

it
iii
IT

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MEHANIČKU - JDM
ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА МЕХАНИКУ - ЈДМ
YUGOSLAV SOCIETY OF MECHANICS -YSM- 11 000 - БРОГРАД, Kneza Miloša 9/1

XXI JUGOSLOVENSKI KONGRES TEORIJSKE I PRIMENJENE MEHANIČKE
XXI ЈУГОСЛОВЕНСКИ КОНГРЕС РАЦИОНАЛНЕ И ПРИМЕЊЕНОЕ МЕХАНИКЕ
XXI YUGOSLAV CONGRESS OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS
ЈУМЕХ НИШ'95 - ЈУМЕХ НИШ"95 - YUC TAM NIŠ '95, 29. мај -3. јун 1995

В
В

МЕХАНИКА FLUIDA
МЕХАНИКА ФЛУИДА
FLUID MECHANICS

ZBORNIK RADOVA - ЗБОРНИК РАДОВА
PROCEEDINGS OF THE YUC TAM NIŠ'95



НИШ
1995

HONORARY SCIENTIFIC COMMITTEE
OF YUSTAM NIŠ'95
ПОЧАСНИ НАУЧНИ ОДВОР ЈУМЕХ
НИШ'95

Prof. dr. Yuri A. MITROPOLSKY,
Academician of Acad. of Sci. of Russia, Kiev
Prof. dr Feliz L. CHERNOUSKO,
Mem. of the Russian Acad. of Scien., Moskva
Prof. dr Valentin V. RUMJANCEV,
Academician of Russian Ac., of Sci.,
Prof. dr Carlos ALMEIDA,
Dep. of Mech. Eng., Rio de Janeiro
Prof. dr Ilija BLEKHMAN,
Academician of the Inter. Engr. Acad., Peterburg
Prof. dr Anatoliy A. MARTINYUK,
Inst. of Mech. Ukr. Ac. of Sci., Kiev
Prof. dr Dan STEMATIU,
Tech. Univ. of Civil Engin., Buharest
Prof. dr Alexey K. LOPATIN,
Inst. of Matemat. Kiev
Prof. dr Jan AWREJEWITZ,
Techn. Univer. Lodz
Prof. dr Vlatko BRĆIĆ,
Gradevinski fakultet Beograd
Akademik Đorđe ZLOKOVIC,
red. član SANU, Beograd
Akademik Miomir VUKOBRATOVIĆ,
rad. član SANU, Beograd
Prof. dr Petar VUKOSLAVČEVIĆ,
Maš. fak., Podgorica

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE
Организационни одбор ЈУМЕХ НИШ'95

Проф. др Катица (Стевановић) ХЕДРИХ, председник
Проф. др Милош МИЛИЋЕВИЋ
Проф. др Зоран БОРИЧИЋ, декан МФН
Проф. др Душан СТОКИЋ
Проф. др Богдан РИСТИЋ
Проф. др Славко ЗДРАВКОВИЋ
Проф. др Драгиша НИКОДИЈЕВИЋ
Доц. др Ратко ПАВЛОВИЋ
Доц. др Предраг КОЗИЋ
Пред. Никола СОКОЛОВИЋ
Проф. др Драган АРАНЂЕЛОВИЋ
Доц. др Драгица МИЛЕНКОВИЋ
Доц. др Момир ЈОВАНОВИЋ, професор МФН
Проф. др Слободан ЛАКОВИЋ
Проф. др Драгослав СТОКИЋ, професор ГФН
Проф. др Слободан КОБЛИШКА, декан ГФН

COMMITTEE SECRETARIAT
Секретаријат одбора ЈУМЕХ НИШ'95

Др Славка МИТИЋ, секретар
Мр Драган ЈОВАНОВИЋ, секретар
Мр Љубиша ПЕРИЋ
Мр Живан СПАСИЋ
Мр Драган ЈИВКОВИЋ
Александар ФИЛИПОВСКИ
Маја ЈОВАНОВИЋ
Милош ЈОВАНОВИЋ
Данијела ПАЈОВИЋ
Ненад ПАВЛОВИЋ
Жарко ЂОЈАШИЋ
Љиљана ПЕТРОВИЋ
Тони ЂОРЂЕВИЋ
Снежана УНГАР
Јелена ЂОРЂЕВИЋ
Милош МИЛОШЕВИЋ
Горан ЈАНЕВСКИ
Саша ЂОРЂЕВИЋ

CONGRESS SCIENTIFIC COMMITTEE
of YUSTAM NIŠ'95
НАУЧНИ ОДВОР ХХI ЈУГОСЛОВЕНСКОГ
КОНГРЕСА ТЕОРИЈСКЕ
И ПРИМЕЊЕНЕ МЕХАНИКЕ

Проф. др Владан ЂОРЂЕВИЋ, дописни члан
САНУ председник ЈДМ
Проф. др Вељко ВУЧИЋИЋ, председник Научног одбора
Проф. др Божидар ВУЈАНОВИЋ, дописни члан САНУ
Проф. др Ђорђе ЂУКИЋ, дописни члан САНУ
Проф. др Симеон ОКА
Проф. др Чедо МАКСИМОВИЋ
Проф. др Зоран БОРИЧИЋ
Проф. др Миодраг СЕКУЛОВИЋ
Проф. др Милић МИЛИЋЕВИЋ
Проф. др Милош КОЈИЋ
Проф. др Теодор АТАНАЦКОВИЋ
Проф. др Младен БЕРКОВИЋ
Проф. др Ливија ЦВЕТИЋАНИН
Проф. др Катица (Стевановић) ХЕДРИХ

Foreign communications

Међународне комуникације
Златана ПАВЛОВИЋ, в.а.
Снежана ВИДОЈКОВИЋ-СТОЈИЉКОВИЋ, в.а.

Главни и одговорни уредник
Проф. др Катица (Стевановић) ХЕДРИХ

Техничка и компјутерска обрада
Доц. др Ратко ПАВЛОВИЋ
Доц. др Предраг КОЗИЋ

SPONSORS
СПОНЗОРИ

МИНИСТАРСТВО ЗА ПРОСВЕТУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА НАУКУ РЕПУБЛИКЕ
ЦРНЕГОРЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА НАУКУ И ТЕХНОЛОГИЈУ РЕПУБЛИКЕ
СРБИЈЕ
САВЕЗНО МИНИСТАРСТВО ЗА НАУКУ, ТЕХНОЛОГИЈУ И
РАЗВОЈ СР ЈУГОСЛАВИЈЕ
ПРОЈЕКАТ 1113
НИТЕКС НИШ
ГАЛЕНИКА - ХОЛДИНГ ПРЕДУЗЕЋЕ
ДУВАНСКА ИНДУСТРИЈА НИШ
ФАБРИКА ПУМПА И АСТРЕБАЦ НИШ
14 ОКТОБАР - КРУШЕВАЦ

EDITOR
ИЗДАВАЧ

ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА МЕХАНИКУ
YUGOSLAV SOCIETY OF MECHANICS - MEMBER OF THE
INTERNATIONAL UNION OF THE THEORETICAL AND
APPLIED MECHANICS (1952)
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У
НИШУ

CIRCULATION: 500 COPIES
Тираж: 500 примерака
PRINTED BY: "Просвета" Ниш
Штампа: "Просвета" Ниш

ADDRESS

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
18000 NIŠ, YUGOSLAVIA
Beogradska 14
Prof. Dr Katica (Stevanovic) HEDRIH
Tel.: (+381 18) 55-870, Fax: (+381 18) 52 780
E-mail: KATICA@MASFAK.MASFAK.NI.AC.YU

it

иши

IT

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MEHANIČKU - JDM
ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА МЕХАНИКУ - ЈДМ
YUGOSLAV SOCIETY OF MECHANICS -YSM, 11 000 - BEOGRAD, Kneza Miloša 9/1

XXI JUGOSLOVENSKI KONGRES TEORIJSKE I PRIMENJENE MEHANIKE
XXI ЈУГОСЛОВЕНСКИ КОНГРЕС РАЦИОНАЛНЕ И ПРИМЕЊЕНЕ МЕХАНИКЕ
XXI YUGOSLAV CONGRESS OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS
JUMEH NIŠ'95 - JUMEX NIŠ'95 - YUCTAM NIŠ'95, 29. maj -3. jun 1995

