

НАСТАВНО- НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу бр. 612-301-9/2011 од 03.06.2011. године именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом:

„Магнетнохидродинамичка (МХД) струјања једног и два флуида у каналима”

кандидата Живојина Стаменковића, дипл. инж. маш., асистента Машинског факултета Универзитета у Нишу.

На основу приложене документације уз пријаву теме дисертације, образложења теме, публикованих научних и стручних радова кандидата и увидом у целокупну делатност кандидата чланови Комисије подносе следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Живојин Стаменковић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу, поднео је 31. маја 2011. године Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу пријаву теме и захтев за оцену научне заснованости теме за израду докторске дисертације.

У својој пријави теме и у захтеву за оцену научне заснованости теме за израду докторске дисертације, Живојин Стаменковић, дипл. инж. маш. предложио је програм и садржај истраживања у оквиру докторске дисертације.

1. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

1.1 Лични подаци

Живојин Стаменковић, рођен је 31. јануара 1972. године у Нишу, Србија, где и данас живи. Ожењен је и отац једног детета.

1.2 Подаци о досадашњем образовању

Живојин Стаменковић је основно образовање стекао у школи “Вожд Карађорђе” у Нишу. Након завршетка математичке гимназије “Бора Станковић” у Нишу стекао је звање програмера. Током основног и средњег образовања био је учесник регионалних и републичких такмичења из математике, физике и информатике.

На Машинском факултету Универзитета у Нишу дипломирао је 1998. године, на смеру Аутоматског управљања, са просечном оценом на студијама 8.05, и оценом на дипломском раду 10. Октобра 2001. године уписао је последипломске студије на смеру Хидроенергетике. Све испите на последипломским студијама положио је са просечном оценом 10 (десет). У школској 2007-2008. години уписао је докторске студије на студијском програму Енергетика и процесна техника-Машинског факултета у Нишу. До 2011. године положио је све испите предвиђене наставним планом докторских студија са просечном оценом 10 (десет).

1.3 Професионална каријера

За сарадника Катедре за Хидроенергетику Машинског факултета у Нишу изабран је 1999. године. Током 2000. године био је на одслужењу војног рока. У досадашњем раду ангажован је на извођењу рачунских вежбања на предметима: Основе информационо комуникационих технологија, Механика флуида, Хидромашинска опрема, Математичко моделирање енергетских објеката и процеса, Нестационарна струјања флуида, Пројектовање енергетских елемената и система применом рачунара, Нумеричке симулације струјања флуида. За асистента на истом факултету изабран је 2008. године. Почевши од школске 2008. године води лабораторијске вежбе из Механике флуида.

Током досадашњег рад био је учесник више научно-стручних скупова. Објавио је (као аутор или коаутор) шездесетдва научно-стручна рада на националним и међународним конгресима, као и у научним часописима са SCI (Science Citation Index) листе.

Током досадашњег рада учествовао је као истраживач у реализацији 12 научно-истраживачких и развојних пројеката и похађао је неколико међународних курсева за студенте докторских студија.

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНО-СТРУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА

2.1 Радови објављени у часописима међународног значаја

1. *Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Živković Dragan, Jovanović Miloš*, Unsteady Plane Mhd Boundary Layer Flow of a Fluid of Variable Electrical Conductivity, **THERMAL SCIENCE**, (2010), Vol. 14, suppl., pp. S171-S182.
2. *Stamenković Živojin, Nikodijević Dragiša, Blagojević Bratislav, Savić Slobodan*, MHD Flow and Heat Transfer of Two Immiscible Fluids Between Moving Plates, **TRANSACTIONS OF THE CANADIAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERING**, (2010), Vol. 34 No. 3-4, pp. 351-372.
3. *Nikodijević Dragiša, Nikolić Vlastimir, Stamenković Živojin, Boričić Aleksandar*, Parametric method for unsteady two-dimensional MHD boundary-layer on a body for which temperature varies with time, **ARCHIVES OF MECHANICS**, (2011), Vol. 63 No. 1, pp. 57-76.
4. *Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, MHD Couette two-fluid flow and heat transfer in presence of uniform inclined magnetic field, **HEAT & MASS TRANSFER**, (2011), DOI 10.1007/s00231-011-0815-7
5. *Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin, Milenković Dragica, Blagojević Bratislav*, Flow and heat transfer of two immiscible fluids in the presence of uniform inclined magnetic field, **MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING**, 2011, рад у штампи

2.2 Радови објављени у часописима националног значаја

1. *Jovanović Danijela, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Zaštita pumpnih postrojenja od hidrauličnog udara ugradnjom hidrauličnog rezervoara, **Procesna tehnika**, (1999), br.3, pp. 116-120, ISSN 0352-678X.
2. *Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Matematičko modeliranje hidrauličnog transporta fluida u hidroelektrani i pojava hidrauličnog udara, **Procesna tehnika** br.3, (1999), pp. 121-124, ISSN 0352-678X.

