

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор једног доцента или ванредног професора, на одређено време од пет година са пуним радним временом, за ужу научну област Механика флуида, на Машинском факултету у Београду.

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број 3296/3 од 22.12.2016. године, а по објављеном конкурс за избор једног наставника у звање доцента на одређено време од пет година са пуним радним временом или у звање ванредног професора на одређено време од пет година са пуним радним временом за ужу научну област Механика флуида, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“ број 707-708 од 4. 1. 2017. године, пријавила се једна кандидаткиња и то др Снежана Милићев, дипл. инж. маш, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду.

На основу прегледа достављене конкурсне документације, констатујемо да кандидаткиња испуњава услове конкурса, и у вези с тим подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Снежана С. Милићев (рођена Лазаревић) рођена је 29. 1. 1970. године у Београду.

Основну школу завршила је 1984. године са одличним успехом. Средњу музичку школу уписала је 1984. године и завршила 1988. године, такође са одличним успехом, као носилац дипломе „Вук Караџић“.

Машински факултет у Београду, смер Термотехника, уписала је 1988. године. Током студија је сваке године за постигнути успех била награђивана од стране Факултета и Универзитета. На Машинијадама у четвртој и петој години освојила је прва места на такмичењима из Машинских елемената. Дипломирала је 1993. године на тему „Таласна кретања течности и хидрауличке аналогije“, под менторством академика проф. др Владана Ђорђевића. Просечна оцена током студија била јој је 9,74, на дипломском раду 10. Награђена је као најбољи дипломирани студент на Машинском факултету у 1993. години.

Последипломске студије на Машинском факултету у Београду уписала је 1993. године, смер Примењена механика флуида у машинству. Положила је све стручне испите на овим студијама, као и испите из страних језика, и тиме стекла услов за израду магистарске тезе. Магистарску тезу под насловом „Надзвучно опструјавање заобљених обртних тела са иглом“, под менторством проф. др Милоша Д. Павловића одбранила је 8. 9. 1999. године.

Докторску дисертацију под насловом „Неизотермска струјања разређеног гаса у микроканалима“, под менторством проф. др Невене Д. Стевановић одбранила је 13. 12. 2011. године.

Од новембра 1993. године је запослена на Машинском факултету у Београду, најпре у звању истраживач-приправник-таленат на Катедри за механику флуида. Затим, од октобра 1995. запослена је као асистент-приправник на Катедри за механику. Осим на матичном факултету држала је вежбе на Ваздухопловно–техничкој академији у Жаркову.

Од октобра 1997. године запослена је на Катедри за механику флуида. На овој катедри била је ангажована у настави на свим предметима. Поред редовног учешћа у раду Катедре, у једном периоду је обављала и функцију секретара Катедре. Водила је два пута студенте на такмичења из Механике флуида у оквиру Машинијаде и оба пута су освојили прва места.

Изабрана је у звање асистента 1999. године. Тренутно ради као доцент на Катедри за механику флуида Машинског факултета у Београду. У ово звање бирана је 2012. године. У звању доцента држала је предавања и вежбе на Основним академским студијама из предмета Механика флуида Б као и на Мастер академским студијама из предмета Динамика гасова.

Према Извештају о резултатима студентског вредновања педагошког рада др Снежане Милићев за период од 2012/2013. до 2015/2016. добила је просечну оцену на предмету Механика флуида Б 4,47, док је на предмету Динамика гасова у истом периоду добила оцену 4,75.

Учествовала је у акредитацији Лабораторије за механику флуида Машинског факултета у Београду која је акредитована за еталонирање мерила протока гаса и еталонирање рефлектометара. Од оснивања је стручни сарадник ове Лабораторије. Руководилац је Лабораторије за уљну хидраулику и пнеуматику Машинског факултета.

Радови које је објавила у часописима са SCI листе цитирани су од стране других аутора 21 пут.

Коаутор је „Збирке задатака из Статике са изводима из теорије“, која је објављена на Машинском факултету 1998. године. Такође, коаутор је „Приручника за прорачун струјања стишљивог флуида са изводима из теорије“ објављеног на Машинском факултету у Београду 2017. године. Коаутор је три техничка решења.

Члан је Српског друштва за механику.

Рецензент је радова у часописима FME Transactions, AIChE Journal и JMES (Journal of Mechanical Engineering), Part C.

Учествовала је у комисијама за одбрану два мастер рада.

Говори енглески, а служи се и руским језиком.

Удата је и мајка троје деце, Милоша (2003), Мине (2003) и Јована (2005).

Б. Дисертације

1. **Магистарска теза:** Милићев С. С., Надзвучно опструјавање заобљених обртних тела са иглом, Магистарски рад, Универзитет у Београду - Машински факултет, 1999, стр. 139, ментор проф. др Милош Павловић. Магистарска теза је одбрањена 8. 9. 1999. године.

2. **Докторска дисертација:** Милићев С. С., Неизотермска струјања разређеног гаса у микроканалима, Докторска дисертација, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2011, стр. 206, ментор проф. др Невена Стевановић. Докторска дисертација је одбрањена 13. 12. 2011. године.

В. Наставна активност

Др Снежана Милићев је од новембра 1993. у звању истраживач-приправник-таленат на Катедри за механику флуида била ангажована као сарадник у настави на предмету Кинематика и на Катедри за механику флуида на предмету Хидраулика и пнеуматика. Од октобра 1995. као асистент-приправник на Катедри за механику током две школске године учествовала је у настави и у организовању и одржавању испита на свим предметима Механика I-IV. Осим на матичном факултету држала је вежбе из Механике на Ваздухопловно-техничкој академији у Жаркову.

Од октобра 1997. године на Катедри за механику флуида држала је вежбе и учествовала у организовању и одржавању испита на предметима: Механика флуида, Динамика гасова, Хидраулика и пнеуматика, Транспорт чврстих материјала цевима, Механика флуида Б, Механика флуида М, Механика биофлуида и Микро и нано флуидика. За нови предмет Механика биофлуида осмислила је програм вежби и припремила одговарајуће скрипте за студенте. Водила је два пута студенте на такмичења из Механике флуида у оквиру Машинијаде и оба пута су освојили прва места.