В

**МЕХАНИКА FLUIDA
МЕХАНИКА ФЛУИДА
FLUID MECHANICS**

В

ZBORNIK RADOVA - ЗБОРНИК РАДОВА
PROCEEDINGS OF THE YUCTAM NIŠ'95



**НИШ
1995**

B

САДРЖАЈ - САДРŽАЈ CONTENTS

B1

ТЕОРИЈА ГРАНИЧНОГ СЛОЈА ТЕОРИЈА ГРАНИЧНОГ СЛОЈА THEORY OF BOUNDARY LAYER

B1-1. Radomir AŠKOVIĆ, R. ATMANI. "О ПРОБЛЕМУ ОДВАЈАЊА ТРИДИМЕНЗИЈСКОГ ЛАМИНАРНОГ ГРАНИЧНОГ СЛОЈА" "SOME CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF THE THREE-DIMENSIONAL LAMINAR BOUNDARY LAYER SEPARATION"	2 - 7
B1-2. Дечан ИВАНОВИЋ, "О НЕСТАЦИОНАРНОМ ЛАМИНАРНОМ РАВАНСКОМ ГРАНИЧНОМ СЛОЈУ НЕСТИШЉИВОГ ФЛУИДА НА АЕРОПРОФИЛИМА" "ON UNSTEADY LAMINAR TWO-DIMENSIONAL BOUNDARY LAYER OF INCOMPRESSIBLE FLOW FOR AIRFOILS"	8 - 13
B1-3. Виктор САЉНИКОВ, Зоран БОРИЧИЋ, Драгиша НИКОДИЛЕВИЋ, "УОПШТЕНА СЛИЧНА РЕШЕЊА ЗА СЛУЧАЈ РАВАНСКОГ ЛАМИНАРНОГ НЕСТАЦИОНАРНОГ НЕСТИШЉИВОГ ГРАНИЧНОГ СЛОЈА НА ТЕЛУ ПОРОЗНЕ КОНТУРЕ" "GENERALIZED SIMILAR SOLUTIONS FOR THE CASE OF PLANE LAMINAR UNSTEADY INCOMPRESSIBLE BOUNDARY LAYER ON A BODY WITH POROUS SURFACE"	14 - 19
B1-4. Зоран БОРИЧИЋ, Драгиша НИКОДИЛЕВИЋ, Драган ЖИВКОВИЋ, "ОСНОСИМЕТРИЧНИ МХД ГРАНИЧНИ СЛОЈ ТЕЧНОСТИ ПРОМЕНЉИВЕ ЕЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ НА ТЕЛУ ПОРОЗНЕ КОНТУРЕ". "AXISYMMETRIC MHD-BOUNDARY LAYER LIQUID WITH VARIABLE ELECTROCONDUCTIVITY ON A BODY WITH POROUS SURFACE"	20 - 25
B1-5. Бранко ОБРОВИЋ, Слободан САВИЋ, "УОПШТЕНА СЛИЧНА РЕШЕЊА ЈЕДНАЧИНА ГРАНИЧНОГ СЛОЈА ЈОНИЗОВАНОГ ГАСА" "GENERAL SIMILAR SOLUTIONS OF BOUNDARY LAYER EQUATIONS FOR IONIZED GAS"	26 - 31

B2

STRUJANJE FLUIDA U OTVORENIM TOKOVIMA СТРУЈАЊЕ ФЛУИДА У ОТВОРЕНИМ ТОКОВИМА FLOW OF FLUID IN OPEN CHANNELS

B2-6. Mircea SELĂRESCU, Gheorghe DIMACHE, Constantin STANESCU, "THE MODELING OF THE COSTAL AQUIFERS BEHAVIOR USING THE FINITE ELEMENTS METHOD"	33 - 38
B2-7. Б. БЛАГОЈЕВИЋ, Б. ПЕТРЕСКИ, Ј. ПЕТРОВИЋ, М. ИВЕТИЋ, Б. ПАЈМАР, "ТРАНСФОРМАЦИЈА ПОГЛАВНОГ ТАЛАСА КРОЗ ПРИБЛИЖНО ХОРИЗОНТАЛНО ПРИЗМАТИЧНО КОРИТО" "FLOOD WAVE ROUTING IN NEARLY HORIZONTAL RECTANGULAR CHANNEL"	39 - 44

B2-8. Atila SALVAI, Божидар БАТИНИЋ, "ОТПОРИ ТРЕЊА У ПРИЗМАТИЧНИМ КАНАЛИМА" "FRICTIONAL RESISTANCE IN PRISMATIC CHANNELS"	45 - 49
B2-9. Атила САЛВАИ, Божидар БАТИНИЋ, "НЕКИ ПРОБЛЕМИ ПРОРАЧУНА ПРОТОКА У ОТВОРЕНИМ ТОКОВИМА СЛОЖЕНОГ ПРЕСЕКА" "SOME PROBLEMS OF FLOW ESTIMATION IN COMPOUND OPEN CHANNELS"	50 - 55
B2-10. С. БАСКАКОВ, Ю. ВОРОБЬЕВ, "ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА О ВЕРТИКАЛЬНОЙ И КИЛЕВОЙ КАЧКЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПОНТОНА С МАЛОЙ ОСАДКОЙ" "HYDRODYNAMIC PROBLEM FOR HEAVE AND PITCH MOTIONS OF A RECTANGULAR PONTOON WITH A VERY SMALL DRAFT"	56 - 60

B3

МЕРЕЊА У ФЛУИДИМА МЕРЕЊА У ФЛУИДИМА FLUID FLOW MEASUREMENTS

B3-11. Петар ВУКОСЛАВЧЕВИЋ, "НЕКИ АСПЕКТИ ФРЕНКВЕНТНТЕ АНАЛИЗЕ СИГНАЛА" "SOME ASPECTS OF THE SIGNALS FREQUENCY ANALYSIS"	
B3-12. Вукман БАКИЋ, Симеон ОКА, Андреја ВЕХАУЦ, "УТИЦАЈ НАЧИНА ДОЗИРАЊА ЧЕСТИЦА НА МЕРЕЊА СА ЛАСЕР ДОПЛЕР АНЕМОМЕТРОМ" "INFLUENCE OF TRACER PARTICLE SEEDING ON LASER DOPPLER ANEMOMETER MEASUREMENTS"	62 - 67
B3-13. Милош НЕДЕЉКОВИЋ, "ВИДЕО ПРЕЗЕНТАЦИЈА МЕРЕНОГ НЕРАВНОМЕРНОГ СТРУЈНОГ ПОЉА НА ИЗЛАЗУ ИЗ КОЛА РАДИЈАЛНИХ ВЕНТИЛATORA И ПРИМЕНА БРОДНИХ ВРЕДНОСТИ ЗА ОПИСИВАЊЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПОРЕДА БРЗИНА И ТОТАЛНИХ ПРИТИСКА" "VIDEO PRESENTATION OF MEASURED NONUNIFORM FLOW FIELD AT THE RADIAL FAN IMPELLER OUTLET AND APPLICATION OF NUMERICAL VALUES FOR NONUNIFORMITY DESCRIPTION OF VELOCITY AND TOTAL PRESSURE DISTRIBUTIONS"	
B3-14. S. D. IVANOV, A. M. РАНОМОВ, "EXPERIMENTAL METHOD OF THE TEMPERATURE INVESTIGATION WITH THE USE OF ISOTHERMAL MODELS"	68 - 74

B4

ПРОБЛЕМИ УНУТРАШЊЕ БАЛИСТИКЕ ПРОБЛЕМИ УНУТРАШЊЕ БАЛИСТИКЕ INTERNAL BALLISTIC PROBLEMS

B4-15. Милоје ЦВЕТКОВИЋ, Љубиша ТАНЧИЋ, "КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ И ПРОРАЧУНСКИХ РЕЗУЛТАТА ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА У ОРУЖЈУ" "A COMPARISON ANALYSIS EXPERIMENTAL AND CALCULATIONS RESULTS FOR TWO- PHASE FLOW IN THE SMALL ARMS"	
---	--