3. *Milenković Dragica, Stefanović Aleksandar, Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin*, The Mathematical model and computer simulation of a four-stroke OTO-motor, **Bulletins for Applied & computing mathematics**, (1999), **BAM-1689/99 XC-B, PAMM-Centre; TU-Budapest**, pp. 43-50.
4. *Milenković Dragica, Spasić Živan, Stamenković Živojin*, Optimizacija rada pumpi u sistemima za distribuciju vode, **Procesna tehnika**, (2002), **Vol.18**, pp. 190-193, **ISSN 0352-678X**.
5. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Универсальные уравнения МГД течения несжимаемой жидкости на нагретой движущейся пластинке, **Bulletins for Applied & computing mathematics**, (2002), **BAM-1863/2001 XCVI-A, PAMM-Centre; TU-Budapest**, pp. 235-242.
6. *Milenković Dragica, Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin* Analiza uzroka nestabilnog rada pumpi u pumpnoj stanici „Draganja” u Prokuplju, **Procesna tehnika**, (2003), **Vol. 19**, pp. 33-35, **ISSN 0352-678X**.
7. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations of unsteady MHD incompressible fluid flow with variable electro-conductivity on heated moving porous plate, **Facta Universitatis, Series Mechanics, Automatic control and robotics**, (2003), **Vol 3. No15**, pp. 1007-1017.
8. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, A form of MHD universal equations of unsteady incompressible fluid flow with variable electroconductivity on heated moving plate, **Theoretical and Applied Mechanics**, (2005), **Vol. 32, No. 1**, pp.65-78.
9. *Bogdanović Božidar, Stamenković Živojin, Bogdanović Jovanović Jasmina*, The development of turbine-pump aggregate, **Thermal Science**, (2006), **Supplement to Vol.10, No 4**, pp.163-176.
10. *Bogdanović Božidar, Stamenković Živojin, Bogdanović Jovanović Jasmina, Majstorović Pejo*, The comparison of theoretical and experimental results of velocity distribution on boundary streamlines of separated flow around a hydrofoil in a straight plane cascade, **Facta universitatis, Series Mechanical Engineering**, (2007), **Vol. 5, No. 1**, pp. 33 – 46.
11. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Blagojević Bratislav, Stamenković Živojin*, Universal Solutions of Unsteady Two-Dimensional MHD Boundary Layer on the Body with Temperature Gradient along Surface, **WSEAS TRANSACTIONS on FLUID MECHANICS**, **Volume 4, 2009**, pp. 97-106, **ISSN 1790-5087**.
12. *Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Generalized similarity method in unsteady two-dimensional MHD boundary layer on the body which temperature varies with time, **International Journal of Engineering, Science and Technology**, **Vol. 1, No. 1, 2009**, pp. 206-215, **ISSN 2141-2839; 2141-2820**.
13. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Obrović Branko, Stamenković Živojin*, Universal equations of unsteady two-dimensional MHD boundary layer whose temperature varies with time, **Theoretical and Applied Mechanics Vol.36, No.2**, pp. 119-135, **2009**, **ISSN 1450-5584**.

2.3 Радови саопшени на међународним скуповима

1. *Milenković Dragica, Nikolić Vlastimir, Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin*, Mathematics modeling of hydraulic turbine and regulator, **PAMM Conference, Baja, Mađarska, 1998**.
2. *Nikolić Vlastimir, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Designing digital steering laws for the regulation of rotation velocity of a turbine, **PAMM Conference, Baja, Mađarska, 1998**.