У звању доцента, у оквиру предмета Механика флуида Б на Основним академским студијама, поред предавања и аудиторних вежби, држала је и лабораторијске вежбе у Лабораторији за уљну хидраулику и пнеуматику чији је руководилац. На Мастер академским студијама држала је предавања и вежбе на предмету Динамика гасова. У оквиру овог предмета припремила је изводе са предавања и вежби. Осим тога, организовала је и посете студената Војнотехничком институту у Београду, како би упознавањем примене гасодинамичких испитивања у пракси употпунили теоријска знања.

На Докторским студијама је кроз менторски рад држала наставу из предмета Математичке методе механике флуида.

Према Извештају о резултатима студентског вредновања педагошког рада др Снежане Милићев, за период од 2012/2013. до 2015/2016, добила је оцену на предмету Механика флуида Б 4,47, док је на предмету Динамика гасова у истом периоду добила оцену 4,75.

Коаутор је књига:

1. Глишић М., Тришовић Н., Јеремић О., Милићев С., Зековић Д., „Збирка задатака из Статике са изводима из теорије“, ISBN 978-86-7083-759-1, Машински факултет, Београд, 1998, стр. 315
2. Милићев С. С, Ћоћић А. С, „Приручник за прорачун струјања стишљивог флуида са изводима из теорије“, ISBN 978-86-7083-926-7, Машински факултет, Београд, 2017, стр. 218

Учествовала је у комисијама за одбрану два мастер рада:

1. Ћертић С. А., Електроосмотско струјање флуида у микро и наноканалима, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2014.
2. Раковић М., Нумерички прорачун турбулентног струјања воде кроз цев са уграђеном мерном блендом, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2016.

Г. Библиографија научних и стручних радова

Г.1. Библиографија научних и стручних радова пре избора у звање доцента

Г.1.1. Категорија М20

Врхунски међународни часопис (М21)

1. Milićev S., Pavlović M.: *Influence of Spike Shape at Supersonic Flow Past Blunt-Nosed Bodies: Experimental Study*, - AIAA Journal, Vol 40, No 5, 2002, pp. 1018-1020. (ISSN 0001-1452, импакт фактор 0,782 за 2002. годину)

Међународни часопис (М23)

2. Milićev S., Stevanović N.: *A Microbearing Gas Flow with Different Walls' Temperatures*, - Thermal Science, Vol 16, No 1, 2012, pp. 119-132. (doi: 10.2298/TSCI110804086M, ISSN 0354-9836, импакт фактор 0,838 за 2012. годину)

Г.1.2. Категорија М30

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

1. Trišović N., Maneski T., Milićev S., Sedmak A., Smiljanić, P.: *Optimal Finite-Element Modeling of Plate Structures*, - Proceedings of the XIV International Conference on Material Handling and Warehousing, Belgrade 1996, pp. 4.121-4.126.
2. Milićev S., Stevanović N.: *A Constant Wall Temperature Microchannel Gas Flow*, - Proceedings of the 1st European Conference on Microfluidics-Microfluidics, Bologna 2008, pp.1-9.
3. Stevanović N., Milićev S.: *Inertia effect in Microbearing Gas Flow*, Proceedings of the 11th International Conference on Tribology Serbiatrib '09, Belgrade 2009, pp. 202-208.
4. Milićev S., Stevanović N.: *A Different Walls Temperature Couette Slip Gas Flow*, - Proceedings of the 3rd International Symposium Contemporary Problems of Fluid Mechanics, Belgrade 2011, pp. 129-138.

Г.1.3. Категорија М50

Водећи часопис националног значаја (М51)

1. Milićev S., Ristić S., Vitić A.: *Eksperimentalna ispitivanja uticaja igle na aerodinamičke karakteristike rakete*, - Naučnotehnički pregled, vol. 49, br. 6, 1999, str. 33-38. (ISSN 0350-0667)
2. Milićev S., Pavlović M., Ristić S., Vitić A.: *On the Influence of Spike Shape at Supersonic Flow Past Blunt Bodies*, - Facta Universitatis, Series: Mechanics, Automatic Control and Robotics, Vol 3, No 12, 2002, pp. 371-382. (ISSN 0354-2009)
3. Ristić S., Milićev S., Vitić A.: *Eksperimentalna ispitivanja uticaja šiljka na aerodinamičke karakteristike zaobljenog tela*, - Tehnička dijagnostika, br. 3-4, 2004, str. 17-25. (ISSN 1451-1975)

4. Stevanović N., Milićev S.: *A Constant Wall Temperature Microbearing Gas Flow*, - FME Transactions, Vol 38, No 2, 2010, pp. 71-77. (ISSN 1451-2092)

Г.1.4. Категорија М60

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М63)

1. Milićev S., Pavlović M., Vitić A., Ristić S.: *Experimental Study of the Influence of Spike Shape Axisymmetric Flow Past Bodies*, - Proceedings of the 23rd Yugoslav Congress of Theoretical and Applied Mechanics, 2001, pp. 261-264.

Стручни радови, експертизе, техничка решења и софтвери

1. Павловић М., Стевановић Н., Лечић М., Милићев С., Тоћић А., „Процедура за еталонирање мерила протока коришћењем примарног калибратора протока ваздуха“, Машински факултет, Београд, 2008-2009.
2. Павловић М., Стевановић Н., Лечић М., Милићев С., Тоћић А., „Процедура за еталонирање уређаја за узорковање ваздуха“, Машински факултет, Београд, 2008-2009.
3. Лечић М., Чантрак С., Павловић М., Тоћић А., Милићев С., „Преносиви аеротунел за калибрацију НВА сонди“, Београд, 2010.