B4-16. Дејан МИЦКОВИЋ, Слободан ЈАРАМАЗ, "ДВОФАЗНО СТРУЈАЊЕ У БАРУТНОЈ КОМОРИ ПРИ ПРИПАЉИВАЊУ ПОМОЋУ ПЛАМЕНИКА" "TWO-PHASE FLOW IN PROPELLANT CHAMBER DURING IGNITION WITH IGNITER"	
B4-17. Слободан ЈАРАМАЗ Дејан МИЦКОВИЋ, "ГРАДИЛЕНТИ ПАРАМЕТРА СТРУЈАЊА ИЗА ПРОЈЕКТИЛА ЗА ВРЕМЕ УНУТРАШЊЕ БАЛИСТИЧКОГ ЦИКЛУСА" "FLOW PARAMETERS GRADIENTS BEHIND THE PROJECTILE DURING THE INTERIOR BALLISTIC CYCLE"	76 - 81
B4-18. Бранислав ПЕРМЕ, Зоран РИСТИЋ, "МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ РАДА ХИДРАУЛИЧНЕ КОЧНИЦЕ ОРУЂА У ПРОЦЕСУ ТРЗАЊА" "MATHEMATICAL MODEL OF HYDRAULIC BRAKE WORK ON THE ARTILLERY WEAPONS IN THE RECOILING PROCESS"	

B5

NUMERIČKE МЕТОДЕ У МЕХАНИЦИ FLUIDА НУМЕРИЧКЕ МЕТОДЕ У МЕХАНИЦИ ФЛУИДА NUMERICAL METHODS IN FLUID MECHANICS

B5-19. Милош КОЈИЋ, Радован СЛАВКОВИЋ, Мирослав ЖИВКОВИЋ, Радован ПЕТРОВИЋ, Ненад ФИЛИПОВИЋ, "АНАЛИЗА ТАЧНОСТИ РЕШЕЊА СТРУЈАЊА ВИСКОЗНОГ НЕСТИШЉИВОГ ФЛУИДА СА ПРЕНОСОМ ТОПЛОТЕ МЕТОДОМ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНТА" "SOLUTION ACCURACY ANALYSIS OF THE DE INCOMPRESSIBLE VISCOUS FLUID FLOW WITH HEAT TRANSFER BY FINITE ELEMENT METHOD"	83 - 88
B5-20. Милош НЕДЕЉКОВИЋ, Зоран ПРОТИЋ, Мирослав БЕНИШЕК, "ПРОРАЧУН ДВОДИМЕНЗИЈСКОГ РАВАНСКОГ СТРУЈАЊА ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ПРИБЛИЖНЕ ФАКТОРИЗАЦИЈЕ" "COMPUTATION OF TWO DIMENSIONAL FLOW IN A PLANE APPLYING THE METHOD OF APPROXIMATE FACTORIZATION"	89 - 94
B5-21. Ioan ASTEFANEI, Vâlcu ROSCA, "A "TIME DEPENDENT NUMERICAL APPROXIMATION OF TRANSONIC POTENTIAL (INVISCID) FLOWS"	95 - 104
B5-22. Никола МЛАДЕНОВИЋ, "ПРИМЕНА МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЗАПРЕМИНА У ПРОРАЧУНУ ТРАНСОНИЧНОГ ВИСКОЗНОГ СТРУЈАЊА УВОЂЕЊЕМ ТУРБУЛЕНТНОГ МОДЕЛА BALDWIN-LOMAX-А" "FINITE VOLUME METHOD APPROACH IN TRANSONIC VISCOUS FLOW SOLUTION BY THE APPLICATION OF THE BALDWIN-LOMAX TURBULENCE MODEL"	105 - 110
B5-23. Милош НЕДЕЉКОВИЋ, "ВРСТА РЕГРЕСИОНОГ ПОСТУПКА ЗА ФОРМИРАЊЕ КРИВИХ МЕТОДОМ НАЈМАЊИХ КВАДРАТА КОД КОЛИХ СЕ ДОДАТНО ОБЕЗБЕДУЈЕ ПРОЛАЖЕЊЕ КРОЗ ДВЕ УНАПРЕД ЗАДАТЕ ТАЧКЕ" "ONE KIND OF REGRESSION PROCEDURE FOR FORMULATION OF THE CURVES USING THE LEAST SQUARES METHOD WITH ADDITIONAL CONDITION FOR THE CURVE TO PASS EXACTLY THROUGH TWO PRE-DEFINED POINTS"	

Б5-24. Владан Д. ЂОРЂЕВИЋ, "О ЗАКОНУ ТРЕЊА КОД ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУЈАЊА У ЦЕВИМА" "ON THE FRICTION LAW FOR A TURBULENT FLOW IN PIPES"	
Б5-25. Драгослав ПЕТРОВИЋ, "О НОВОЈ ПРИМЕНИ MULTHOPP-ОВЕ МЕТОДЕ ЗА РЕШЕЊЕ ЈЕДНАЧИНА СА ГРАНИЧНИМ УСЛОВИМА" "ON NEW APPLICATION OF MULTHOPP METHOD FOR SOLUTION BOUNDARY VALUE PROBLEM".....	111 - 116
Б5-26. Витомир СТОЈАНОВСКИ, Линда СТОЈАНОВСКА, "АНАЛИЗА НЕКИХ ИНТЕРПОЛАЦИОНИХ МЕТОДА ПРИ РАДУ СА ПРОМЕНЉИВИМ ГРАНИЧНИМ УСЛОВИМА" "ANALYSIS OF SOME INTERPOLATION METHODS USED DURING CALCULATIONS WITH VARIABLE BOUNDARY CONDITIONS".....	117 - 122

Б6

ПОСЕБНИ ПРОБЛЕМИ СТРУЈАЊА
POSEBNI PROBLEMI STRUJANJA
SPECIAL FLUID FLOW PROBLEMS

Б6-27. Мане ШАШИЋ, "О КОЕФИЦИЈЕНТУ ОТПОРА ОПСТРУЈАВАНОГ ТЕЛА" "ON THE DRAG COEFFICIENT DETERMINATION IN CASE A FLUID FLOWS AROUND A RIGID BODY"	124 - 127
Б6-28. Милош ПАВЛОВИЋ, "ПРИРОДНА КОНВЕКЦИЈА У РАВАНСКОМ ОТВОРЕНОМ ИЗОТЕРМСКОМ КАВИТЕТУ" "NATURAL CONVECTION IN PLANE OPEN ISOTHERMAL CAVITY".....	128 - 133
Б6-29. Предраг ЦВЕТКОВИЋ, Драгослав КУЗМАНОВИЋ, Зоран ГОЛУБОВИЋ, "НЕЛОКАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ КРЕТАЊА СУСПЕНЗИЈА ИЗМЕЂУ ДВА САОСНА ЦИЛИНДРА" "NONLOCAL EQUATIONS OF SUSPENSION MOTION BETWEEN TWO COAXIAL CYLINDERS".....	
Б6-30. Владан ЂОРЂЕВИЋ, Ивана МИЛАНОВИЋ, "О УТИЦАЈУ ГРАВИТАЦИЈЕ ПРИ АДИЈАБАТСКОМ СТРУЈАЊУ ГАСОВА У ЦЕВИМА" "INFLUENCE OF GRAVITY ON THE ADIABATIC GAS FLOW IN PIPES'	134 - 139
Б6-31. Срђан ШАШИЋ, "НЕСТИШЉИВО СТРУЈАЊЕ У КРИВИНАМА" "INCOMPRESSIBLE FLOW BENDS"	140 - 146
Б6-32. Бранислав ПЕРМЕ, "УТИЦАЈ ХЛАДНОГ ТЕМПЕРАТУРНОГ ШОКА НА ПОУЗДАН РАД ЦЕВНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ" "INFLUENCE COOLY TEMPERATURE SHOCK ON RELIABLE WORK TUBE INSTALLATION".....	147 - 152
Б6-33. Шефик БАЈМАК, "ОБРАДА И ИЗВОР МЕТОДЕ ЗА ПРОРАЧУН И ОПТИМИЗАЦИЈУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТА ЕЈЕКТОРА" "SELECTION AND TREATMENT OF METHOD FOR EJECTOR PRIMARY ELEMENTS CALCULATION AND OPTIMIZATION"	153 - 158