3. *Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Determination of complete pump characteristics and their applications in Fluid transient analysis, Kongres mehanike **JUMEH 1999**.
4. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Univerzalne jednačine MHD strujanja nestišljive tečnosti na zagrejanjoj poroznoj pokretnoj ploči, **Fourth International Conference Heavy Machinery**, pp. **B.9 – B.13, 2002**.
5. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations of unsteady MHD incompressible fluid flow on porous plate, **MAM 2002, Proceeding of 8-th symposium on theoretical and applied mechanics**, pp. **125-130, 2002**.
6. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations of unstable MHD incompressible fluid flow with variable electro-conductivity on heated moving porous plate, **Conference on Modelling Fluid Flow, 12th International Conference on Fluid Flow Technologies, Proceedings Volume I**, pp. **208-214, 2003**.
7. *Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Cavitation characteristics of restriction orifices and control valve, **Conference on Modelling Fluid Flow, 12th International Conference on Fluid Flow Technologies, Proceedings Volume I**, pp. **531-537, 2003**.
8. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations of unsteady mhd fluid flow with variable electro-conductivity caused by moving of heated plate, Kongres mehanike **JUMEH-2003, Zbornik radova na CD-u**.
9. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Improving of method of characteristics for calculation of transient flow in pipe networks, **International Scientific Conference, Proceedings Volume II**, pp. **465-470, Gabrovo, 2004**.
10. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, The system of universal equations of unsteady MHD incompressible fluid flow on heated moving porous plate, **International Scientific Conference, Proceedings Volume II**, pp. **471-476, Gabrovo, 2004**.
11. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, The System of Universal Equations of Unsteady MHD Incompressible Fluid Flow on Heated Moving Plate, **1st IC-SCCE-International conference from scientific computing to computational engineering;** issued by: Demos T. Tsahalis; **1st IC-SCCE, Paper ID 173, 7 pages, Athens, Greece, 2004**.
12. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations of unsteady MHD incompressible flow on heated moving plate of fluid which electro-conductivity is function of velocity ratio, **The fifth international conference heavy machinery HM2005, Conference proceedings**, pp. **B5-B9, 2005**.
13. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Numerical and experimental determination of venturi tube flowmeter discharge coefficient, **The fifth international conference heavy machinery HM2005, Zbornik radova**, pp. **B33-B37, 2005**.
14. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Numerical and experimental determination of orifice plate meter discharge coefficient, **25 Yugoslav Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Novi Sad, Zbornik radova na CD-u, 2005**.
15. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, The system of universal equations of unsteady MHD incompressible fluid flow with variable electro-conductivity on

hated moving porous plate, **Poglavlje u monografiji: Theoretical and Experimental Research of Elasto-Plastic Behaviour of Engineering Structures, 2006, pp. 113-125, ISBN 86-80295-71-X, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet.**

16. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Parametric method in unsteady MHD boundary layer theory of fluid with variable electroconductivity, **Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'06), The 13th International Conference on Fluid Flow Technologies, Budapest, Hungary, 2006, pp. 831-837, ISBN 963-420-872-x.**
17. *Z Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Rotating Stall in centrifugal compressor diffuser, **Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'06), The 13th International Conference on Fluid Flow Technologies, Budapest, Hungary, 2006, pp. 1125-1132, ISBN 963-420-872-x.**
18. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Universal equations for unsteady two-dimensional MHD boundary layer on the constant temperature body, **IX Triennial International SAUM Conference on Systems Automatic Control and Measurements, 2007, pp. 148-152, ISBN 978-86-85195-49-5.**
19. *Dragica Milenković, Živojin Stamenković, Aleksandar Boričić, Jelena Nikodijević*, Multi-parametric method in theory of a periodic boundary layer, **X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, 2010, pp. 336-340, ISBN 978-86-6125-020-0.**
20. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, Generalized similarity method in theory of unsteady MHD boundary layer with universal equations in differential form, **The international conference Mechanical Engineering in XXI Century, 2010, pp. 91-95, ISBN 978-86-6055-008-0**
21. *Bogdanovic-Jovanovic Jasmina, Stamenković Živojin, Bogdanović Božidar*, Numerical determination of fluid velocity field around a smooth sphere using diferent turbulent models and comperison with experimental results, **The interntional conference Mechanical Engineering in XXI Century, 2010, pp. 103-107, ISBN 978-86-6055-008-0.**
22. *Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin*, Poiseuille-Couette MHD Flow and Heat Transfer of Two Immiscible Fluids, **III International Symposium - Contemporary Problems of Fluid Mechanics, May 12-13th, 2011.**

2.4 Научно истраживачки и развојни пројекти

1. Стратешки пројекат под називом: **Цевне турбине снаге до 10MW, евиденциони број стратешког пројекта: С.2.06.16.0159**
 - а) Хидромашинска опрема за цевне турбине снаге до 10MW
 - б) Помоћни системи цевних турбина снаге до 10MW
2. Пројекат у оквиру НАЦИОНАЛНОГ ПРОГРАМА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ у периоду од 2000. до 2004. године, под називом: **Оптимизација пумпних система за водоснабдевање градова (демоград Лесковац)**, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгица Миленковић., ев. број. НПЕЕ 413-42б.
3. Пројекат у оквиру ОСНОВНИХ НАУКА у периоду од 2000. до 2004. године, под називом: **Аналитичке и нумеричке методе механике флуида**, Машински факултет Београд. Руководилац пројекта проф. др Владан Ђорђевић, ев. број ОИ 1373.

