.) Đukanović, Z., Glišić, S. B.; Jančić Čobanin, V.; Nićiforović, M.; Georgiou, C. A.; Orlović, A.M. Hydrotreating of straight-run gas oil blended with FCC naphtha and light cycle oil. *Fuel Proc. Technol.* **2013**, *106*, 160.
- (15.) Al-Dahhan, M. H.; Duduković, M. P. Catalyst wetting efficiency in trickle-bed reactors at high pressure. *Chem. Eng. Sci.* **1995**, *50*, 2377.
- (16.) Aris, R. *The Mathematical Theory of Diffusion and Reaction in Permeable Catalysts*, Clarendon Press: Oxford, 1975.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Polazne hipoteze koje će se koristiti u ovoj doktorskoj disertaciji rezultat su prethodnih istraživanja, eksperimenata i industrijskih testova. Dokazano je da konverzija kod reakcija hidrodesulfurizacije i hidrodearomatizacije u cilju završne obrade dizel goriva značajno zavisi od: molskog odnosa faza vodonika i srednjih destilata u reaktoru, temperature, pritiska i međusobnog odnosa različitih frakcija srednjih destilata. Na osnovu do sada objavljenih rezultata može se zaključiti da su ovi reakcioni procesi višefazni i da zbog toga mogu biti značajno limitirani uticajem prenosa mase na ukupnu brzinu procesa. Takođe, na osnovu ranije objavljenih rezultata koji su dobijeni korišćenjem matematičkih modela koji su zasnovani na konceptu „prividnih“ ili „objedinjenih“ kinetičkih parametara, može se uočiti da takav pristup ne daje dobre rezultate predviđanja konverzije u reaktoru, kao ni dobra predviđanja uslova rada u kojima se mogu postići značajna ubrzanja ovih reakcionih procesa. Uvećanje brzine procesa ima veliki značaj u industrijskim uslovima rada, a to je moguće predvideti primenom rigoroznijih i preciznijih matematičkih modela.

Zbog gore navedenih činjenica i eksperimentalnih opažanja u ovoj oblasti istraživanja, matematički model će koristiti deduktivni pristup koji će biti zasnovan na fundamentalnim zakonima održanja mase i energije. Polazne hipoteze na kojima su zasnovana istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su:

- industrijski katalitički reaktor za obradu dizel goriva je adijabatski katalitički višefazni reakcioni sistem u kome se odvija egzotermna hemijska reakcija što rezultuje aksijalnim promenama ravnoteže para-tečnost, ovlaženosti katalitičkog sloja, ukupne efektivnosti katalizatora i konverzije sumpornih jedinjenja;
- višefazno stanje reakcionih fluida i raspodela reaktanata u fazama sistema mogu značajno uticati na konverziju reaktanata zbog uticaja fenomena prenosa mase;
- razvijanjem matematičkog modela, koji u sebi uključuje postojanje fazne ravnoteže koja se menja duž reaktora kao posledica odvijanja egzotermnih reakcija, kao i uticaje prenosa mase, moguće je značajno preciznije predvideti konverziju sumpornih jedinjenja korišćenjem simulacija sa razvijenim matematičkim modelom;
- simulacijom i analizom procesa mogu se detektovati optimalni opsezi radnih parametara reaktora za završnu obradu dizel frakcije vodonikom.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Matematički model koji će biti razvijen u ovoj disertaciji je determinističkog tipa i biće rezultat složene kinetičke, termodinamičke, difuzione i numeričke analize ispitivanog reakcionog sistema. U radu će biti kombinovani: detaljna analiza prethodno objavljenih literaturnih podataka, teorijska analiza, eksperimentalna ispitivanja na industrijskom postrojenju, termodinamički opis sistema i analiza stvarne kinetike procesa.

Eksperimentalni podaci o konverziji su dobijeni na industrijskom postrojenju. Za analitičku karakterizaciju reakcionih produkata i katalizatora biće korišćene sledeće instrumentalne tehnike: adsorpcija azota, gasna hromatografija, gasna hromatografija – masena spektroskopija, infracrvena spektroskopija i ostale analitičke tehnike koje se koriste za karakterizaciju dizel goriva i naftnih derivata.

Termodinamički podaci kao i fazna ravnoteža reakcionih sistema biće dobijeni izračunavanjem ravnoteže para-tečnost korišćenjem najpogodnije jednačine stanja a pomoću programskih paketa Phase Equilibria i UniSim. Takođe će se koristiti i podaci koji su dostupni u literaturi. Kinetički parametri za reakcije hidroobrade dizel frakcija biće preuzeti iz literature.