Учешће у пројектима Министарства Србије

1. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и технологију Републике Србије 08М01 „Истраживање основних процеса у термоенергетици“, Универзитет у Београду - Машински факултет, 1996-2000.
2. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку, технологију и развој Републике Србије, ОИ 1328 „Савремени проблеми механике флуида“, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2002-2005.
3. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије ОИ 144022 „Нелинеарни проблеми и динамика комплексних флуидних система са применама у енергетици“, 2005-2010.
4. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије, ТР 6381Б „Развој и реализација опреме, уређаја и сонди за мерење турбулентног брзинског поља флуида“, 2005-2007.
5. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије, ТР 14046 „Истраживање и развој анемометарских сонди мерно калибрационих поступака и оптичких метода за мерење у техничкој пракси“, 2008-2010.
6. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, ТР 35046 „Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта“, од 2011-2017.

Г.2. Библиографија научних и стручних радова после избора у звање доцента

Г.2.1. Категорија М20

Међународни часопис (М23)

1. Milićev S., Stevanović N.: *A non-isothermal Couette slip gas flow*, - Science China Physics, Mechanics and Astronomy, Vol 56, No 9, 2013, pp. 1782-1797. (doi: 10.1007/s11433-013-5120-7, ISSN 1674-7348, импакт фактор 0,864 за 2013. годину)
2. Milićev S., Stevanović N.: *Navier-Stokes-Fourier analytic solutions for non-isothermal Couette slip gas flow*, - Thermal Science, Vol 20, No 6, 2016, pp. 1825-1833. (doi: 10.2298/TSCI160423221M, ISSN 0354-9836, импакт фактор 0,939 за 2015. годину)

Часопис међународног значаја верификован посебним одлукама (М24)

3. Milićev S., Stevanović N.: *Non-isothermal gas flow in microchannel with equal wall temperatures*, - PAMM Proc. Appl. Math. Mech. 13, Vol 13, Issue 1, 2013, pp. 283-284. (ISSN: 1617-7061, doi 10.1002/pamm.201310137)
4. Stevanović N., Milićev S.: *An analysis of the different parameters influence on the microbearing load carrying capacity*, - PAMM Proc. Appl. Math. Mech. 14, Vol 14, Issue 1, 2014, pp. 613-614. (ISSN: 1617-7061, doi: 10.1002/pamm.201410294)
5. Radenković D., Milićev S., Stevanović N.: *Rarefied gas flow in microtubes at low Reynolds numbers*, - FME Transactions, Vol 44, No 1, 2016, pp. 10-15. (doi:10.5937/fmet1601010R)

Г.2.2. Категорија М30

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

1. Milićev S., Stevanović N.: *Low Reynolds Number Non-Isothermal Microbearing Gas Flow*, - Proceedings of the 14th International Conference on Tribology Serbiatrib '15, Belgrade 2015, pp. 220-224.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (М34)

2. Stevanović N., Milićev S., Djordjevic V.: *Microbearing gas flow modeling by fractional derivative for entire Knudsen number range*, - Proceedings of the International Conference Contemporary Problems of Mechanics and Applied Mathematics, Novi Sad 2012, pp. 51-52.
3. Milićev S., Stevanović N.: *Non-isothermal gas flow in microchannel with equal wall temperatures*, - Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics of the 84th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM), Novi Sad 2013, 304.
4. Stevanović N., Milićev S.: *An analysis of the different parameters influence on the microbearing load carrying capacity*, - Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics of the 85th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM), Erlangen 2014, 451.

Учешће у пројектима Министарства Србије

1. Научно-истраживачки пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, ТР 35046 „Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта“, од 2011-2017.

Књиге и уџбеници

1. Глишић М., Тришовић Н., Јеремић О., Милићев С., Зековић Д., „Збирка задатака из Статике са изводима из теорије“, ISBN 978-86-7083-759-1, Машински факултет, Београд, 1998.
2. Милићев С. С., Ћоћић А.С., „Приручник за прорачун струјања стишљивог флуида са изводима из теорије“, ISBN 978-86-7083-926-7, Машински факултет, Београд, 2017.

Д. Приказ и оцена научног рада кандидата

Д. 1. Приказ и оцена научног рада кандидата пре избора у звање доцента

У магистарском раду Б.1. Снежана Милићев разматра квалитативне и квантитативне позитивне ефекте који се постижу уградњом централне игле код заобљених обртних тела која се крећу надзвучном брзином кроз ваздух. При Маховом броју $M=1,9$ испитане су четири различите игле. Нападни угао струје вариран је у опсегу од -4° до 10° . Ови утицаји разматрани су нумерички и експериментално. Визуализација струјања вршена је Шлирен методом. Закључено је да уградња централне игле на полусферно тело доводи до промене карактера струјања ваздуха због одвајања граничног слоја и стварања зоне повратног струјања. Такође, показано је како и колико уградња игле утиче на вредности аеродинамичких коефицијената тела и то пре свега на смањење коефицијента отпора и повећање коефицијента узгона. Закључено је да игла дужине једнаке пречнику тела, чији је предњи део облика полусфере, представља оптимално решење. Добијени резултати су поређени како међусобно тако и са постојећим из литературе.