4. Пројекат у оквиру ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА у периоду од 2002. до 2004. године, под називом: **Истраживање оптималног трибопара цилиндарски блок-разводна плоча клипно-аксијалних хидромотора и пумпи са аспекта побољшања квалитета и ефикасности у раду.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгиша Никодијевић, ев. број. ТР МИС. 3.02.0078.
5. Пројекат у оквиру НАЦИОНАЛНОГ ПРОГРАМА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ у периоду од 2004 до 2007. године, под називом: **Турбинско-пумпни агрегат за наводњавање,** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Божидар Богдановић, ев. број. НПЕЕ 1006.
6. Пројекат у оквиру НАЦИОНАЛНОГ ПРОГРАМА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ у периоду од 2005. године до 2008., под називом: **Пројектовање енергетски ефикасних пумпних станица у вишеспратним објектима у Нишу.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгица Миленковић, ев. број НПЕЕ 242004.
7. Пројекат у оквиру ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА у периоду од 2005. до 2008. године, под називом: **Развој оптималне групе базних уређаја и система уљне хидраулике програма ИХП «Прва Петолетка»-Трстеник.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгиша Никодијевић, ев. број. ТР6308.
8. Пројекат из области ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ у периоду од 2008. до 2010. године, под називом: **Развој конструкција аксијалних реверзибилних вентилатора.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Божидар Богдановић, ев. број 18012.
9. Пројекат из области ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ у периоду од 2008. до 2010. године, под називом: **Истраживање струјања флуида у циљу повећања енергетске ефикасности и даљег развоја алтернативних и обновљивих извора енергије.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Зоран Боричић, ев. број 18010.
10. Пројекат технолошке области МАШИINSTVO у периоду од 2008. до 2010. године, под називом: **Унапређење конструктивних решења спороходних радних кола центрифугалних пумпи у циљу проширења области рада и побољшања кавитационих карактеристика.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгиша Никодијевић, ев. број 14032
11. Пројекат из области ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ у периоду од 2011. до 2014. године, под називом: **Ревитализација постојећих и пројектовање нових микро и мини хидроелектрана (од 100 до 1000 kW) на територији јужне и југоисточне Србије.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгица Миленковић, ев. број ТР 33040.
12. Пројекат технолошке области МАШИINSTVO у периоду од 2008. до 2010. године, под називом: **Истраживање магнетнохидродинамичких струјања (МХД) у околини тела, процепима и каналима и примена у развоју МХД пумпи.** Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта проф. др Драгиша Никодијевић, ев. број ТР 35016.

3. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Предмет истраживања и методе које ће се применити у раду

Међусобно дејство магнетног поља и електропроводног флуида који се креће проузрокује велики број разноврсних магнетнохидродинамичких феномена.

Ово дејство спољашњег магнетног поља користи се код техничких уређаја, као што су нпр. МХД пумпе, магнетни мерачи протока, МХД генератори... У индустријским процесима магнетно поље се користи за управљање струјањем како електропроводних течности, тако и плазме и течних метала. Примена електромагнетних сила препозната је као технологија која обећава и базирана је на чињеници да магнетно поље може значајно да утиче на струјање плазме, течних метала и електропроводне течности на различите начине.

При турбулентном режиму струјања, утицај магнетног поља користи се у циљу поравнања профила брзине, затим за смањење нежељених турбулентних флукуација и за смањење отпора струјању. При дејству спољашњег магнетног поља у електропроводном флуиду се генерише индукована струја која доводи до Joule-ове дисипације, чија је последица трансформација кинетичке енергије у топлотну. Ова се особина такође користи код континуалног ливења, како би се контролисало струјање у млазевима који пуне калупе. Како би се извршила хомогенизација шарже са циљем добијања производа високог квалитета и чистоће, примењују се ротациона магнетна поља. У овом случају магнетно поље се користи како би се генерисало обртно кретање којим се меша растопина.

Магнетнохидродинамичке технологије данас се све више примењују, а неки од примера су стабилизација растопина и слободних површи, затим ласерско заваривање и површински третман материјала, производња веома финих прахова, полупроводника, алуминијума и суперлегура са изузетним особинама.