86-34. Драган РАДИВОЈЕВИЋ, Марко ИВЕТИЋ, "ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПАРАМЕТARA ИЗВОРИШТА МЕДИЈАНА НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ОПИТА ПРОБНОГ ЦРПЉЕЊА НА БУНАРУ Bn6/2"	
"MEDIANA AQUIFER PARAMETERS IDENTIFICATION BASED ON WELL Bn6/2 PUMP TEST RESULTS"	159 - 164
<hr/>	
B7	ЈЕДНО И ДВОФАЗНА TURBULENTNA STRUJANJA U FLUIDIMA ЈЕДНО И ДВОФАЗНА СТРУЈАЊА У ФЛУИДИМА ONE AND TWO PHASE TURBULENT FLUID FLOW
<hr/>	
87-35. Светислав ЧАНТРАК, Мирослав БЕНИШЕК, Милош НЕДЕЉКОВИЋ, "СТАТИСТИЧКА И СТРУКТУРНА СВОЈСТВА СМИЦАЈНОГ СЛОЈА У ТУРБУЛЕНТНИМ ВИХОРНИМ СТРУЈАЊИМА"	
"STATISTICAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE SHEAR LAYER IN TURBULENT SWIRLING FLOWS"	166 - 171
87-36. Бојан ВУКАШИНОВИЋ, Светислав ЧАНТРАК, Милан ЛЕЧИЋ, "ИСТРАЖИВАЊЕ НЕЛОКАЛНЕ ТУРБУЛЕНТНЕ ДИФУЗИЈЕ У ВИХОРНОМ СТРУЈАЊУ" "INVESTIGATION OF NON-LOCAL TURBULENT DIFFUSION IN SWIRLING FLOW"	172 - 177
87-37. Мирослав БЕНИШЕК, Милош НЕДЕЉКОВИЋ, Светислав ЧАНТРАК, "ИСТРАЖИВАЊЕ ПРОМЕНЕ ОСРЕДЊЕНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ТУРБУЛЕНТНОГ ВИХОРНОГ СТРУЈАЊА ДУЖ КРУЖНЕ ЦЕВИ" "INVESTIGATION ON THE MEAN TURBULENT SWIRLING FLOW CHARACTERISTICS CHANGE ALONG A CIRCULAR PIPE"	178 - 183
87-38. Мирослав СИЈЕРЧИЋ, С. НЕМОДА, "ВИХОРНО СТРУЈАЊЕ У КОНИЧНОМ ДИФУЗОРУ" "SWIRLING FLOW IN CONICAL DIFFUSER"	184 - 189
87-39. Градимир ИЛИЋ, Младен СТОИЉКОВИЋ, "ПРИМЕНА ДВО-ЈЕДНАЧИНСКОГ k-ε МОДЕЛА ТУРБУЛЕНЦИЈЕ НА ПРОБЛЕМ ТУРБУЛЕНТНОГ И ТЕРМИЧКОГ РАЗВОЈА КОАКСИЈАЛНОГ МЈАЗА У ОГРАНИЧЕНОЈ СТРУЈИ ФЛУИДА" "APPLICATION OF A TWO-EQUATION k-ε TURBULENCE MODEL ON THE THERMAL AND TURBULENT DEVELOPMENT OF THE COAXIAL JET IN CONFINED FLUID FLOW"	190 - 195
87-40. Вукман БАКИЋ, Андреја ВЕХАУЦ, Симеон ОКА, "ТУРБУЛЕНТНО МЕШАЊЕ У ПРЕДМЕШАНОМ ОСНОСИМЕТРИЧНОМ АЦЕТИЛЕНСКОМ ПЛАМЕНУ" "TURBULENT MIXING IN PREMIXED AXISYMMETRIC ACETYLENE FLAME"	
87-41. Душан СПАСОЈЕВИЋ, Валерије ЈОВИЋ, "НОВА УЛОГА ФИЗИЧКОГ ЕКСПЕРИМЕНТА У МАТЕМАТИЧКОМ МОДЕЛИРАЊУ ДВОФАЗНОГ ТОКА" "THE NEW ROLE OF PHYSICAL EXPERIMENT IN MATHEMATICAL MODELING OF TWO PHASE FLOW"	
87-42. Мирослав СИЈЕРЧИЋ, Горан ЖИВКОВИЋ, "УПОРЕЂЕЊЕ СТОХАСТИЧКОГ И ДИФУЗИОНОГ МОДЕЛА ДИСПЕРЗНЕ ФАЗЕ ТУРБУЛЕНТНОГ ДВОФАЗНОГ ТОКА" "THE COMPARISON OF STOCHASTIC AND DIFFUSION MODELS OF DISPERSED PHASE TURBULENT FLOW"	196-201

87-43. Александар САЉНИКОВ, Горан ЖИВКОВИЋ, Бранислав РЕПИЋ, "ТУРБУЛЕНТНО СТРУЈАЊЕ ГАСА СА ЧЕСТИЦАМА У ВРТЛОЖНОМ ГОРИОНИКУ" "TURBULENT PARTICLE LADEN FLOW WITHIN A SWIRL BURNER"	202 - 207
87-44. П. СТЕФАНОВИЋ, П. ПАВЧИЋ, Ж. КОСТИЋ, Д. ЦВЕТИНОВИЋ, "НУМЕРИЧКА АНАЛИЗА УТИЦАЈА НАЧИНА ДОЗИРАЊА Si ПРАХА НА ПРОЦЕС МЕШАЊА И ИСПАРАВАЊА У ПЛАЗМА РЕАКТОРУ" "NUMERICAL ANALYSIS OF Si PARTICLES INJECTION PARAMETERS INFLUENCE ON MIXING AND EVAPORATION IN PLASMA REACTOR"	208 - 213

88

АЕРОДИНАМИКА
АЕРОДИНАМИКА
AERODYNAMICS

88-45. Томислав ДРАГОВИЋ, Иван КОСТИЋ, "АЕРОДИНАМИЧКИ ЕФЕКТИ МОДИФИЦИРАЊА ОБЛАСТИ ИЗЛАЗНЕ ИВИЦЕ АЕРОПРОФИЛА NASA GA(W)-1" "THE AERODYNAMIC EFFECTS OF TRAILING EDGE REGION MODIFICATIONS OF NASA GA(W)-1 GENERAL AVIATION AIRFOIL"	215 - 218
88-46. Златко ПЕТРОВИЋ, Иван КОСТИЋ, Оливера ЖИВКОВИЋ, "АЕРОДИНАМИЧКА АНАЛИЗА ЛАКОГ АВИОНА КОНЦЕПЦИЈЕ КАНАР-КРИЛО СА ВИНГЛЕТИМА" "AERODYNAMIC ANALYSIS OF A LIGHT AIRCRAFT DESIGNED IN CANARD AND WING WITH WINGLETS CONFIGURATION"	
88-47. Златко ПЕТРОВИЋ, Драган ЦВЕТКОВИЋ, Александар БЕНГИН, "НЕСТАЦИОНАРНО ОСЦИЛАТОРНО СТРУЈАЊЕ ОКО АЕРОПРОФИЛА" "THE NONSTATIONARY OSCILLATORY FLOW AROUND THE AIRFOIL"	219 - 224
88-48. Владо БУРКОВИЋ, Миодраг ЂУРЧИН, "ПРЕДПРОЦЕСОР BODY ЗА ГЕОМЕТРИЈСКО МОДЕЛИРАЊЕ ЛЕТЈЕЛИЦЕ ЗА ИНТЕГРАЛНУ МЕТОДУ РЕШЕЊА ЈЕДНАЧИНЕ ПОТЕНЦИЈАЛА" "THE BODY PREPROCESSOR FOR BUILDING THE GEOMETRICAL MODEL INPUT TO THE INTEGRAL POTENTIAL FLOW SOLVER"	225 - 230
88-49. Бранислав ПЕРМЕ, Душан РЕГОДИЋ, "АНАЛИЗА СТРУЈАЊА ПОТЕНЦИЈАЛНОГ СТИШЉИВОГ ФЛУИДА ОКО ОСНОСИМЕТРИЧНОГ ТЕЛА ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ КАРАКТЕРИСТИКА" "ANALYSIS OF COMPRESSIBLE FLUID POTENTIAL FLOW OVER AXISIMETRIC BODIES USING THE METHOD OF CHARACTERISTICS"	
88-50. Александар БЕНГИН, Драган ЦВЕТКОВИЋ, "СТРУЈНО ПОЉЕ ИЗА КАНАЛИСАНЕ ЕЛИСЕ" "THE FLOW FIELD BEHIND A CHANNELLED PROPELLER"	231 - 234
88-51. Саша ЈЕРЕМИЋ, "МОДИФИКОВАНА ТЕОРИЈА ТАНКИХ АЕРОПРОФИЛА" "THE MODIFIED THIN AIRFOIL THEORY"	235 - 258