У докторској дисертацији Б.2. мр Снежане Милићев разматрају се три проблема неизотермског дводимензијског стишљивог дозвучног струјања једноатомског гаса са клизањем. Први је проблем струјања гаса у микроканалима променљивог попречног пресека (конвергентном, дивергентном и каналу константне висине) који се остварује на бази разлике притиска. Код друга два, микро-Куетовом и струјању гаса у микролежајима, струјање се остварује кретањем зидова. Код сва три проблема решења су добијена у случају једнаких и различитих температура зидова, при малим и умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја, узимајући у обзир ефекат разређености. Струјање гаса са клизањем третирано је макроскопски, решавањем система једначина континуума, једначине континуитета, Навије-Стоксове једначине и једначине енергије, уз граничне услове Максвел-Смолучовског првог реда за брзину клизања и температурски скок гаса на зиду. Решења за притисак, брзину и температуру код свих разматраних проблема и свих наведених услова струјања добијају се аналитички, пертурбационом методом, уз развој величина по Кнудсеновом броју. Прва апроксимација одговара струјању гаса у условима континуума, док остале репрезентују ефекте разређености, тако да решења одговарају областима континуума и струјања гаса са клизањем. Метода је први пут у овој тези примењена на неизотермска микрострујања гаса. При дефинисању зависности транспортних коефицијената од температуре коришћен је молекуларни модел чврстих сфера. Добијени резултати се доста добро слажу са резултатима који одговарају разматраним случајевима добијеним експериментално и на бази кинетичке

теорије нађеним у доступној литератури. На тај начин потврђена је тачност примењене методе. Добијени резултати су превасходно аналитички, експлицитни и репродуктивни, па могу служити као репери у наредним истраживањима везаним за проблеме у овој области.

Радови Г.1.1.1, Г.1.3.1, Г.1.3.2, Г.1.3.3 и Г.1.4.1. произашли су као резултат експеримената и нумеричких прорачуна кандидаткиње насталих у оквиру магистарског рада.

У раду Г.1.1.1. дати су главни квантитативни резултати утицаја облика игле која се уграђује на врх заобљеног тела изазивајући тако пад аеродинамичког отпора и аеродинамичког загревања, као и пораст узгона. Резултати су добијени експериментално на основу надзвучних опструјавања испитиваних модела у ваздушном тунелу, при различитим нападним угловима. Визуализација струјања, Шлирен методом, омогућила је и анализу струјног поља које такође зависи од облика игле. Предложен је и образложен избор оптималног облика игле.

У раду Г.1.3.1. дати су резултати експерименталног истраживања утицаја различитих конструкција игле на аеродинамичке карактеристике ракете. Детаљно су размотрени конструктивни параметри испитиваних модела, као и услови у којима се одвијао експеримент. У раду су приказани експериментални подаци о испитивањима модела ракете полусферног врха са и без игле. Закључци су потврђени Шлирен снимцима.

У раду Г.1.3.2. нумерички је анализиран проблем надзвучног опструјавања неаеродинамичних тела, као што су тела са врхом у облику полулопте. Указано је на потребу редукције таласног отпора помоћу уградње игле на врху тела. На основу добијених резултата анализиран је утицај нападног угла и облика игле на редукцију отпора и пораст узгона тела.

У раду Г.1.3.3. су приказани резултати експерименталног испитивања модела ракете полусферног врха без и са три игле различитог облика. Испитивање је обављено у аеротунелу за две вредности Маховог броја, при различитим вредностима нападног угла. Вршено је квалитативно и квантитативно поређење резултата добијених мерењем сила и момената са резултатима холографске интерферометрије. Испитивања су показала да се уградњом игле на врх ракете при надзвучном струјању ваздуха значајно мења слика струјног поља, а самим тим и аеродинамичке карактеристике ракете.

У раду Г.1.4.1. дати су резултати експериментално добијених вредности коефицијената отпора при надзвучном лету ракете полусферног врха са и без игле на врху. Резултати су добијени за четири модела ракете при нултом нападном углу. У складу са аеродинамичким карактеристикама уз анализу визуализованог струјног поља предложен је оптималан облик ракете.

У раду Г.1.2.1. дата је упоредна анализа резултата добијених методом коначних елемената на основу три различита модела који се користе при моделирању плочастих структура. Оптимизација се у разматраним случајевима постиже смањењем броја степени слободе и предлаже се најбољи модел са аспекта потребног рачунарског времена.

Радови Г.1.1.2, Г.1.3.4, Г.1.2.2, Г.1.2.3. и Г.1.2.4. произашли су на основу рада кандидаткиње на докторској дисертацији.

У раду Г.1.1.2. је дато аналитичко решење за неизотермско, дводимензијско, стишљиво, дозвучно струјање гаса кроз микролежај различитих температура зидова. У раду је занемарена зависност динамичке вискозности и коефицијента топлотне проводљивости од температуре. Претпоставка о спорој промени нагиба микролежаја имплицирала је спору промену свих величина у подужном правцу. Методом пертурбација решене су једначине континуума уз одговарајуће граничне услове првог реда, чија је тачност реда Кнудсеновог броја. Добијене су по две апроксимације брзине, температуре и притиска, чиме су решења покрила област континуума и струјања са клизањем. Решења одговарају умерено великим

вредностима Рејнолдсовог броја, тако да се у другој апроксимацији осим разређености гаса региструју и утицај инерције, конвекције, дисипације и рада услед ширења.

У раду Г.1.3.4. приказана су решења за неизотермско дводимензијско струјање гаса у режиму клизања кроз микролежај константних и једнаких температура. Струјање гаса остварује се захваљујући кретању једног зида. Показано је да у овом случају температура гаса у микролежају није константна без обзира на мале димензије микролежаја и једнаку температуру оба зида. Анализиран је утицај Кнудсеновог броја и карактеристике микролежаја на расподелу притиска, температуре и брзине, а такође и утицај инерције.

У раду Г.1.2.2. је анализирано неизотермско, дводимензијско, стишљиво, дозвучно струјање гаса у микроканалима изотермских зидова. Аналитичко решење за струјање гаса је добијено коришћењем једначина континуума уз граничне услове клизања и температурског скока гаса на зиду првог реда. Вредност Кнудсеновог броја одговара условима струјања гаса са клизањем. Користећи тачну везу између Маховог, Рејнолдсовог и Кнудсеновог броја утврђен је допринос сваког члана у основним једначинама и граничним условима, за струјање при малим и великим вредностима Рејнолдсовог броја. Приказана су решења за расподелу притиска, брзину и температуру. Показано је да температура гаса у микроканалу, без обзира на изотермске зидове, није константна. У раду је приказано и аналитичко решење за коефицијент трења који осим од Рејнолдсовог зависи и од Кнудсеновог и Прантловог броја.