МХД уређаји, као што су електромагнетни мерачи протока често се користе јер могу да раде са изузетно хемијски агресивним течностима и мешавинама. Они мере индукован напон који се генерише услед кретања проводника кроз магнетно поље. Разлика потенцијала која се јавља на електродама је пропорционална протоку флуида у каналу. У хемијској и металуршкој индустрији МХД пумпе се често користе, њихову предност представља могућност рада са веома агресивним, хемијски реактивним флуидима веома високе температуре. Поред тога МХД пумпе немају покретне механичке делове, нема потребе за коришћењем лежајева, није неопходно користити механичке заптиваче итд. па је тиме значајно повећана њихова поузданост.

Индустријски процеси и технички системи код којих се користе МХД ефекти, показују да магнетно поље представља широко применљив и неинванзиван метод за управљање и утицај на струјање електропроводних флуида. Магнетнохидродинамика данас има значајно место у развоју нових производних технологија, али и у поступку унапређења постојећих технолошких процеса са циљем добијања нпр. високо квалитетних материјала.

Повећано интересовање за изучавање МХД феномена повезано је данас у свету са развојем фузионих реактора где се плазма контролише магнетним пољем високог интензитета. Посебно се изучавају омотачи реактора (Molokov, Morley, Smolentsev Bühler) који су постављени између плазме и намотаја за генерисање магнетног поља. Магнетнохидродинамичко управљање струјањем овде има кључни утицај.

Значајна питања везана за пројектовање МХД уређаја односе се на велики пад притиска изазван интеракцијом магнетног поља и флуида велике електропроводности који струји великом брзином. Оваква струјања одликују се великим вредностима Reynolds-овог магнетног броја и код њих се јављају ефекти редистрибуције (перерасподеле) струјања и преноса топлоте. Последица је да се обично код ових уређаја раде разводи где флуид мора да струји кроз нагла проширења или сужења, па је од великог значаја разматрање геометрије струјног простора. Управо из овог разлога, успешно и ефикасно коришћење електромагнетних феномена у индустријским процесима и техничким системима зависи од веома доброг разумевања ефеката дејства магнетног поља на струјање електропроводних

флуида у струјним просторима сложене геометрије. Од посебног интереса је МХД струјање у дифузорима јер су они поред канала константног попречног пресека основни геометријски облик компоненти уређаја у којима се јавља струјање електропроводних флуида. МХД појаве које се јављају у каналима са наглим повећањем попречног пресека могу значајно да утичу на слику струјања и да промене нпр. термичке особине компоненте која се разматра. У поређењу са струјањем вискозног флуида у каналу, код струјања електропроводног вискозног флуида у присуству магнетног поља може да се јави велики „магнетни” пад притиска који повећава неопходну снагу пумпе за транспорт електропроводног флуида кроз канале што може да резултује и значајним повећањем механичких оптерећења. Струјање у оваквим геометријским просторима може да доведе до стварања зона мировања флуида или вртложног струјања (рециркулациоина зона). У случају уређаја где је од значаја и њихова функција преноса топлоте зоне мировања или рецикулације могу да доведу до појаве тзв. врелих микро области, или до локалног нагомилавања једне компоненте електролитичког раствора. Из овог разлога неопходно је имати аналитичке, нумеричке или експерименталне податке како би се предвидели пад притиска, распоред електричне струје, брзинско и температурско поље којима се потпуно дефинише МХД струјање у оваквим струјним просторима.

Експериментално утврђивање струјних параметара са високом класом тачности је понекад веома тешко извести или је пак прескупо извођење ових лабораторијских мерења, а дешава се да се услед техничких ограничења не може постићи жељени опсег струјних параметара. Из овог разлога нумеричке симулације МХД струјања су веома значајан алат за анализу ових струјања као допуна експерименталним резултатима. Аналитичка решења у затвореном облику која је могуће добити, као и комбинација експериментално утврђених података и нумеричких симулација омогућавају да се покрије веома широк опсег струјних параметара који описују радне режиме разноврсних МХД уређаја и система.

Недавна истраживања (Mutschke, Gerbeth, Dulikravic, Weston, Gerner) показала су да електромагнетнохидродинамичка (ЕМХД) струјања могу такође да буду веома поуздан начин транспортовања слабо проводних флуида у микросистемима. У оваквим микрофлуидним уређајима може се транспортовати више флуида са различитим циљем. На пример повећање брзине једног флуида може се вршити у његовој директној интеракцији са другим покретљивијим, затим се проблем струјања два флуида може применити код уређаја за пренос топлоте или се може вршити контролисано мешање флуида дуж струјног тока.