88-52. Миодраг ЂУРЧИН, "ЛИНЕАРИЗАЦИЈА КІСНГОФФ-ОВЕ ФОРМУЛЕ ЗА ПОТЕНЦИЈАЛ БРЗИНЕ ПРИ СПОРОМ КРЕТАЊУ ЛЕТИЛИЦЕ"	
"LINEARIZATION OF THE KIRCHHOFF'S FORMULA FOR VELOCITY POTENTIAL AROUND A VEHICLE UNDERGOING SLOW MOTION"	239 - 244
88-53. Часлав МИТРОВИЋ, Милан ВУГДЕЉА, "СИМУЛАЦИЈА ЕФЕКАТА УСАМЉЕНОГ ВРТЛЮГА У БЛИЗИНИ АЕРОПРОФИЛА"	
"SIMULATION OF EFFECTS OF AN ISOLATED VORTEX CLOSE TO THE AIRFOIL"	245 - 248
88-54. Бошко РАШУО, "О СИНГУЛАРитетима у трансоничној аеротунелској интерференцији" "ABOUT SINGULARITIES IN TRANSONIC WIND TUNNEL INTERFERENCE".....	249 - 254
88-55. Оливера ЖИВКОВИЋ, "ПРИМЕНА МЕТОДЕ СИНГУЛАРитетА У ОДРЕЂИВАЊУ АЕРОДИНАМИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА КРИЛА"	
"THE APPLICATION OF METHOD OF SINGULARITIES IN CALCULATION OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF WINGS"	255 - 258
88-56. Иван КОСТИЋ, "МОДИФИКОВАНА NASH-MACDONALD-ОВА МЕТОДА ЗА ПРОРАЧУН ТУРБУЛЕНТНОГ ГРАНИЧНОГ СЛОЈА НА АЕРОПРОФИЛИМА ЗА ДОМЕН МАЛИХ БРЗИНА" "THE MODIFIED NASH-MACDONALD METHOD FOR TURBULENT BOUNDARY LAYER CALCULATIONS ON LOW SPEED AIRFOILS"	259 - 262
88-57. Драгослав ПЕТРОВИЋ, Бранка ЛУКОВИЋ, "О ПРИМЕНИ МУЛТХОП-ОВЕ МЕТОДЕ ЗА ПРОРАЧУН УЗГОНА КРИЛА" "APPLICATION MULTHOPP METHOD FOR CALCULATION LIFT DISTRIBUTION ON WING"	263 - 268

B9

STRUJANJA U STRUJnim MAŠINAMA СТРУЈАВА У СТРУЈНИМ МАШИНАМА FLOW IN FLOW MACHINES

89-58. Златко ПЕТРОВИЋ, Слободан СТУПАР, "ПРОЦЕНА НЕСТАЦИОНАРНИХ СИЛА, КАО РЕЗУЛТАТ ИНТЕРАКЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ПОКРЕТНЕ И НЕПОКРЕТНЕ КАСКАДЕ"	
"EVALUATION OF NONSTATIONARY FORCES AS A RESULT BETWEEN MOVEABLE AND FIXED CASCADES"	270 - 275
89-59. Златко ПЕТРОВИЋ, Слободан СТУПАР, Миливоје СИМОНОВИЋ, "ОДРЕЂИВАЊЕ СТРУЈНОГ ПОЉА КРОЗ ДВОСТРУКУ КАСКАДУ" "INVISCID INCOMPRESSIBLE FLUID HROUGH TWO ROWS OF CASCADE BLADES"	276 - 280
89-60. Божидар БОГДАНОВИЋ, Саша МИЛАНОВИЋ, "ОДРЕЂИВАЊЕ РАСПОРЕДА БРЗИНЕ ПО КОНТУРИ ПРАВЕ РАВАНСКЕ РЕШЕТКЕ КОНФОРМНИМ ПРЕСЛИКАВАЊЕМ СТРУЈАЊА НА ПОЈАС" "DETERMINATION OF THE VELOCITY DISTRIBUTION ALONG THE CONTOUR OF THE ROFILE OF THE STRAIGHT PLAIN CASCADE BY CONFORAL MAPPING OF FLOW INTO BAND"	

В9-61. Живан СПАСИЋ, Божидар БОГДАНОВИЋ, "ПОРЕБЕЊЕ ТЕОРИЈСКИХ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ РЕЗУЛТАТА СКРЕТАЊА СТРУЈЕ КРОЗ ПРАВЕ ПРОФИЛНЕ РЕШЕТКЕ"	281 - 286
"COMPARISON OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESULTS FOR THE DEVIATION OF STREAM THROUGH STRAIGHT PROFILE CASCADE"	
В9-62. Драгољуб ЖИВКОВИЋ, "ПРОРАЧУН РЕЛАКСАЦИОНИХ ГУБИТАКА ПРИ СТРУЈАЊУ ВЛАЖНЕ ВОДЕНЕ ПАРЕ КРОЗ РЕШЕТКЕ ПАРНИХ ТУРБИНА"	287 - 292
"PREDICTION OF THE RELAXATION LOSSES IN WET WATER STEAM FLOW THROUGH STAGES OF THE STEAM TURBINES"	
В9-63. Драгица МИЛЕНКОВИЋ, Небојша КОСТАДИНОВИЋ, "МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ И ИСПИТИВАЊЕ СТАБИЛНОСТИ ПОЈАВЕ КАВИТАЦИЈЕ ЗАВОЈНО-ЦЕНТРИФУГАЛНИХ ПУМПИ"	293 - 298
"MATHEMATICAL MODELING AND STABILITY INVESTIGATION OF CAVITATION EFFECT AT SCREW-CENTRIFUGAL PUMPS"	
В9-64. Милун БАБИЋ, Добрица МИЛОВАНОВИЋ, "ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА УМАЊЕЊА НАПОРА РАДНОГ КОЛА ТУРБОПУМПЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ПРОРАЧУНА ТРОДИМЕНЗИЈСКОГ СТРУЈНОГ ПОЉА"	299 - 304
"THE DETERMINATION OF TURBOPUMP IMPELLER WORK DONE FACTOR FROM TREE-DIMENSIONAL FLOW FIELD SOLUTION"	
В9-65. Душан УЗЕЛАЦ, Влатко ВУКОВИЋ, Слободан ТАШИН, "ОДРЕЂИВАЊЕ СТРУЈНОГ ПОЉА У КОЛУ РАДИЈАЛНЕ ПУМПЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТА"	305 - 310
"APPLICATION OF BOUNDARY ELEMENTS METHOD TO SOLVING FLOW FIELDS IN IMPELLER CENTRIFUGAL PUMP"	
В9-66. Станислав ПЕЈОВИЋ, Александар ГАЈИЋ, Здравко СТОЈАНОВИЋ "ХИДРАУЛИЧНЕ ПРЕЛАЗНЕ ПОЈАВЕ И ЕКОНОМИЧНОСТ ПУМПНИХ СИСТЕМА" "HYDRAULIC TRANSIENT REGIME IN PUMPING PLANCK END ECONOMIC OF HYDRAULIC SYSTEMS"	311 - 317
"MODELING OF UNSTABLE EFFECTS AT COMPRESSORS"	318 - 325
В9-68. Радомир СОВИЉ, Петар ЦВИЈАНОВИЋ, "ПРИМЕНА ТЕОРИЈЕ ТАНКОГ АЕРОПРОФИЛА НА ЛОПАТИЦЕ ТУРБИНСКИХ МЕРИЛА" "APPLYING THE AIRFOIL TO THE DESIGN OF TURBINE FLOW METERS"	326 - 331
"DETERMINATION ON FLUID FLOW FIELD IN GAPS AND STRESS STATE IN DISTRIBUTION PLATE OF A HIDRAULIC PUMP BY FINITE ELEMENT METHOD"	
В9-70. Драган АРАНБЕЛОВИЋ, "ПРОБЛЕМИ ИЗАЗВАНИ КАВИТАЦИЈОМ НА ХИДРОТЕХНИЧКИМ ОБЈЕКТИМА" "CAVITATION PROBLEMS ON HYDROTECHNICAL STRUCTURES"	332 - 337

it

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MEHANIČKU - JDM
ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА МЕХАНИКУ - ЈДМ
YUGOSLAV SOCIETY OF MECHANICS - YSM, 11 000 - BEOGRAD, Kneza Miloša 9/1