Рад Г.1.2.3. односи се на изотермско струјање гаса у микролежајима. Разматрано је струјање при малим вредностима Маховог броја кроз микролежај споро променљивог попречног пресека. Коришћени су гранични услови другог реда за брзину клизања на зиду, тј. гранични услови чија је тачност реда квадрата Кнудсеновог броја. То је условило и коришћење одговарајуће једначине количине кретања - Барнетове једначине. Добијена решења за расподелу притиска и поље брзине поређена су са нумеричким решењем Болцманове једначине других аутора и добијено је веома добро слагање. Ова метода омогућава укључивање инерције, која се у класичној Рејнолдсовој једначини подмазивања занемарује. Показано је да при умерено великим Рејнолдсовим бројевима овај утицај није занемарљив на расподелу притиска, односно носивост микролежаја.

У раду Г.1.2.4. дати су резултати поља брзине и температуре при микро-Куетовом струјању гаса, при малим и умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја. Решења за брзину и температуру добијена су за област континуума и струјања гаса са клизањем у случају различитих температура зидова. Осим аналитички, методом пертурбација, проблем је решен и нумерички, методом Рунге-Кута. Добијени резултати поређени су са одговарајућим из доступне литературе и добијено је веома добро слагање.

Приказ техничких решења

Техничко решење Г.1.4.1. је процедура која дефинише целокупан поступак еталонирања мерила запреминског протока. Приликом еталонирања користи се примарни калибратор запреминског протока до 10 l/min. Са овим калибратором могу се еталонирати сва мерила протока мање класе тачности од самог калибратора. То су мерила протока са лебдећим телом, мерила протока са мехуром, мерила протока са блендом, као и примарна мерила протока. Приликом еталонирања у три мерне тачке се утврђује одступање протока као и мерна несигурност самог мерила.

Техничко решење Г.1.4.2. представља процедуру за еталонирање уређаја за узорковање ваздуха. Постоје различите врсте узоркивача ваздуха. Сваки од њих има сопствену вакуум пумпу помоћу које се усисава ваздух из околине. Поред овога сваки узоркивач ваздуха има један или више мерила запреминског протока ваздуха. У процедури је

детално описан поступак еталонирања протокомера у узоркивачима ваздуха. Као резултат овог еталонирања добију се три мерне тачке са одговарајућим одступањима које показује протокомер и калибратор. Поред овога добија се и одговарајућа мерна несигурност еталонираног протокомера.

Техничко решење Г.1.4.3. је преносиви ваздушни тунел отвореног типа у коме се остварује излазни млаз широког језгра са равномерном расподелом брзине и ниским нивом турбуленције. Чеона површина сонде са загрејаним влакнима је занемарљиво мала у односу на површину попречног пресека млаза, тако да врло мало ремети струјно поље излазног млаза аеротунела. У аеротунелу се могу успешно калибрисати сонде са загрејаним влакнима. Осим сонди различитих светских произвођача, могуће је вршити калибрацију специјалних појединачно произведених сонди.

Техничка решења Г.1.4.1, Г.1.4.2. и Г.1.4.3. су у употреби на Машинском факултету у Београду. Прва два користе се у оквиру акредитоване Лабораторије за механику флуида Машинског факултета у Београду.

Д. 2. Приказ и оцена научног рада кандидата после избора у звање доцента

Проблеми струјања гаса у различитим микросистемима су предмет рада кандидаткиње у меродавном изборном периоду. Радови објављени у овом периоду дају решења која се односе на четири групе проблема: неизотермско струјање гаса у микроканалима, микро-Куетово струјање гаса, струјање гаса у гасним клизним микролежајима и струјање гаса у микроцевима.

У радовима Г.2.1.3. и Г.2.2.3. се презентују решења која се односе на неизотермско стишљиво струјање гаса у микроканалима променљивог попречног пресека које се одвија услед разлике притиска на улазу и излазу микроканала. Решење је добијено у случају константних и једнаких температура зидова микроканала. Систему основних једначина које дају решења у случају изотермског струјања гаса и који чине: једначина континуитета, Навије-Стоксова једначина и једначина стања, додаје се једначина енергије. Пертурбационом методом долази се до решења за поља брзине, температуре и притиска. Осим граничних услова клизања потребних и довољних у случају изотермских микрострујања гаса, користе се и гранични услови који дефинишу температурски скок на зиду. Решења се односе на два случаја: случај малих и умерено великих вредности Рејнолдсовог броја. Показује се да је аналитичко решење добијено при малим вредностима Рејнолдсовог броја исто као решење добијено за изотермске услове струјања, када је температура гаса једнака температури зидова канала. Тада се у другој апроксимацији јавља само ефекат клизања на зиду, док ефекат температурског скока не долази до изражаја. При решавању проблема при умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја прва апроксимација је као у случају изотермског струјања гаса и она одговара условима континуума. Међутим, у другој апроксимацији изузев утицаја клизања јављају се и разматрају утицаји инерције, дисипације и температурског скока. Показује се да у том случају, без обзира на једнаке температуре зидова и мало растојања између њих, температурски профил није униформан. Рад Г.2.1.3. објављен је у часопису међународног значаја верификованог посебним одлукама (M24).