Имајући у виду значај изучавања магнетнохидродинамичких струјања како теоријски тако и примењени у оквиру ове докторске дисертације предвиђа се изучавање МХД струјања једног и два флуида у каналима.

Први део истраживања биће везан за потпуно развијено, ламинарно МХД струјање у каналима под дејством униформног магнетног поља. Ова се струјања карактеришу тиме да се све физичке величине, изузев притиска, не мењају дуж правца струјања, док је пад притиска у правцу струјања константан. У уводном делу разматраће се струјања при различитим вредностима Hartmann-овог броја и Reynolds-овог магнетног броја која се карактеришу униформном брзином у средишњој зони и танким граничним слојевима на зидовима. Ови слојеви су присутни дуж зидова на које магнетно поље делује управно.

Овако дефинисан проблем струјања описује се једначином континуитета, моментном једначином, општом једначином магнетне индукције и енергијском једначином. Изучавање проблема описаних овим једначинама и анализа физичких феномена струјања управо су предмет ове дисертације уз посебан осврт на могућност управљања струјањем применом спољашњег магнетног и електричног поља.

У циљу комплетности разматрања описаног проблема дефинисаће се и проблем проводности зидова канала при чему ће се разликовати непроводни зидови, зидови коначне проводности и идеално проводни зидови. У одређеним специфичним техничким условима могуће је направити и комбинацију проводних и непроводних бочних зидова. Промена

проводности бочних зидова има значајан утицај на профил брзина у граничним слојевима на зидовима паралелним магнетном пољу, као и на запремински флуks који носе ови слојеви.

Како је напред речено проблем струјања који је од значаја за развој МХД уређаја је струјање у дифузорним каналима, па ће се наредни део дисертације односити на ова струјања. Карактеристике струјања код ових проблема зависе од Хартманн-овог броја и параметра оптерећења канала. Циљ овог дела истраживања је одређивање поља брзине и температуре и то у безиндукционој апроксимацији и у случају спрегнутих једначина (моментне и магнетне индукције). Како оваква струјања у околини критичне вредности Реунолдс-овог броја постају нестабилна, циљ је такође утврђивање границе стабилности ових струјања.

Како је у уводном делу наведено, ЕМХД микропумпе су све актуелније због дугорочне поузданости у остваривању протока, одсуству покретних делова, мале потребне снаге, реверзибилности протока, могућности управљања струјањем два или више флуида и ефективности у стварању смеша.

Имајући у виду овако широку могућност примене ЕМХД струјања два флуида који се не мешају, предмет истраживања трећег дела дисертације биће управо овакви типови струјања.

У случају електромагнетнохидродинамичког (ЕМХД) аксијалног струјања у каналу јавља се међусобно дејство између магнетног поља и електричног поља нормалног на њега. Независно од намене ЕМХД струјања два флуида, значајно је разумети динамику разделне површи између флуида и његов ефекат на транспортне карактеристике система.

Посебна пажња у овом делу дисертације биће поклоњена Poiseuille-овом и Poiseuille-Couette-овом струјању два флуида, граничним условима на разделној површи два флуида и примени нагнутог магнетног поља и управног електричног поља на зидове канала. Разматраће се струјање два флуида у каналу чији се зидови одржавају на константној температури, при чему су оба флуида проводна или је пак један од њих непроводан. Код описаних проблема струјања два флуида који се не мешају посебно ће се анализирати Цулова топлота, вискозно загревање, утицај промене угла нагиба магнетног поља, појава индукованог поља и утицај односа висина два флуида у каналу.

Методe које ће се користити у раду

Анализа МХД струјања у каналима обично се врши претпостављајући да је електропроводност флуида константна и да је струјање једнодимензијско. Ове две претпоставке поједностављују опште једначне које описују струјање флуида и пренос топлоте и овако добијене једначине је могуће решити аналитички не чинећи грешку у случају једноставне геометрије канала. Посебан значај ових тачних решења поједностављених физичких проблема је у томе што она омогућавају добијање апроксимативних решења сложенијих проблема. Поред ове веома познате примене тачних решења у механици флуида, постоји још један важан разлог за њихову анализу у магнетнохидродинамици. Код магнетнохидродинамичких проблема струјања увођењем електромагнетних феномена у анализу динамике струјања флуида не јављају се само проблеми у решавању једначина већ се јављају и нови физички феномени. Добијена аналитичка решења диференцијалних једначина која описују МХД струјање флуида омогућавају стицање увида управо у ове нове физичке појаве.

У оквиру дисертације биће учињен покушај да се поменута анализа прошири узимајући у обзир индуковано магнетно поље са циљем утврђивања магнетохидродинамичке интеракције флуида и поља, док се у енергијској једначини поред вискозног загревања узима у обзир и Joule-ова топлота. Описани проблеми биће разматрани како за струјање једног, тако и за струјање два флуида који се не мешају. Овако проширене једначине сводиће се на бездимензиони облик коришћењем бездимензионих величина које карактеришу МХД струјања и затим ће бити дата њихова аналитичка решења. Добијена решења биће анализирана за флуиде чија је примена значајна у техничкој пракси и за различите вредности карактеристичних бездимензионих величина.

У случају струјања флуида у дифузорним каналима, као и код струјања када је један зид раван а други таласаст, једначине које описују пренос масе и топлоте су спрегнуте и нелинеарне па је веома тешко или немогуће добити њихово аналитичко решење. У овим случајевима анализираће се могућност коришћења пертурбационе технике за добијање апроксимативних решења развојем у ред по малом параметру. Решења једначина ће се даље тражити применом методе сукцесивних апроксимација.

Поред поменутих метода за решавање једначина у оквиру дисертације учиниће се покушај примене нумеричке методе: диференцна метода квадратуре (DQM) која представља ефикасну технику дискретизације за добијање нумеричких решења високе тачности коришћењем малог броја тачака нумеричке мреже или методе коначних запремина. Једна од ових метода биће примењена за решавање проблема МХД струјања код ког су моментна и општа једначина магнетне индукције спрегнуте.

3.2 Научни циљ докторске дисертације

Кључни циљеви докторске дисертације су:

- Математичко моделирање описаних проблема струјања и преноса топлоте:
 - Проблем проводности зидова канала
 - Разматрање проблема у безиндукционој апроксимацији и у случају спрегнутих једначина
 - Гранични услови при струјању два флуида
 - Струјање у дифузорним каналима и каналима са једним таласастим зидом
- Аналитичко решавање моментне, енергијске и индукционе једначине за проблеме МХД струјања једног и два флуида
- Примена пертурбационе методе на МХД проблеме струјања у дифузорним каналима
- Примена пертурбационе методе на МХД проблеме струјања у каналима са једним таласастим и другим равним зидом
- Детаљна анализа физичких феномена који се јављају код МХД и ЕМХД струјања.
- Утврђивање границе стабилности код струјања у дифузорним каналима
- Поређење аналитичких решења добијених у затвореном облику са резултатима добијеним пертурбационом методом и нумеричком методом решавања описаних проблема струјања
- Анализа добијених резултата за флуиде чија је примена од значајна у техничкој пракси за различите вредности карактеристичних бездимензионих величина које описују МХД и ЕМХД проблеме струјања и преноса топлоте.

3.3 Очекивани научни допринос и могућности примене истраживања

- Истраживањима у оквиру датог садржаја предложене теме докторске дисертације утврдиће се нова теоријска сазнања у области МХД и ЕМХД струјања једног и два флуида у каналима
- Дефинисање математичких модела који описују реалне проблеме струјања и преноса топлоте електропроводних флуида у присуству спољашњег магнетног поља, индукованог магнетног поља и електричног поља
- Анализа могућности примене пертурбационе методе у проучавању дводимензионих проблема МХД и ЕМХД струјања и разматрање тачности добијених резултата
- Даће се детаљна анализа физичких феномена који се јављају код разматраних проблема струјања за реалне флуиде који се користе у техничкој пракси
- Верификација добијених резултата међусобним поређењем аналитичких решења у затвореном облику са решењима добијеним пертурбационом и нумеричком методом.

- Анализираће се могућност примене добијених резултата за развој МХД пумпи и дефинисаће се предлог експерименталне инсталације

3.4 Оквирни садржај докторске дисертације

Теме које ће бити обрађене у оквиру дисертације су:

1. Струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у присуству магнетног поља у каналима константног попречног пресека
2. Струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у присуству нагнутог магнетног поља и управног електричног поља у каналима константног попречног пресека
3. Анализа утицаја магнетног и електричног поља на струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у дифузорним каналима.
4. Анализа ЕМХД струјања и преноса топлоте проводног и непроводног флуида који се не мешају у каналу у присуству нагнутог спољашњег и индукованог магнетног поља.
5. ЕМХД струјање и пренос топлоте два проводна флуида који се не мешају у каналу у присуству нагнутог спољашњег и индукованог магнетног поља.
6. Комбиновано конвективно МХД струјање два флуида који се не мешају између вертикалног таласастог и равног зида
7. Експериментална истраживања, CFD, практична примена и правци даљих истраживања.