иши

IT

XXI JUGOSLOVENSKI KONGRES TEORIJSKE I PRIMENJENE MEHANIKE
XXI ЈУГОСЛОВЕНСКИ КОНГРЕС РАЦИОНАЛНЕ И ПРИМЕЊЕНОЕ МЕХАНИКЕ
XXI YUGOSLAV CONGRESS OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS

JUMEH NIŠ '95 - ЈУМЕХ НИШ '95 - YUCTAM NIŠ '95, 29. maj - 3. jun 1995

B

**МЕХАНИКА FLUIDA
МЕХАНИКА ФЛУИДА
FLUID MECHANICS**

B

**ZBORNIK RADOVA - ЗБОРНИК РАДОВА
PROCEEDINGS OF THE YUCTAM NIŠ'95**

B1

TEORIJA GRANIČNOG SLOJA
ТЕОРИЈА ГРАНИЧНОГ СЛОЈА
THEORY OF BOUNDARY LAYER



**НИШ
1995**

it

iiii

IT

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MEHANIKU - JDM
 ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА МЕХАНИКУ - ЈДМ
 YUGOSLAV SOCIETY OF MECHANICS - YSM, 11 000 - БЕОГРАД, Кнеза Милоша 9/1
 XXI JUGOSLOVENSKI KONGRES TEORIJSKE I PRIMENJENE MEHANIKE
 XXI ЈУГОСЛОВЕНСКИ КОНГРЕС РАЦИОНАЛНЕ И ПРИМЕЊЕНЕ МЕХАНИКЕ
 XXI YUGOSLAV CONGRESS OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS
 JUNEH NIŠ '95, ЈУМЕХ НИШ '95, ЈУСТАМ NIŠ '95, 29 maj - 3 jun 1995



B1-5

GENERAL SIMILAR SOLUTIONS OF BOUNDARY LAYER EQUATIONS FOR IONIZED GAS

Dr ing. Branko Obrović, professor, dipl. ing. Slobodan Savić
 Faculty of Mechanical Engineering
 Sestre Janjić 6
 34000 Kragujevac, Yugoslavia

This paper studies the flow of ionized gas in the magnetic field (which is orthogonal to the flow rounded body), for the equilibrium ionization. It is assumed that the Reynolds number is very low. The related boundary layer equations are transformed using the multyparametric method of general similarity. In fact, transformation of variables is performed, and the momentum equation is used as well as the two groups of similarity parameters f_k and g_k . The obtained system of universal equations is solved by parametric approximation with localization of compression and magnetic parameter. The solutions obtained by numerical integration are analyzed from the point of the influence of certain parameters on the flow of ionized gas in the boundary layer.

UOPŠTENA SLIČNA REŠENJA JEDNAČINA GRANIČNOG SLOJA JONIZOVANOG GASA

Dr inž. Branko Obrović, red. prof., dipl. inž. Slobodan Savić
 Mašinski fakultet Kragujevac
 Sestre Janjić 6
 34000 Kragujevac, Jugoslavija

U ovom radu se istražuje strujanje jonizovanog gasa u magnetnom polju (koje je upravno na konturu opstrujavanog tela), u uslovima ravnotežne ionizacije, pri čemu se smatra da je magnetni Rejnoldsov broj veoma mali. Odgovarajuće jednačine graničnog sloja su transformisane primenom višeparametarske metode uopštene sličnosti. Pri tome je, naravno, izvršena transformacija promenljivih, uvedena impulsna jednačina, kao i dva skupa parametara sličnosti f_k i g_k .

Izvedeni sistem tzv. univerzalnih jednačina rešavan je u parametarskoj aproksimaciji uz lokalizaciju po parametru stisljivosti i po magnetnom parametru. Rezultati dobijeni numeričkom integracijom analizirani su sa gledišta uticaja pojedinih parametara na strujanje jonizovanog gasa u graničnom sloju.

1. UVODNA RAZMATRANJA, POLAZNE JEDNAČINE GRANIČNOG SLOJA

U ovom radu se razmatra strujanje ionizovanog gasa (plazme) u graničnom sloju na telu proizvoljnog oblika. Pri tome se smatra da je ionizovani gas (vazduh) izložen dejstvu spoljašnjeg magnetnog polja jačine $B_m(x)$, koje je upravno na konturu opstrijuvanog tela i da se unutrašnje magnetno polje može zanemariti. Budući da u ovom slučaju ionizovani gas postaje elektroprovodan, to dovodi do pojave Lorencove sile i do izdvajanja Džulove topote; te samim tim i do postojanja novih članova u jednačinama graničnog sloja razmatranog problema.

Za slučaj strujanja ionizovanog gasa u uslovima tzv. ravnotežne ionizacije, a uz pretpostavku da je elektroprovodnost gasa $\sigma = \sigma(x)$, jednačine stacionarnog ravanskog graničnog sloja [1] imaju oblik:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) &= 0, \\ \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} &= \rho_e v_e \frac{du_e}{dx} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \sigma B_m^2 (u_e - u), \\ \rho u \frac{\partial h}{\partial x} + \rho v \frac{\partial h}{\partial y} &= -u \rho_e u_e \frac{du_e}{dx} + \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{\Pr} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \sigma B_m^2 (u^2 - uu_e). \end{aligned} \quad (1)$$

Odgovarajući granični uslovi glase:

$$\begin{aligned} y = 0 : \quad u = v = 0, \quad h = h_w; \\ y \rightarrow \infty : \quad u = u_e(x), \quad h = h_e(x). \end{aligned} \quad (2)$$

Napominjemo da su i u jednačinama (1) i u graničnim uslovima (2) za pojedine fizičke veličine, kao i za indekse korišćene uobičajene oznake u teoriji graničnog sloja.

Savremene parametarske metode rešavanja jednačina graničnog sloja, kako nestišljivog, tako i stišljivog fluida, zasnivaju se, kao što je poznato, na uvođenju odgovarajućih skupova parametara. Međutim, uvođenje pomenutih parametara bazira na primeni impulsne jednačine. Stoga se najpre i kod razmatranja problema strujanja ionizovanog gasa umesto fizikalnih koordinata x, y i brzina $u(x, y)$ i $v(x, y)$ uvođe nove svršishodne promenljive i funkcija strujanja, zatim se integracijom dinamičke jednačine poprečno na granični sloj dolazi do odgovarajuće impulsne jednačine, da bi se na kraju uvela i dva skupa parametara sličnosti f_k i g_k . Ako se tačno definisani parametri sličnosti [2] prihvate kao nezavisno promenljive, onda se polazni sistem jednačina (1) transformiše na tzv. sistem univerzalnih jednačina. Pošto se niti u tako dobijenom sistemu jednačina, niti u odgovarajućim graničnim uslovima ne pojavljuje raspodela spoljašnje brzine u_e , to se sistem u tom smislu može shvatiti kao opšti matematički model problema strujanja ionizovanog gasa u graničnom sloju.

Rešavanje ovako dobijenog sistema jednačina moguće je samo pri relativno manjem broju parametara sličnosti.

Uz pretpostavku da je: $f_1 \neq 0, f_2 = f_3 = \dots = 0; g_1 \neq 0, g_2 = g_3 = \dots = 0$; kao i da je $\partial/\partial k = 0, \partial/\partial g_i = 0$ transformisani sistem jednačina se znatno uprošćava. Sem toga se i red diferencijalnih jednačina sistema snižava sменom:

$$\frac{u}{u_e} = \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} = \varphi, \quad (3)$$

te u troparametarskom "dvaput lokalizovanom" približenju odgovarajući sistem jednačina graničnog sloja ionizovanog gasa glasi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\tilde{N} \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right) + \frac{aB^2 + (2-b)f_1}{2B^2} \Phi \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} + \frac{f_1}{B^2} \left(\frac{\rho_e}{\rho} - \Phi^2 \right) + \frac{g_1}{B^2} \frac{\rho_e}{\rho} (1-\Phi) &= \frac{F_m f_1}{B^2} \left(\Phi \frac{\partial \Phi}{\partial f_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial f_1} \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right), \\ \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\tilde{N} \frac{\partial \bar{h}}{\partial \eta} \right) + \frac{aB^2 + (2-b)f_1}{2B^2} \Phi \frac{\partial \bar{h}}{\partial \eta} - \frac{2\kappa f_1}{B^2} \frac{\rho_e}{\rho} \Phi + 2\kappa \tilde{N} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right)^2 + \frac{2\kappa g_1}{B^2} \frac{\rho_e}{\rho} \Phi (\Phi - 1) &= \frac{F_m f_1}{B^2} \left(\Phi \frac{\partial \bar{h}}{\partial f_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial f_1} \frac{\partial \bar{h}}{\partial \eta} \right), \end{aligned} \quad (4)$$

$\eta = 0 : \quad \Phi = \phi = 0, \quad \bar{h} = \bar{h}_w,$
 $\eta \rightarrow \infty : \quad \Phi = \phi = 1, \quad \bar{h} = 1 - \kappa,$
 $f_1 = g_1 = \dots = 0 : \quad \Phi = \Phi_0(\eta), \quad \bar{h} = \bar{h}_0(\eta);$

gde je η - novouvedena poprečna koordinata, Φ - bezdimenzijska funkcija strujanja, \bar{h} - bezdimenzijska entalpija, $\kappa = u_e^2 / 2h_1$ - lokalni parametar stišljivosti plazme ($0 \leq \kappa < 1$), h_1 - totalna entalpija, f_1 - parametar oblika, g_1 - magnetni parametar, F_m , B - karakteristike graničnog sloja, Pr - Prantlov broj i a , b - proizvoljne konstante.

Za rešavanje dobijenog sistema jednačina (4) ionizovanog gasa potrebno je utvrditi analitičke oblike raspodela pojedinih fizičkih veličina koje ulaze u same jednačine.

U ovoj fazi naših istraživanja, po analogiji sa problemom strujanja disociranog vazduha, za bezdimenzijsku funkciju \tilde{N} i za odnos gustina gasa ρ_e/ρ usvojene su sledeće zavisnosti:

$$\tilde{N} = \frac{\rho \mu}{\rho_w \mu_w} \approx \left(\frac{\bar{h}_w}{\bar{h}} \right)^{1/3}, \quad \frac{\rho_e}{\rho} \approx \frac{\bar{h}}{1 - \kappa}. \quad (5)$$

2. PARAMETARSKA REŠENJA JEDNAČINA RAZMATRANOG PROBLEMA

Numeričko rešavanje sistema jednačina (4) sprovedeno je metodom konačnih razlika. Kod primene ove metode pojedini izvodi promenljivih zamenjuju se odgovarajućim odnosom konačnih razlika, čime se rešavanje diferencijalnih jednačina svodi na problem rešavanja sistema algebarskih jednačina.

U razmatranom slučaju, a prema uobičajenoj šemi [3] konačnih razlika, sistem jednačina (4) se svodi na sledeći sistem linearnih algebarskih jednačina:

$$\begin{aligned} a_{M,K+1}^i \Phi_{M-1,K+1}^i - 2b_{M,K+1}^i \Psi_{M,K+1}^i + c_{M,K+1}^i \Psi_{M+1,K+1}^i &= g_{M,K+1}^i \\ a_{M,K+1}^j \bar{h}_{M-1,K+1}^j - 2b_{M,K+1}^j \bar{h}_{M,K+1}^i + c_{M,K+1}^j \bar{h}_{M+1,K+1}^j &= g_{M,K+1}^j \\ M = 2, 3, \dots, N-1; \quad K = 0, 1, 2, \dots; \quad i, j = 0, 1, 2, \dots & \\ M = 1: \quad \Phi_{1,K+1}^i = \Phi_{1,K+1}^j = 0; \quad \bar{h}_{1,K+1}^j &= \bar{h}_w = \text{const} \\ M = N: \quad \Phi_{N,K+1}^i = 1; \quad \bar{h}_{N,K+1}^j &= 1 - \kappa. \end{aligned} \quad (6)$$

Kod prethodnog sistema jednačina koeficijenti a , b , c i g određeni su redom odgovarajućim dosta složenim izrazima:

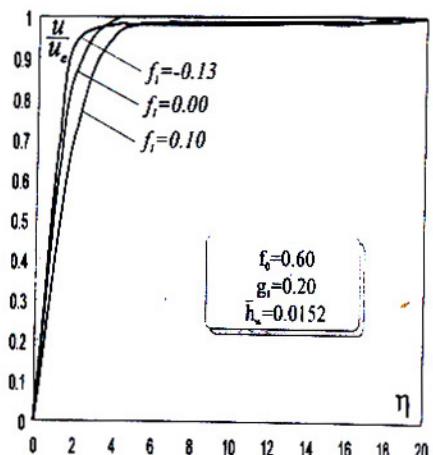
$$\begin{aligned}
a_{M,K+1}^i &= \tilde{N}_{M,K+1}^{j-1} - \frac{1}{4} \left(\tilde{N}_{M+1,K+1}^{j-1} - \tilde{N}_{M-1,K+1}^{j-1} \right) - \\
&- \frac{\Delta\eta}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left\{ \left[a(B_{K+1}^{i-1})^2 + (2-b)f_{I,K+1} \right] \frac{\Phi_{M,K+1}^{i-1}}{2} + F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \left(\frac{\Phi_{M,K+1}^{i-1} - \Phi_{M,K}}{\Delta f_I} \right) \right\}, \\
b_{M,K+1}^i &= \tilde{N}_{M,K+1}^{j-1} + \frac{(\Delta\eta)^2}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left[f_{I,K+1} \Phi_{M,K+1}^{i-1} \left(1 + \frac{F_{m,K+1}^{i-1}}{\Delta f_I} \right) + g_I \frac{\bar{h}_{M,K+1}^{j-1}}{1-\kappa} \right], \\
c_{M,K+1}^i &= \tilde{N}_{M,K+1}^{j-1} + \frac{1}{4} \left(\tilde{N}_{M+1,K+1}^{j-1} - \tilde{N}_{M-1,K+1}^{j-1} \right) + \\
&+ \frac{\Delta\eta}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left\{ \left[a(B_{K+1}^{i-1})^2 + (2-b)f_{I,K+1} \right] \frac{\Phi_{M,K+1}^{i-1}}{2} + F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \left(\frac{\Phi_{M,K+1}^{i-1} - \Phi_{M,K}}{\Delta f_I} \right) \right\}, \\
g_{M,K+1}^i &= - \frac{(\Delta\eta)^2}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left[\left(f_{I,K+1} + g_I \right) \frac{\bar{h}_{M,K+1}^{j-1}}{1-\kappa} + F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \Phi_{M,K+1}^{i-1} \frac{\Phi_{M,K}}{\Delta f_I} \right].
\end{aligned} \tag{7}$$

Ovi koeficijenti za termodinamičku jednačinu glase:

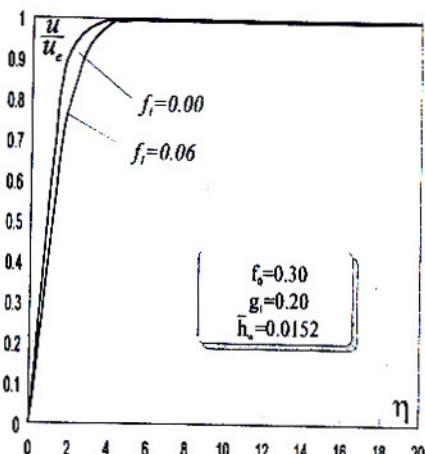
$$\begin{aligned}
a_{M,K+1}^i &= \frac{\tilde{N}_{M,K+1}^{j-1}}{\Pr} - \frac{1}{4\Pr} \left(\tilde{N}_{M+1,K+1}^{j-1} - \tilde{N}_{M-1,K+1}^{j-1} \right) - \\
&- \frac{\Delta\eta}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left\{ \left[a(B_{K+1}^{i-1})^2 + (2-b)f_{I,K+1} \right] \frac{\Phi_{M,K+1}^i}{2} + F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \left(\frac{\Phi_{M,K+1}^i - \Phi_{M,K}}{\Delta f_I} \right) \right\}, \\
b_{M,K+1}^i &= \frac{\tilde{N}_{M,K+1}^{j-1}}{\Pr} + \frac{(\Delta\eta)^2}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left[f_{I,K+1} \Phi_{M,K+1}^i \left(\frac{2\kappa}{1-\kappa} + \frac{F_{m,K+1}^{i-1}}{\Delta f_I} \right) - \frac{2\kappa g_I}{1-\kappa} \Phi_{M,K+1}^{i-1} (\Phi_{M,K+1}^i - 1) \right], \\
c_{M,K+1}^i &= \frac{\tilde{N}_{M,K+1}^{j-1}}{\Pr} + \frac{1}{4\Pr} \left(\tilde{N}_{M+1,K+1}^{j-1} - \tilde{N}_{M-1,K+1}^{j-1} \right) + \\
&+ \frac{\Delta\eta}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} \left\{ \left[a(B_{K+1}^{i-1})^2 + (2-b)f_{I,K+1} \right] \frac{\Phi_{M,K+1}^i}{2} + F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \left(\frac{\Phi_{M,K+1}^i - \Phi_{M,K}}{\Delta f_I} \right) \right\}, \\
g_{M,K+1}^i &= - \frac{(\Delta\eta)^2}{2(B_{K+1}^{i-1})^2} F_{m,K+1}^{i-1} f_{I,K+1} \Phi_{M,K+1}^i \frac{\bar{h}_{M,K+1}^{j-1}}{\Delta f_I} - \frac{\kappa}{2} \tilde{N}_{M,K+1}^{j-1} (\Phi_{M+1,K+1}^i - \Phi_{M-1,K+1}^i)^2.
\end{aligned} \tag{8}$$

Iz algebarskih jednačina (6) dolazi se do formula:

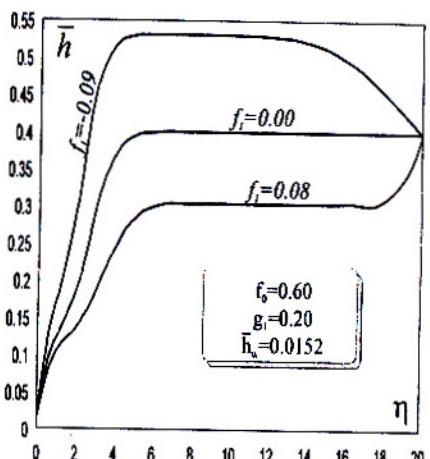
$$\begin{aligned}
\Phi_{M,K+1}^i &= K_{M,K+1}^i + L_{M,K+1}^i \Phi_{M+1,K+1}^i, \\
\bar{h}_{M,K+1}^i &= K_{M,K+1}^i + L_{M,K+1}^i \bar{h}_{M+1,K+1}^i, \\
M &= N-1, N-2, \dots, 2,
\end{aligned} \tag{9}$$



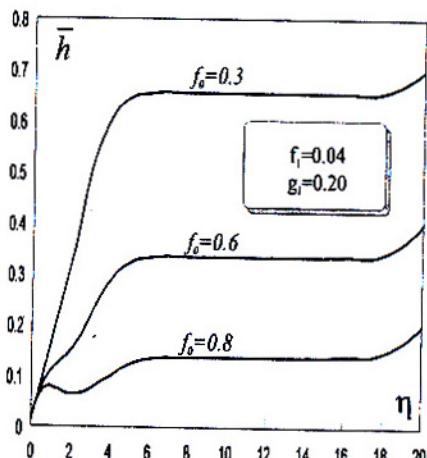
Sl. 1. Raspodela bezdimenzijske brzine ($f_o=0.60$)



Sl. 2. Raspodela bezdimenzijske brzine ($f_o=0.30$)



Sl. 3. Dijagrami bezdimenzijske entalpije



Sl. 4. Grafici bezdimenzijske entalpije
 $(f_o=0.3, f_o=0.6, f_o=0.8)$

koje služe za izračunavanje vrednosti funkcija φ, \bar{h} u diskretnim tačkama računskog sloja i to u smeru smanjivanja indeksa M ($M=1 \dots 401$); pri čemu su K, L tзв. koeficijenti progone određeni koeficijentima a, b, c i g.

U konkretnom slučaju rešavanja sistema jednačina (4), odnosno (6), prikazanom metodom napisan je odgovarajući program u FORTRAN programskom jeziku. Za pisanje ovog programa korišćen je sličan program razvijen i primenjen u [3]. Razmatrani sistem jednačina rešavan je za više različitih, unapred zadatih, vrednosti parametara κ i g_1 . Iz obilja dobijenih numeričkih rezultata u obliku tabela, u radu su prikazani samo neki i to u obliku odgovarajućih dijagrama. Na priloženim slikama nacrtani su dijagrami: bezdimenzijske brzine u/u_e (sl. 1, sl. 2), bezdimenzijske entalpije (sl. 3), kao i dijagram bezdimenzijske entalpije (sl. 4), ali za različite vrednosti parametra stišljivosti $\kappa=f_0$.

Na osnovu tabelarnih vrednosti, kao i na osnovu prikazanih dijagrama, izvedeni su interesantni zaključci o uticaju pojedinih veličina na rešenje razmatranog problema:

- Parametar stišljivosti neznatno utiče na raspodelu bezdimenzijske brzine graničnog sloja jonizovanog gasa.
- Međutim, promena parametra stišljivosti vrši znatan uticaj na raspodelu entalpije u graničnom sloju.

Izvedeni zaključci su očekivani i saglasni su sa zaključcima koji su izvedeni za slične probleme strujanja stišljivog fluida [2]. Ako se zna da je entalpija na spoljašnjoj granici graničnog sloja određena isključivo vrednošću ovog parametra ($\bar{h}_e = 1 - \kappa$), onda je jasno zašto pomenuti parametar znatno utiče na entalpiju \bar{h} u graničnom sloju.

Na kraju se ističe da je kod raspodele bezdimenzijske entalpije primećena njena relativno nagla promena, kako u blizini zida opstrujavanog tela, tako i uz spoljašnju granicu graničnog sloja. Uočeno je i nekorektno ponašanje nekih karakteristika graničnog sloja. Sve ukazuje da na ovakvo ponašanje utiču vrednosti bezdimenzijske funkcije \tilde{N} , a pre svega cdnos gustina ionizovanog gasa, određenih zavisnostima (5). Pošto zavisnosti (5) predstavljaju veoma grube aproksimacije, to se skoro sa sigurnošću može tvrditi da će tačniji izrazi za ove funkcije dovesti do tačnijih rešenja jednačina graničnog sloja razmatranog problema. Dosadašnja istraživanja takođe ukazuju da bi trebalo, kao i kod (MHD) tečnosti, konkretizovati oblik funkcije za elektroprovodnost σ ionizovanog gasa.

Sigurno je da utvrđivanje tačnih zakona raspodela fizičkih veličina koje ulaze u jednačine graničnog sloja razmatranog problema predstavlja ogromne teškoće. Ovo utvrđivanje biće predmet naših budućih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Obrović, B., ON GENERALIZED EQUATIONS OF THE IONISED GAS BOUNDARY LAYER, Teorijska i primenjena mehanika 15, Beograd, 1989.
- [2] Obrović, B., GRANIČNI SLOJ DISOCIRANOG GASA, Monografija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1994.
- [3] Salnikov, V., Dallmann, U., VERALLGEMEINERTE ÄHNLICHKEITSLÖSUNGEN FÜR DREIDIMENSIONALE, LAMINARE, STATIONÄRE, KOMPRESSIBLE GRENZSCHICHTSTRÖMUNGEN AN SCHIEBENDEN PROFILIERTEN ZYLINDERN, Institut für Theoretische Strömungsmechanik, DLR-FB89-34, Göttingen, 1989.