У радовима Г.2.1.1. и Г.2.1.2. приказани су резултати микро-Куетовог струјања гаса које се јавља услед кретања зидова микроканала. Решења добијена у оба рада се односе на исти модел стационарног стишљивог дозвучног димензијског неизотермског струјања гаса између паралелних плоча које се крећу у супротним смеровима. У раду Г.2.1.1. разматрана су два режима струјања гаса. Један одговара једноставнијем моделу који се односи на мале вредности Рејнолдсовог броја, а други на умерено велике вредности Рејнолдсовог броја. За сваки од режима добијено је решење у случају једнаких и у случају различитих температура зидова. Како је разматрано неизотермско струјање гаса уз једначину

континуитета, количине кретања и стања узета је у обзир и једначина енергије. Исто тако, осим граничног услова клизања, коришћен је и гранични услов температурског скока на зиду. Резултат ове анализе микро-Куетовог струјања гаса, која одговара константном притиску у струјном пољу гаса, је аналитичко решење добијено пертурбационом методом за поље брзине, температуре и топлотног флукса. Резултати показују да дисипација има занемарљив утицај на поље брзине, чак и у случају умерено великих Рејнолдсових бројева. Тако се за прорачун поља брзине могу увек користити једноставнија решења добијена у случају струјања при малим вредностима Рејнолдсовог броја. Насупрот томе, уочава се да дисипација има утицај на температурско поље при умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја. Осим тога, дисипација увек доводи до пораста температуре у целом попречном пресеку, па се и у случају једнаких температура зидова добија неуниформан профил температуре. У случају једнаких и константних температура зидова профил температуре је симетричан, а профил брзине антисиметричан, што указује на одсуство масеног протока између плоча. За разлику од тога, показује се да различита температура зидова доводи до постојања масеног протока. У раду се закључује да је клизање гаса увек веће на топлијем зиду, а интензитет температурског скока зависи од вредности Маховог броја. Решење дато у раду омогућава узимање у обзир зависности динамичке вискозности и коефицијента провођења топлоте од температуре. Анализа утицаја ове зависности на добијене резултате указује да у случају једнаких температура зидова та зависност занемарљиво утиче на профил брзине и температуре. Одатле следи закључак да се тада са довољном тачношћу могу користити резултати добијени уз претпоставку да су динамичка вискозност и коефицијент провођења топлоте константни. У овом раду, осим аналитичког решења пертурбационом методом дато је и нумеричко решење методом Рунге-Кута. Добијено аналитичко решење се врло добро слаже са овим нумеричким решењем, као и са резултатима других аутора доступним у литератури. Рад Г.2.1.1. је објављен у *Science China Physics, Mechanics and Astronomy*, чији је импакт фактор за годину у којој је рад објављен 0,864, а припада категорији међународних часописа (M23) и налази се на позицији 55 од укупно 78 часописа за област физика и мултидисциплинарне области који припадају SCI листи. У претходној 2012. години (када је рад прихваћен за штампу), као и у наредне две године (2014. и 2015) овај часопис је био сврстан у категорију истакнутих међународних часописа M(22). Рад Г.2.1.2. даје експлицитно и поуздано аналитичко решење које је далеко једноставније за употребу од решења добијеног пертурбационом методом датог у раду Г.2.1.1. Макроскопским приступом, из Навије-Стокс-Фурије система основних једначина континуума уз граничне услове Максвел-Смолучовског првог реда за брзину и температуру гаса на зиду, добијена су решења за брзину и температуру. Зависност вискозности и топлотне проводљивости од температуре узета је у обзир. У раду Г.2.1.2. је резултат добијен у претходном раду Г.2.1.1. за случај константних и једнаких температура верификован поређењем са резултатом добијеним директном симулацијом Монте Карло других аутора. На основу тога је показано да брзина и смичући напон на зиду, иако добијени уз претпоставку да се ради о струјању гаса у области континуума и клизања ($Kn \leq 0,1$), могу покрити и комплетан опсег Кнудсенових бројева. Осим тога, у раду је дато ново решење за случај различитих и једнаких температура зида које од нумерички добијених резултата датих у претходном раду Г.2.1.1. одступа мање од 1%, а показује добро слагање са резултатима других аутора, добијених нумерички, микроскопским приступом. Предност овог решења у односу на решење из рада Г.2.1.1. је његова концизност и једноставна могућност примене. У раду је показано и да се уз примену различитих граничних услова могу наведеном методом добити решења за случај када је један од зидова микролежаја адијабатски изолован. У том случају нема температурског скока гаса на зиду. Рад Г.2.1.2. је објављен у часопису *Thermal Science* који је у 2013. и 2014. години био у категорији истакнутих међународних часописа (M22) са импакт фактором 0,962 и 1,222, а у 2015. години у категорији међународних

часописа (M23) чији је импакт фактор 0,939 и 40-та позиција од укупно 58 часописа за област термодинамика који припадају SCI листи.

У радовима Г.2.1.4, Г.2.2.1. и Г.2.2.4. за неизотермско струјање гаса у гасним клизним микролежајима чији су зидови на различитим температурама дата су аналитичка решења методом пертурбација. Разматра се струјање гаса које се остварује кретањем зида лежаја. Решења се односе на расподелу притиска дуж микролежаја, поља брзине и температуре у раду Г.2.2.1. за мале, а у радовима Г.2.1.4. и Г.2.2.4. за умерено велике вредности Рејнолдсовог броја. У овим радовима мали параметар дефинисан је као однос висине микролежаја на излазу и дужине микролежаја. Махов, Рејнолдсов и Кнудсенов број су изражени преко њега. Осим тога, користећи тачну релацију између ових бројева извршена је процена учешћа појединих чланова у једначинама и граничним условима, при одређеним условима струјања. Прва апроксимација одговара условима континуума, док друга обавезно садржи утицај разређености. При умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја у другој апроксимацији јавља се и утицај инерције, дисипације, конвекције и рада услед ширења гаса. У свим радовима анализирани су различити утицаји: карактеристике микролежаја, нагиба микролежаја, разређености гаса, температурско-вискозног индекса, Маховог броја, Рејнолдсовог броја, инерције, дисипације, конвекције, рада услед ширења гаса и разлике температура зидова. Изведени закључци указују на чињеницу да се занемаривањем неких ефеката при анализи добија носивост лежаја која одступа од реалне. Такође, анализа указује на могућност повећања носивости лежаја, што је код лежаја од суштинске важности. Рад Г.2.1.4. објављен је у FME Transaction који припада групи часописа међународног значаја верификованих посебним одлукама (M24).

Рад Г.2.2.2. односи се такође на стационарно стишљиво струјање гаса у микролежајима и даје тачна аналитичка решења за услове изотермског струјања при малим Рејнолдсовим бројевима. Гранични услови клизања моделирани су помоћу фракционих извода у циљу добијања решења за струјање гаса у микролежају за било коју вредност Кнудсеновог броја. Моделирање граничних услова остварено је помоћу једне верзије Капутовог извода реда α који је дефинисан као функција локалне вредности Кнудсеновог броја у микролежају. Вредност параметра α се креће између 0 и 1. За услове континуума ($Kn=0$) када нема клизања на зиду $\alpha=0$, док је у случају потпуне разређености гаса, када Кнудсенов број тежи бесконачности, $\alpha=1$. Корелација између параметра α и Kn дефинисана је помоћу вредности Пуазејевог протока Q_p који је одређен за различите вредности Кнудсеновог броја коришћењем нумеричког решења Болцманове једначине које се може сматрати тачним, а које су 1988. године дефинисали Фукуи и Канеко. Да би се што прецизније дефинисала тражена корелација између параметра α и Kn броја, у раду су за различите области Кнудсенових бројева дате различите корелације. Тако ред фракционог извода α који дефинише гранични услов клизања, зависи од вредности Кнудсеновог броја. Овако дефинисан универзални гранични услов се користи за решавање система основних једначина, што доводи до универзалне Рејнолдсове једначине подмазивања која важи за све вредности Кнудсеновог броја. Показано је да Рејнолдсова једначина подмазивања поседује тачно аналитичко решење, до кога се долази дефинисањем нове променљиве, која је функција локалне висине и притиска у микролежају. Добијено решење омогућава одређивање масеног протока и расподеле притиска у микролежају за различите вредности карактеристике лежаја A , референтне вредности Кнудсеновог броја на излазу и различите односе висине микролежаја на излазу и његове дужине. Расподела притиска у микролежају за широк опсег Кнудсенових бројева ($0 \leq Kn \leq 100$) је поређена са нумеричким решењем Болцманове једначине и показано је веома добро слагање.

У раду Г.2.1.5. дато је аналитичко решење за поља притиска и брзине у случају осносиметричног стационарног изотермског струјања гаса у микроцевима. Решење је добијено методом пертурбација у случају дозвучног струјања гаса при малим вредностима

Рејнолдсовог броја, када инерција не долази до изражаја. Полазећи од једначине континуитета, количине кретања и стања, примењујући Максвелове услове клизања првог реда, одређено је поље притиска и брзине. Добијена решења се добро слажу са објављеним експерименталним резултатима других аутора. На тај начин потврђена је поузданост методе, што отвара могућности за наставак рада у оквиру односиметричних проблема струјања гаса, као што су струјање гаса кроз микроцев променљивог попречног пресека, струјање гаса кроз микроцев при умерено великим вредностима Рејнолдсовог броја, као и низ неизотермских односиметричних проблема струјања гаса. Рад Г.2.1.5. објављен је у FME Transaction који припада групи часописа међународног значаја верификованих посебним одлукама (M24).

Кандидаткиња је први аутор помоћног универзитетског уџбеника „Приручник за прорачун струјања стишљивог флуида са изводима из теорије“, који је намењен за прорачуне струјања стишљивих флуида. Намењен је студентима мастер студија који се баве овом проблематиком. Како су једнодимензијска струјања стишљивих флуида, као и струјања гасова која се могу решавати једнодимензијском теоријом која је овде примењена, веома заступљена у техничкој пракси, приручник корисно може послужити и инжењерима при решавању конкретних проблема из ове области.

Приручник је према одговарајућим тематским областима подељен на седам поглавља. Свака област садржи изводе из теорије који обрађују одређену тематску целину у оквиру које се разматра систем основних једначина које описују одговарајуће струјање. Поред тога, изводе се одговарајуће гасодинамичке функције и карактеристичне релације, које су од значаја за дату област. Одабране релације унутар сваке целине приказане су како на дијаграмима, тако и у одговарајућим табелама. Дијаграми и табеле се односе на ваздух. Овакав приказ величина скраћује време потребно за прорачун разматраног струјања.

Иако се представљени дијаграми и вредности у табелама односе на ваздух, могуће је користити их и ако се ради о струјању неког другог гаса. Како су све релације изведене, потребно је само у једначине уврстити карактеристике гаса чије се струјање разматра (гасну константу R и однос специфичног топлотног капацитета при константном притиску и константној запремини κ).

Д. 3. Цитираност радова др Снежане С. Милићев из категорије M20

Према подацима које је кандидаткиња навела у пријави и допунских података које је Комисија евидентирала на SCOPUS-у и CoBSON-у 18. 2. 2017, Комисија констатује да су радови кандидаткиње цитирани (без аутоцитата) 21 пут. Овде ће бити наведено 10 цитата из радова категорије M20.

Рад Г.1.1.1. цитиран је у следећим радовима:

1. Sahoo D., Das S., Kumar P. et al.: *Effect of spike on steady and unsteady flow over a blunt body at supersonic speed*, - Acta Astronautica, Vol 128, 2016, pp. 521-533. (M21 у 2015. години)

2. Shuai G., Jinglei X., Qihao Q., Rui G.: *Fluid-Thermal Interaction Investigation of Spiked Blunt Bodies at Hypersonic Flight Condition*, - Journal of Spacecraft and Rockets, Vol 53, Issue 4, 2016, pp. 629-643. (M22 у 2015. години)

3. Jiss S., Suryan A., Dong K.: *Numerical Analysis of Hypersonic Flow Past Blunt Bodies with Aerospikes*, - Journal of Spacecraft and Rockets, Vol 53, Issue 4, 2016, pp. 669-677. (M22 у 2015. години)

4. Mansour K., Khorsandi M.: *The drag reduction in spherical spiked blunt body*, - Acta Astronautica, Vol 99, 2014, pp. 92-98. (M21 у 2014. години)