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације закључују:

- Да кандидат Живојин Стаменковић, дипл. инж. маш. формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским судијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Да је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се бави научним истраживањем.
- **Да је предложена тема „Магнетнохидродинамичка (МХД) струјања једног и два флуида у каналима” научно заснована.**
- Да су Истраживања кандидата у области предложене теме већ дала оригиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима из уже научне области којој припада предложена тема докторске дисертације.
- Да досадашњи стручни и научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у кратком временском интервалу.
- Да се за **ментора докторске дисертације именује др Драгиша Никодијевић**, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу, кој је сагласан са овим предлогом. (Списак најзначајнијих референци ментора из уже научне области из које је тема докторске дисертације дат је у Прилогу.)

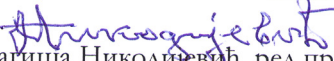
На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу, да Живојину Стаменковићу, дипл. инж. маш., асистенту Машинског факултета Универзитета у Нишу одобри израду докторске дисертације под радним називом:


**„Магнетнохидродинамичка (МХД) струјања
једног и два флуида у каналима”**


У Нишу, Крагујевцу,

јуна 2011.год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ :


др Драгиша Никодијевић, ред.проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу
(ужа научна област-теоријска и примењена механика флуида)


др Слободан Савић, ванр. проф. Машинског факултета Универзитета у Крагујевцу
(ужа научна област-примењена механика,
примењена информатика и рачунарско инжењерство)


др Милош Јовановић, доцент Машинског факултета Универзитета у Нишу
(ужа научна област-теоријска и примењена механика флуида)

Прилог

Списак најзначајнијих референци ментора из уже научне области из које је тема докторске дисертације

1. *Saljnikov Viktor, Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša*, Polyparametrigé Methode für die Berechnung der instationären MHD Grenzschichten, **ZAMM**, Vol. 68 (1988), No. 5, T346-T349.
2. *Saljnikov Viktor, Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša*, Natürliche Konvektionsströmung an einer senkrecht geheizten porösen Platte, **ZAMM**, Vol. 69 (1989), No. 6, T648-T651.
3. *Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša*, Die ebene MHD Grenzschicht am Körper mit porösen Kontur, **ZAMM**, Vol. 69 (1989), No. 6, T681-T684.
4. *Saljnikov Viktor, Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša*, Lösungen verallgemeinerter Ähnlichkeit für dreidimensionale laminare kompressible Fluggrenzschichten, **ZAMM**, Vol. 70 (1990), No.5, T462-T465.
5. *Saljnikov Viktor, Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša*, General similarity solutions for 3-D laminar compressible boundary layer flows on swept profiled cylinders, **ACTA MECHANICA**, Suppl. 4 (1994), pp. 389-399.
6. *Obrović Branko, Nikodijević Dragiša, Savić Slobodan*, Boundary Layer of Dissociated Gas on Bodies of Revolution of a Porous Contour, **Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering** 55(2009) 4, pp. 244-253.
7. *Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Živković Dragan, Jovanović Miloš*, Unsteady Plane Mhd Boundary Layer Flow of a Fluid of Variable Electrical Conductivity, **THERMAL SCIENCE**, (2010), Vol. 14, suppl., pp. S171-S182.
8. *Stamenković Živojin, Nikodijević Dragiša, Blagojević Bratislav, Savić Slobodan*, MHD Flow and Heat Transfer of Two Immiscible Fluids Between Moving Plates, **TRANSACTIONS OF THE CANADIAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERING**, (2010), Vol. 34 No. 3-4, pp. 351-372.
9. *Nikodijević Dragiša, Nikolić Vlastimir, Stamenković Živojin, Boričić Aleksandar*, Parametric method for unsteady two-dimensional MHD boundary-layer on a body for which temperature varies with time, **ARCHIVES OF MECHANICS**, (2011), Vol. 63 No. 1, pp. 57-76.
10. *Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin*, MHD Couette two-fluid flow and heat transfer in presence of uniform inclined magnetic field, **HEAT & MASS TRANSFER**, (2011), DOI 10.1007/s00231-011-0815-7
11. *Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin, Milenković Dragica, Blagojević Bratislav*, Flow and heat transfer of two immiscible fluids in the presence of uniform inclined magnetic field, **MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING**, 2011, rad u štampi