Nakon analize ravnoteže faza, prenosa mase i stvarne kinetike za reakcije hidrodesulfurizacije i hidrodearomatizacije, biće razvijeni odgovarajući matematički modeli koje će činiti diferencijalni bilansi mase i energije uz uključivanje relevantnih termodinamičkih, difuzionih i kinetičkih parametara. Pri ovome će se naročita pažnja posvetiti efektivnoj ovlaženosti u sistemu gas-tečno-čvrsto, koja može imati značajan uticaj na ukupnu konverziju u reaktoru. Model će se realizovati korišćenjem programskog jezika FORTRAN i programskih paketa PolyMath i MatLab. Simulacijama katalitičkog reaktora u definisanim opsezima radnih parametara ispitaće se moguće konverzije reaktanata kao i opsezi optimalnih parametara za izvođenje procesa.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Rezultatima istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće ostvaren sledeći naučni doprinosi:

- opisivanje fazne ravnoteže za sistem vodonik-metan-dizel frakcija;
- definisanje zone visokih konverzija i zone niskih konverzija reaktora za katalitičko hidrogenovanje dizel frakcije korišćenjem razvijenog matematičkog modela;
- analiza uticaja radnih parametara i ovlaženosti sloja na konverziju u reaktoru za katalitičko hidrogenovanje dizel frakcije;
- značaj i mogućnosti korišćenja visoko aromatskih frakcija teških benzina i srednjih destilata u cilju povećanja ukupne konverzije u reaktoru.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Plan istraživanja je koncipiran tako da se nakon pregleda stanja i podataka iz literature u oblasti od interesa, izvedu eksperimentalna ispitivanja koja će dopuniti podatke neophodne za razvoj matematičkog modela. Pri ovome se podrazumevaju dodatna ispitivanja prethodno izvedenih testova na industrijskom reaktoru (određivanje koncentracija sumpornih jedinjenja po klasama reaktivnosti) a koja obuhvataju i karakterizaciju porozne strukture katalizatora. U ovom delu rada važnu ulogu ima ravnoteža faza za ispitivane reakcije na definisanim radnim uslovima, kao i njeno opisivanje odgovarajućim jednačinama stanja.

Imajući u vidu višefaznu prirodu ovog katalitičkog reaktora, formiraće se odgovarajući matematički modeli koji će biti validirani na osnovu postojećih eksperimentalnih podataka sa industrijskog postrojenja i podataka iz literature. Simulacijom korišćenjem razvijenih matematičkih modela analiziraće se rad katalitičkog reaktora kao i oblasti optimalnih radnih uslova.

Plan izrade doktorske disertacije je sledeće strukture:

- Pregled literature
- Teorijska analiza
 - Reakcije katalitičkog hidrogenovanja dizel frakcije, hidrodesulfurizacija i hidrodearomatizacija
- Eksperimentalni deo
 - Ravnoteža faza i jednačine stanja
 - Kinetika
 - Katalitička obrada dizel frakcije vodonikom
 - Podaci sa industrijskog testa
 - Karakterizacija porozne strukture korišćenog katalizatora
- Matematički model katalitičkog reaktora
 - Postavke modela
 - Parametri modela
 - Validacija modela
- Simulacije i optimizacije korišćenjem razvijenih matematičkih modela
 - Poređenje podataka dobijenih simulacijom sa podacima iz literature
 - Definisanje optimalnih opsega procesnih parametara
 - Histerezis konverzije u trofaznom katalitičkom reaktoru

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na iznetih podataka Komisija smatra da je tema doktorske disertacije

„Matematičko modelovanje katalitičkog reaktora za završnu obradu frakcija srednjih destilata nafte u prisustvu vodonika“

koju je predložila Ivana Mijatović dipl.inž. naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Aleksandar Orlović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo - hemijsko inženjerstvo, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 04.02.2015.

ČLANOVI KOMISIJE

1. Dr **Aleksandar Orlović**, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Tehnološko-metalurški fakultet
2. Dr **Nikola Nikačević**, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu
Tehnološko-metalurški fakultet
3. Dr **Sandra Glišić**, viši naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu
Tehnološko-metalurški fakultet
4. Dr **Goran Bošković**, redovni profesor
Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet