

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
35/299
 (Broj zahteva)
25.10.2010.
 (datum)

UNIVERZITET U BEOGRADU
 VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH
 NAUKA
 (naziv veća naučne oblasti kome se zahtev upućuje)

Beograd
 Studentski trg br. 1

ZAHTEV

za davanje saglasnosti na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji

Molimo da, shodno članu 46. st.5 Statuta Univerzitetu u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" broj 131/06), date saglasnost na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata MILAN (Miroljub) MILIVOJEVIĆ (ime, ime jednog od roditelja i prezime)

KANDIDAT: MILAN (Miroljub) MILIVOJEVIĆ prijavio je doktorsku disertaciju pod nazivom:
 (ime, ime jednog od roditelja i prezime)

„BRZINA TEČNOSTI U DVOFAZNIM I TROFAZNIM PNEUMATSKIM REAKTORIMA SA SPOLJAŠNJOM CIRKULACIJOM“.

Iz naučne oblasti: HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA

Univerzitet je dana 20.11.2009. godine svojim aktom pod br. 612-25/180/09 dao saglasnost na predlog teme doktorske disertacije koja je glasila

„BRZINA TEČNOSTI U DVOFAZNIM I TROFAZNIM PNEUMATSKIM REAKTORIMA SA SPOLJAŠNJOM CIRKULACIJOM“.

Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata: MILANA (Miroljub) MILIVOJEVIĆA (ime, ime jednog od roditelja i prezime)
 obrazovana je na sednici održanoj 01.07.2010. godine Odlukom fakulteta pod br. 35/ 257 u sastavu:

Ime i prezime člana komisije	Zvanje	Naučna oblast
1. Dr Branko Bugarski	Redovni profesor	Hemijsko inženjerstvo
2. Dr Nevena Bošković-Vragolović	Docent	Hemijsko inženjerstvo
3. Dr Aleksandar Spasić	Naučni savetnik	Koloidna elektrohidrodinamička
4. Dr Viktor Nedović	Vanredni profesor	Biohemijsko inženjerstvo

Nastavno-naučno veće fakulteta prihvatilo je izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije na sednici održanoj dana 23.09.2010. godine

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Ivanka Popović

Prilog:

1. Izeštaj Komisije sa predlogom.
2. Akt Nastavno-naučnog veća Fakulteta o usvajanju izveštaja.
3. Primedbe date u toku stavljanja izveštaja na uvid javnosti, ukoliko je takvih primedbi bilo

DIV

Na osnovu čl. 128. Zakona o visokom obrazovanju i čl. 38. Statuta TMF-a, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od 23.09.2010. godine, doneta je

O D L U K A

o prihvatanju Izveštaja o oceni doktorske disertacije

Prihvata se Izveštaj Komisije za ocenu **doktorske disertacije** **Mr MILANA MILIVOJEVIĆA, dipl. inž.**, pod nazivom: **„BRZINA TEČNOSTI U DVOFAZNIM I TROFAZNIM PNEUMATSKIM REAKTORIMA SA SPOLJAŠNJOM CIRKULACIJOM“**.

Izveštaj o oceni doktorske disertacije dostavlja se na uvid javnosti, a po isteku roka od 30 dana na saglasnost odgovarajućem Veću naučnih oblasti Univerziteta.

Odluka se dostavlja: Univerzitetu, doktorantu, Službi za nastavno-studentske poslove, Biblioteci i arhivi fakulteta.

D E K A N

Prof. dr Ivanka Popović

NASTAVNO–NAUČNOM VEĆU TEHNOLOŠKO–METALURŠKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno–naučnog veća Tehnološko–metalurškog fakulteta u Beogradu, održanoj 01.07.2010. određeni smo za članove Komisije za ocenu doktorske disertacije mr Milana Milivojevića, dipl. ing. pod nazivom „BRZINA TEČNOSTI U DVOFAZNIM I TROFAZNIM PNEUMATSKIM REAKTORIMA SA SPOLJAŠNJOM CIRKULACIJOM“.

Po završenom pregledu doktorske disertacije podnosimo Nastavno–naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J

A. Prikaz disertacije

Doktorska disertacija mr Milana Milivojevića sadrži sledeća poglavlja: 1) Uvod, 2) Eksperimentalni deo, 3) Teorijski deo, 4) Pregled literaturno dostupnih istraživanja, rezultati i diskusija, 5) Zaključak i 6) Literatura. Napisana je na 146 strana, sadrži 13 tabela, 54 slike i 109 literaturna navoda.

U uvodnom delu istaknuti su ciljevi disertacije i navedene su razlozi porasta primene heterogenih procesa i sve veće primene pneumatskih reaktora sa recirkulacijom (air lift reactors - ALR) u tim procesima. Istaknute su prednosti pneumatskig reaktora sa spoljašnjom recirkulacijom nad drugim tipovima reaktora za heterogene procese a posebno za trofazne procese. Navedene su i prednosti korišćenja imobilizacije u heterogenim procesima, sa posebnim osvrtom na imobilizaciju u hidrogelovima. Cilj rada je da se proučavanjem uticaja geometrije pneumatskog reaktora sa spoljašnjom recirkulacijom (external loop reactor – ELR) i prisustva čvrste faze u reaktoru na hidrodinamiku sistema utvrde jednačine kojima bi se mogli modelovati reaktori različitih geometrija i udela čestica.

Drugi deo disertacije je opis eksperimentalnog sistema u okviru koga su dati opis metodologije pripreme eksperimenata i merenja praćenih veličina tokom ispitivanja. Takođe u ovom delu su date i geometrijske osobine svih reaktora koji su ispitivani kao i reaktora za koje su podaci objavljeni u literaturi a koji su korišćeni za poređenje i proveru predloženih jednačina,.

Treći, teorijski, deo rada obuhvata četiri celine: Imobilisani sistemi, Osnovni tipovi reaktora za heterogene sisteme, Pneumatski reaktori sa recirkulacijom i Brzina tečnosti u pneumatskim reaktorima sa recirkulacijom. U okviru trećeg dela dati su opšti teorijski razlozi za ispitivanje posmatranog sistema – trofaznog pneumatskog reaktora sa spoljašnjom recirkulacijom tečnosti uz korišćenje alginatnih čestica kao čvrste faze.

U delu pod nazivom Imobilisani sistemi opisani su osnovni razlozi za imobilizaciju biokatalizatora i najčešće metode imobilizacije sa posebnim osvrtom na imobilizaciju u hidrogelove. U okviru imobilizacije u hidrogelovima detaljnije je obrađena imobilizacija u alginatne nosače. Druga celina u okviru teorijskog dela sa nazivom Osnovni tipovi reaktora za heterogene sisteme navodi osnovne osobine bioreaktora koji se primenjuju za heterogene

sisteme – njihove prednosti i nedostatke. U trećem delu date su detaljno sve prednosti i nedostaci ALR u odnosu na druge najčešće korišćene tipove heterogenih reaktora kao i prednosti i nedostaci reaktora sa spoljašnjom (ELR) u odnosu na reaktore sa unutrašnjom recirkulacijom (ILR). Poslednja celina teorijskog dela daje definiciju i neke od osnovnih modela za brzinu tečnosti, jednog od dva osnovna parametra ALR. U okviru ovoga dela dat je i pregled uticaja pojedinih osobina reaktorskog sistema na brzinu tečnosti.

U četvrtom poglavlju doktorske teze dat je pregled literaturno dostupnih istraživanja kao i rezultata do kojih se došlo tokom ovih ispitivanja. U ovom poglavlju su u okviru osam potpoglavlja dati uporedno rezultati koji su do sada objavljeni u literaturi i eksperimentalni rezultati uz odgovarajuću diskusiju. Potpoglavlja su sledeća: 1) Uticaj brzine gasa i udela čestica na brzinu cirkulacije tečnosti, 2) Uticaj prečnika i visine uzlaznog dela reaktora na brzinu tečnosti, 3) Uticaj geometrijskih osobina ALR (izraženih preko parametra k) na brzinu tečnosti, 4) Uticaj udela, veličine i gustine čestica, 5) Uticaj geometrijskih osobina ALR na slip brzinu, 6) Režimi rada reaktora sa stanovišta kretanja čestica u reaktoru, 7) Uticaj odvajanja faza, 8) Model za predviđanje brzine u trofaznim reaktorima sa spoljašnjom recirkulacijom. U svakom od ovih potpoglavlja su posle odgovarajućeg kraćeg teorijskog uvoda i pregleda dosada objavljenih zapažanja vezanih za ispitivane pojmove prikazani rezultati eksperimenata i data njihova diskusija u smislu poklapanja ili odstupanja od dosada objavljenih podataka. U potpoglavljima 5) i 8) su predložene i nove jednačine za modelovanje slip brzine i brzine tečnosti u ALR i prikazana poređenja rezultata dobijenih preko ovih jednačina sa eksperimentalnim rezultatima ovog i istraživanja drugih autora, što predstavlja najveći ali ne i jedini doprinos ove teme.

U petom poglavlju dati su zbirno zaključci za obavljena ispitivanja a posle njih navedena je literatura korišćena pri izradi ove disertacije.

B. Kratak opis postignutih rezultata

Rezultati ove disertacije pružaju značajan doprinos poznavanju ponašanja trofaznih pneumatskih reaktora sa spoljašnjom recirkulacijom i sa alginatnim (ili drugim lakim) česticama kao čvrstom fazom.

Utvrđen je uticaj brzine gasa kao i udela čestica na brzinu cirkulacije tečnosti i utvrđeno je da dobijeni rezultati potvrđuju dosadašnja ispitivanja a u slučaju uticaja čestica pojašnjeno je dosadašnje postojanje oprečnih zapažanja o dvostrukom uticaju prisustva čestica.

Utvrđen je uticaj prečnika i visine uzlaznog dela reaktora i drugih geometrijskih osobina ALR na brzinu tečnosti kao i na slip brzinu u reaktoru i on je kvantifikovan kroz predložene jednačine. Poređenje dobijenih rezultata korišćenjem predloženih jednačina sa eksperimentalnim podacima pokazalo je da predložena jednačina za slip brzinu daje najbolje rezultate u poređenju sa do sada predloženim modelima, dok model za predviđanje brzine tečnosti pokazuje mala odstupanja od eksperimentalnih vrednosti na veoma velikom broju reaktora različitih geometrija i veličina pri širokom opsegu udela čestica. Utvrđen je i i uticaj odvajanja faza – gornje bočne sekcije reaktora – ali on nije kvantifikovan mada je utvrđeno da ima veoma veliki uticaj na brzinu tečnosti.

Ispitane su promene brzine tečnosti u reaktoru sa promenama veličine i gustine čestica i pri različitim udelima.

Nadjeno je da je početak recirkulacionog režima rada reaktora linarno zavisao od udela čestica, a da zavisi i od geometrije reaktora.

C. Uporedna analiza rezultata sa rezultatima iz literature

Najveći broj rezultata do kojih se došlo tokom ovih ispitivanja u velikoj meri su se poklapala sa ispitivanjima koja su ranije izvršena i objavljena, što pokazuje da se sistemi sa lakim i malim česticama ne razlikuju u većoj meri od dvofaznih sistema. U nekim slučajevima su dobijeni rezultati proširili do sada postojeće spoznaje i to uglavnom u slučajevima gde slična istraživanja do sada nisu bila obavljena na trofaznim već samo na dvofaznim reaktorima. Takođe su rastumačena i razjašnjena neka dosadašnja ispitivanja koja su davala oprečne rezultate usled toga što su posmatrani parametri imali različite uticaje u različitim opsezima pa je obavljeno ispitivanje na širem opsegu veličina potvrdilo dvostruku ulogu nekih veličina na ponašanje reaktora. Takođe je utvrđeno da predložene nove jednačine za predviđanje brzine tečnosti i slip brzine daju veoma precizna predviđanja ove dve veličine.

D. Objavljeni i saopšteni radovi koji čine deo disertacije

Radovi objavljeni u vrhunskom međunarodnom časopisu M21

1. **M. Milivojević**, S. Pavlou, I. Pajić-Lijaković, B. Bugarski, Dependence of slip velocity on operating parameters of air-lift bioreactors, Chemical Engineering Journal 132 (2007) 117-123. (IF: 1.707 (2007.god.) a 2.816 (2009.god.) a , ISSN: 1385-8947)

Radovi objavljeni u međunarodnom časopisu M23

1. **M. Milivojević**, D. Andrejić, B. Bugarski, Uticaj geometrije pneumatskog reaktora sa spoljašnjom recirkulacijom na njegove hidrodinamičke osobine, Hem. ind. 64(1) (2010), 35-46. (IF: 0.117 (2009.god.), ISSN: 0367-598X)

E. Zaključak

Komisija je zaključila da je na osnovu svega napred iznetog doktorska disertacija pod naslovom „BRZINA TEČNOSTI U DVOFAZNIM I TROFAZNIM PNEUMATSKIM REAKTORIMA SA SPOLJAŠNJOM CIRKULACIJOM“ mr Milana Milivojevića značajan i originalni naučni doprinos u oblasti hemijskog i biotehnološkog inženjerstva, što je potvrđeno objavljivanjem radova u međunarodnim časopisima. Rezultati objavljeni u ovoj disertaciji značajno doprinose modelovanju, projektovanju i optimizaciji trofaznih pneumatskih reaktora sa lakim česticama koji su posebno značajni kao reaktorski sistemi u procesima sa imobilisanim bioaktivnim supstancama.

Imajući u vidu sve ovo komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Izveštaj i da ga zajedno sa podnetom disertacijom učini dostupnim na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije, pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd, 01.09.2010.

Članovi komisije:

1. Dr Branko Bugarski, red. prof. TMF–a
2. Dr Nevenka Bošković-Vragolović, van. prof. TMF–a
3. Dr Viktor Nedović, red. prof. PF–a
4. Dr Aleksandar Spasić, naučni savetnik ITNMS