5. Mehta R. C.: *Numerical heat transfer study around a spiked blunt-nose body at Mach 6*, - Heat and Mass Transfer, Vol. 49, Issue 4, 2013, pp. 485-496. (M22 у 2013. години)

6. Yunfeng L., Zonglin, J.: *Concept of Non-Ablative Thermal Protection System for Hypersonic Vehicles*, - AIAA Journal, Vol 51, Issue 3, 2013, pp, 584-590. (M21 у 2013. години)

7. Ahmed M. Y. M., Qin N.: *Surrogate-Based Multi-Objective Aerothermodynamic Design Optimization of Hypersonic Spiked Bodies*, -AIAA Journal, Vol 50, 2012, Issue 4, pp. 797-810. (M21 у 2012. години)

8. Mehta R. C.: *Numerical simulation of the flow field over conical, disc and flat spiked body at Mach 6*, - Aeronautical Journal, Vol 114, Issue 1154, 2010, pp. 225-236. (M22 у 2010. години)

9. Ahmed M. Y. M., Qin N.: *Drag Reduction Using Aerodisks for Hypersonic Hemispherical Bodies*, - Journal of Spacecraft and Rockets, Vol 47, Issue 1, 2010, pp. 62-80. (M22 у 2010. год)

Рад Г.2.1.1. цитиран је у раду:

10. Lam L., Melnick C., Hodes M, Ziskind G., Enright R.: *Nusselt Numbers for Thermally Developing Couette Flow With Hydrodynamic and Thermal Slip*, - Journal of Heat Transfer-Transactions of the ASME, Vol 136, Issue 5, 2014, Article Number: 051703. (M21 у 2014. години)

Ђ. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал и свега што је наведено у овом Реферату, Комисија констатује да др Снежана Милићев, доцент Машинског факултета у Београду, има испуњене следеће услове:

- научни степен доктора техничких наука из уже научне области Механика флуида стечен на Универзитету у Београду – Машинском факултету;

- искуство у педагошком раду са студентима (23 године рада са студентима на Машинском факултету као истраживач-приправник-таленат, асистент-приправник, асистент и доцент)

- позитивну оцену педагошког рада у студентским анкетама током целокупног претходног изборног периода и изражен смисао за наставно-педагошки рад о чему говоре и одличне оцене које је добила приликом анонимних анкета студената (на предмету Механика флуида Б на Основним академским студијама оцењена је просечном оценом током целокупног изборног периода 4,47, а на изборном предмету Динамика гасова на Мастер академским студијама оцењена је просечном оценом током целокупног изборног периода 4,75);

- четири рада објављена у часописима са SCI листе од чега је један у врхунском међународном часопису (категорија M21) и три рада у међународним часописима (категорије M23), од којих су у меродавном изборном периоду два објављена у међународним часописима (категорија M23);

- пет радова саопштених на међународним скуповима и штампаних у целини (категорија M33), три рада штампана у изводу (категорија M34) и један рад саопштен на националном скупу штампан у целини (категорија M63) од којих је у меродавном изборном периоду један рад из категорије M33 и три рада из категорије M34;

- шест уџешћа у пројектима финансираним од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој, од тога једно учешће у меродавном изборном периоду;

- три коауторства техничких решења;

- први је аутор помоћног универзитетског уџбеника из уже научне области за коју се бира, публикованог у меродавном изборном периоду;

- три рада у часописима међународног значаја који су верификовани посебним одлукама (категорије M24), сви у меродавном изборном периоду;
- четири рада у водећим часописима националног значаја (категорије M51);
- остварен стручно - професионални допринос (учешће на научним скуповима међународног значаја, учешће у комисијама за одбрану мастер радова, сарадња у реализацији научно-истраживачких пројеката, коауторство техничких решења)
- остварен допринос академској и широј заједници (руковођење ваннаставним активностима студената);
- остварену сарадњу са другим високошколским, научноистраживачким установама (сарадња у реализацији научноистраживачких пројеката, извођење наставе, чланство у професионалном удружењу националног нивоа);
- коаутор је „Збирке задатака из Статике са изводима из теорије“;
- рецензирала је радове за часописе који припадају врхунским међународним часописима, часописима међународног значаја и часописима међународног значаја који су верификовани посебним одлукама (наведено у тачки А. на стр. 2);
- као сарадник Лабораторије за механику флуида Машинског факултета у Београду учествовала је у њеној акредитацији за еталонирање мерила протока гаса и еталонирање рефлектометара, као и у проширивању обима акредитације.
- руководилац је Лабораторије за уљну хидраулику и пнеуматику Машинског факултета;
- радови које је објавила у часописима са SCI листе цитирани су од стране других аутора 21 пут (10 хетероцитата из категорије M20 наведено је у тачки Д.3).

На основу приказаних резултата, Комисија констатује да др Снежана Милићев, доцент на Машинском факултету Универзитета у Београду, испуњава услове за избор у звање ванредног професора (обавезне и изборне услове), како са становишта укупних остварених резултата, тако и са становишта резултата остварених у меродавном изборном периоду од избора у звање доцента.

Закључак и предлог

Комисија за писање овог Реферата констатује да кандидаткиња др Снежана Милићев, доцент на Машинском факултету Универзитета у Београду, испуњава све критеријуме потребне за избор у звање ванредног професора прописане Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу изложеног, Комисија предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да др Снежана Милићев, доцент Машинског факултета у Београду, буде изабрана у звање ванредног професора са пуним радним временом на одређено време од 5 година на Катедри за Механику флуида Машинског факултета Универзитета у Београду, за ужу научну област Механика флуида.

У Београду, 18. 2. 2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Милан Лечић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет

.....
Академик др Владан Ђорђевић,
редовни професор у пензији,
Универзитет у Београду - Машински факултет

.....
др Светислав Чантрак, редовни професор у пензији,
Универзитет у Београду - Машински факултет

.....
др Цветко Црнојевић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет

.....
др Невена Стевановић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет