



70 лет
Московскому государственному авиационному
институту (техническому университету)

ИРНИ-2000



ТРЕТЬЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО НЕРАВНОВЕСНЫМ ПРОЦЕССАМ
В СОПЛАХ И СТРУЯХ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

3-7 июля 2000 г., Истра-Москва, Россия



УДК 533.6+519.6

ББК 22.25

T29

Тезисы докладов Третьей международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ-2000), Истра-Москва, 3-7 июля 2000 г. – М.: МТИУ, 2000. – 408 с.

В сборник тезисов включены научные работы, отражающие современные достижения в газовой динамике струй и сопел и в ряде смежных областей.

Для специалистов, занимающихся вопросами газовой динамики внутренних и струйных течений, прикладной математики, вычислительной и экспериментальной физики.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 00-01-10082) и Федеральной целевой программы «Интеграция» (проект М 0076).

Дизайн и компьютерная верстка оригинал-макета – Алла А. Пярнуу.

Корректура авторов.

ЛР № 020407 от 12.02.97.

Подписано в печать 19.06.2000 Сдано в производство 20.06.2000

Формат бумаги 60 × 90/16

Бум. множит.

Усл. печ. л. 25,5 Уч.-изд. л. 27,25

Заказ № 57

Тираж 300

РИЦ МТИУ, 109280, Москва, Антошовская, 16

© Кафедра вычислительной математики и программирования
МАИ, 2000

© МТИУ, 2000



70 лет

Московскому государственному авиационному институту
(техническому университету)

Третья

Международная конференция
по неравновесным процессам в соплах и струях

NPNJ - 2000



3-7 июля 2000 г, Москва, Россия

Сборник включает в себя тезисы докладов, представленных на Третью Международную конференцию по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ-2000), которая состоится 3-7 июля 2000 г. в Москве. Конференция посвящена 70-летию Московского государственного авиационного института (технического университета) – «МАИ».

Первая Международная конференция (NPNJ'95) состоялась в 1995 г. в МАИ. Вторая Международная конференция (NPNJ'98) проводилась в 1998 г. совместно Московским авиационным институтом и Балтийским государственным техническим университетом в Санкт-Петербурге.

Целью проведения данной конференции является ознакомление с современным состоянием и последними достижениями в газодинамике струй и сопел и в ряде смежных областей. На конференции будут обсуждаться новые результаты теоретических, численных и экспериментальных исследований.

Организаторы конференции

- Московский государственный авиационный институт (технический университет)
- Министерство образования РФ
- Министерство промышленности, науки и технологий РФ
- Российский фонд фундаментальных исследований
- Федеральная целевая программа «Интеграция»

Организационный комитет конференции

член-корреспондент РАН Пирумов У.Г. (Россия) — председатель, профессор Парину А.А. (Россия) — заместитель председателя, академик РАН Абдуевский В.С. (Россия), профессор Брюн Р. (Франция), член-корр. РАН Генералов Н.А. (Россия), профессор Горшков А.Г. (Россия), профессор Губертов А.М. (Россия), член-корр. РАН Илыгамов М.А. (Россия), профессор Коппенвальтер К. (Германия), академик РАН Липанов А.М. (Россия), профессор Липатов И.И. (Россия), профессор Лосев С.А. (Россия), член-корр. РАН Матвеев А.М. (Россия), профессор Мюнтц (США), академик РАН Нигматуллин Р.И. (Россия), академик РАН Ребров А.К. (Россия), профессор Усков В.Н. (Россия), член-корр. РАН Фокин В.М. (Россия), академик РАН Фортов В.Е. (Россия), профессор Чернышани К. (Италия), профессор Шень Цин (Китай)

Программно-технический оргкомитет

Парину А.А. — председатель,
Стрельцов В.Ю. — секретарь,
Бородин О.О.
Гидасов В.Ю.

Научные направления конференции

- A. Течения жидкости и газа
- B. Химические реакции, пламена, взрывы
- C. Двухфазные течения, фазовые превращения
- D. Струйные течения в разреженном газе
- E. Взаимодействие струй с поверхностью
- F. Неравновесные процессы в собственной внешней атмосфере летательных аппаратов
- G. Астрофизические аспекты
- H. Гидро-аэроупругость
- I. Механика кровообращения
- J. Проблемы охраны подлунного бассейна
- K. Практические приложения
- L. Использование современных компьютерных технологий в научных исследованиях, обучении, управлении и экономике

У.Г. Пирумов

Оглавление

Акимов Г.А. Исследования по газодинамике струйных течений в ВГТУ	17
Аксенова О.А. Фрактальная модель шероховатой поверхности при взаимодействии с разреженным газом	18
Алакоз А.В., Вакулин В.Н., Вассерман М.А., Иванов И.Э., Крюков И.А., Фомичев А.В. Моделирование воздействия нестационарного потока газа на плоскую стенку	20
Алексеев А.К., Михалин В.А. К идентификации струйных течений газа	22
Аксенова О.А., Мирошин Р.Н., Халидов И.А. Расчет оптимальных аэродинамических форм в разреженном газе с использованием теории докального взаимодействия	24
Анолик М.В., Хабагов В.Д., Халидов И.А. О взаимодействии потока разреженного газа с шероховатой поверхностью	26
Антоненко М.Н., Конюхов А.В., Мешеряков М.В., Опариш А.М., Утюжников С.В. Моделирование выноса примеси в приземные слои атмосферы от крупномасштабного пожара на многотопливных вычислительных комплексах	28
Аристов В.В., Забелок С.А. Вихревая структура неустойчивой струи, изучаемой на основе уравнения Больцмана	30
Арсанова С.Н., Тонконог В.Г. Оценка возможности осушки природного газа неравновесной конденсацией	32
Афанасьев Е.В., Бобышев С.В., Добросердов И.Г., Соколова Т.Г. Структурно-элементное моделирование эжекционных процессов при старте космических ракет-носителей	34
Баженов В.Г., Егуннов Ю.В., Кибец А.И., Кочетков А.В. Конечноразмерная методика расчета нелинейного динамического деформирования пространственно-криволинейных трубопроводов с жидкостью	36
Безменова Н.В., Гидасов В.Ю., Иванов И.Э., Пирумов У.Г., Шустов С.А. Численное исследование газодинамики сопел перестроенных двигателей установок разгонных блоков	38
Безменова Н.В., Шустов С.А. Численное исследование влияния неравномерности энтропии соотношения компонентов на потери удельного импульса из-за химической неравномерности в соплах ЖРДМТ	40
Bezgodnov A.V., Egorov B.V., Koshcheyev A.V., Markachev Yu.E., Plekhanov E.A. Cluster generation in exhaust jets and aircraft vortices and its diagnostics within the millimeter- and submillimeter-wave bands	41

Велаш В.О., Пальцев Б.В., Чечель И.И. О способах повышения точности вычисления градиента решений системы типа Стокса при использовании итерационными методами с расщеплением граничных условий	45
Велов Г.В. Расчет равновесного состояния и свойств термодинамических систем при повышенных давлениях	47
Вершинд А.Т. К вопросу о стабилизации несимметричных отрывных зон в структуре сверхзвука	49
Вершинд А.Т., Власенко В.В., Свищев С.В. Взаимодействие слоистого течения с волной разрежения	53
Випшас А.М., Ким В. Численное моделирование плазмы в канале стационарного плазменного двигателя	56
Воломонова Т.В. Расчет вакуумных объемов ускорителя заряженных частиц методом пробной функции Монте-Карло	58
Волгаченко Э.А., Зайберт А.А., Обухова Л.А., Тарасевич С.Э. Гидравлическое сопротивление одно- и двухфазных потоков в коротких кольцевых каналах	62
Ворисов Д.М., Вахрушев М.Э. Метод и комплекс программ для расчета трехмерных смешанных течений с учетом вязкости применительно к элементам органов управления вектором тяги и прочным каналом сложной формы	63
Выков Н.Ю., Лукьянов Г.А. Моделирование разлета газа и вакуум при импульсной лазерной абляции	66
Веденишин В.В., Амосов С.А. Дискретные модели уравнения Больцмана для смесей	68
Веденишин В.В., Батищева Я.Г. Н-теорема для уравнений химической кинетики	69
Великодный В.Ю. Эффекты поступательной неравномерности во фронте ударной волны в плотных газах и жидкостях	70
Великодный В.Ю., Витторин В.А. Структура ударных волн в газах при наличии наночастиц	73
Волков В.А., Гидаспов В.Ю., Демидова О.Л., Кузнецов С.В., Пирумов У.Т., Чулуиков С.А. Комплекс программ для расчета кинетодинамического нестационарного двухфазного течения	75
Волков В.А., Гидаспов В.Ю., Стрельцов В.Ю. Численное исследование неравновесной гомогенной конденсации смесей паров пропана и бутана с водородом, истекающих через сверхзвуковые сопла	77
Волков В.А., Гидаспов В.Ю., Чулуиков С.А. Маршевый многокритерийный алгоритм расчета сверхзвуковых стационарных течений газа на естественных адаптивных сетках	80

Волков В.А., Муслаев А.В., Черкинский В.И. Численное моделирование нелинейных эффектов роста кристаллических зародков и переохлажденных жидких и аморфных сред	83
Волков В.А., Стрельцов В.Ю. Численное исследование образования окислов азота при горении топливных смесей	87
Волков К.Н., Горшков Г.Ф. Стохастическое моделирование распада дисперсной примеси в турбулентных струях	89
Волков К.Н., Емельянов В.Н., Рябова Е.Л. Двухфазное моделирование внутренних двухфазных течений	92
Ворилкова А.Ю., Киселев А.Г., Скороход Е.П. Неравновесность двухтемпературной плазмы, обусловленная диссоциативной рекомбинацией	94
Галиуллин Р.Г., Ларионов В.М., Назаренко Т.И., Тимохин Л.А. Котельные процессы в органических и неорганических струях	97
Гамбаржевский Г.В., Генералов Н.А. Вихревое течение в электоразрядном лазере	99
Гарсимов А.В., Кирпичников А.П. Математическое моделирование неравновесного теплообмена в приосевой области струи плазмы высокочастотного индукционного разряда	101
Гидаспов В.Ю., Стрельцов В.Ю. Моделирование эквивалентной по самооспламенению тазокапельной смеси за отраженной ударной волной	103
Гильманов А.Н. Торможение сверхзвукового потока газа в плотном канале при теплообмене через боковые стенки	105
Гиневский А.Ф., Дмитриев А.С., Ю Фенг Чен. Численное исследование гидродинамики и массообмена в упорядоченных каплярных потоках	108
Глаголев А.И., Зубков А.И., Сухановская Л.Д. Влияние турбулентного течения в ближнем следе тел вращения на их донное сопротивление	111
Глухов В.В., Гортышов Ю.Ф., Тонконог В.Г. Реакция струи вскипающей жидкости	113
Глушко Г.С., Крюков И.А. Особенности процесса турбулентного переноса импульса в струйных течениях	114
Горбачевский А.И., Мелихов И.В., Чубанов А.Г., Шау-ро В.С. Модель сопряженного тепло-массообмена с учетом тепловых реакций на стенках	115
Gorbachevskiy A.Ya., Shibanov A.G., Shapov V.S. Modeling conjugate convective heat/mass transfer in apparatus with ribs and deposition on its wall	118

Гордеев О.А., Хмара Д.В. Разрушение молекул фреонов посредством возбуждения колебательных уровней в СВЧ-разряде	122
Горелов В.А., Комаров В.Н., Кузнецов М.М., Юмашев В.И. Исследование постулативно-неравновесной диссоциации во фронте ударной волны	126
Горшков А.Г. Аэроакустика композитивных оболочек вращения	128
Горшков Г.Ф., Ремнев Е.А., Усков В.Н. Автоколебания, возникающие при взаимодействии сверхзвуковой перерасширенной струи с перпендикулярной плоской струей	129
Горьинцев В.А. Регулирование неравновесных процессов в сверхзвуковых газодисперсных струях	131
Градов В.М. Перенос излучения сложного спектрального состава в неравновесных неоднородных средах	135
Градов В.М., Ломоноской И.В. Многоуровневая кинетика в разреженных высокотемпературных газах, осложненная радиационным переносом возбуждения	138
Грушинский В.Г. Обобщенные характеристики для уравнений Эйлера и их приложение к конструированию численных схем	141
Гувернюк С.В., Лоханский Я.К. О моделировании ограниченных закрученных потоков вязкого теплопроводного газа с частицами жидкой и твердой фазы. Применение компьютерной технологии STAR-CD	144
Давыдов Ю.М., Моллесон Г.В. Газодинамика трехмерных течений: взаимодействие одиночной и блочной струи с поверхностью	147
Демян М.М., Мажукин В.И., Шапранов А.В., Великова Н.М. Применение метода динамической адаптации в задаче ламинарного горения	149
Дмитриева О.А. Оценка потребности и эффективность параллельных многопоточных блочных методов решения задачи Коши	151
Долгих Е.Г., Скороход Е.П., Борисов Е.К. Оптические свойства неравновесной двухтемпературной плазмы инертных газов	154
Дробышевский Э.М., Жуков Б.Г., Куракин Р.О., Розов С.И., Сахаров В.А., Сущих С.Ю., Велобородь М.В., Датышев В.Г., Шибанова Н.Ю. Газодинамическая взаимофруктурировка факторов тел при их групповом гиперзвуковом полете	156
Загидуллин М.В., Курочкин В.И., Парахина Е.В. Постулативная неравновесность йодной составляющей в активной среде сверхзвукового химического кислородно-йодного лазера	158
Зарионов Р.Г., Давыдов Р.И., Сонин Н.В., Галиуллина Э.Р. Исследование пульсирующей струи газа у открытого конца трубы	160

Захаров В.В., Лукьянов Г.А. Моделирование неравновесного истечения газа в вакуум из стационарного источника	162
Зибиров А.В. Взаимодействие ударных волн с поверхностями	164
Зибиров А.В. Моделирование газодинамических течений при наличии детонирующих элементов конденсированных ВВ	167
Зибиров А.В. Paket GAS DYNAMICS TOOL 4.0. Новые возможности	169
Зибиров А.В. Точечный взрыв и объемная детонация в ограниченных объемах произвольной формы	170
Зибиров А.В. Трехмерный газодинамический расчет блока стабилизаторов реактивного стартера	173
Зибиров А.В. Численное решение трехмерных газодинамических задач промежуточной баллистики	175
Зибиров А.В., Охитин В.Н. Моделирование процессов генерации, распространения и отражения ударных волн при взрывах многофазных систем	178
Знаменская И.А. Использование современных компьютерных технологий обработки изображений в естественнонаучных исследованиях	179
Знаменская И.А., Иванов И.Э., Кроков И.А., Кулишадзе Т.А., Черминов С.П., Боровиков С.Н. Экспериментальное и численное моделирование нестационарного двумерного течения в канале	181
Зуев Ю.В., Денишинский И.А., Воронцов А.В., Ципенко А.В. Моделирование двухфазной струи, распространяющейся в пространстве с резким изменением температуры	184
Иванов И.Э., Кроков И.А. Методы адаптации двумерной расчетной сетки к параметрам течения	186
Ипатьева С.Е., Мемонов В.П. Исследование микропериодических течений в современных технологических устройствах	188
Ильинский Н.Б. Методы численно-аналитического построения высоконесущих крыловых профилей	190
Калигин Н.Н., Ротов В.В., Соколова И.А. Модель внутренних вязких течений при сильном искривлении линий тока	191
Карпович А.В., Костин Г.А., Жигитий М.В. Учет влияния формы камеры артиллерийского орудия на процесс развития дымления	194
Карпов А.А., Тихонова Т.А. Теплообмен в камере сгорания при импульсном режиме работы	196
Качалов М.В. Использование бесфитильной тепловой трубы в контуре охлаждения двигателя Стирлинга	198

Ким В., Лазуренко А.В. Расчет параметров плазмы в разрядной камере стационарного плазменного двигателя	200
Козлов А.Н. Исследование течений ионизованного газа в канале коаксиального плазменного ускорителя в рамках кинетики ионизации и рекомбинации	202
Kozlova A.S. The Research of Thermal Physical Characteristics on Phase Transition by the Optical Method	204
Kozlova A.S., Bogorodsky S.A., Surov O.E. The Research of Structure and Time of Life Plasma Formation in Free Atmosphere if There is Electrical Field and Current (Similar Thermal)	206
Коковихина О.В. Нахождение амплитуды параметров акустических колебаний в каналах сложной формы	207
Котельников В.А., Ульданов С.В. Моделирование процессов переноса вблизи цилиндрического зонда в турбулентной плазме в магнитном поле	208
Котельников М.В., Гаранин С.Б. Электростатический зонд для исследования собственной атмосферы заряженных частиц вблизи КЛД	210
Котов А.И., Савин А.В., Соколов Е.И. Взаимодействие нерасчетной струи с перпендикулярной плоской поверхностью: физический, вычислительный эксперимент, приближенные модели	213
Кравчук А.С., Поспелова Н.В. Восстановление поля скоростей кровотока методом доплеровской томографии	214
Крюков В.В., Крюков И.А., Иванов И.Э. Исследование методов адаптации расчетных сеток	216
Кудрявцев В.В., Сафронов А.В. Численное моделирование параметров затопленных струй продуктов сгорания на основе параметризованных уравнений Навье-Стокса	218
Кудрявцев В.В., Сафронов А.В., Рыбак С.П. Обобщенные зависимости для распределений параметров при взаимодействии основного участка сверхзвуковых струй продуктов сгорания с преградой	221
Курочкин В.И., Цаплин С.В., Ботьичев С.А. Полупространственные моменты в граничных задачах кинетической теории газов	223
Кустова Е.В., Нагибеда Е.А., Шикави А., Александрова Т.Ю. Кинетическая модель неравновесных течений в смесях газов с диссоциацией и рекомбинацией	224
Лебедев М.Г. Некоторые аспекты аэроакустики сверхзвуковых струй	227

Ленишинский И.А., Воронцовский А.В., Зуев Ю.В., Онес В.И., Ципенко А.В., Решетников В.А. Методы экспериментальных исследований газосмазочных струй с высокой массовой концентрацией жидкости в газе	229
Ленишинский И.А., Яковлев А.А., Молгесон Г.В., Воронцовский А.В., Онес В.И., Ципенко А.В. Диффузное течение в канале при больших концентрациях дисперсной фазы. Численное и экспериментальное исследование	231
Лосов С.А., Осипов А.И., Нагибеда Е.А., Сергиевская А.Л. Моделирование уровня кинетики химически реагирующего газа	223
Лукашюнас Г.А. О сопротивлении и теплообмене тела в сверхзвуковом следе за источником энергии	235
Лукашюнас Г.А., Хализаров Г.О. Моделирование неравновесных течений во внутренней атмосфере комет в широком диапазоне чисел Кнудсена	237
Лысков М.В., Рыдаглевская М.А. Квазистационарные режимы неравновесных течений диссоциирующего газа в расширяющихся соплах	239
Марсанов А.М., Ротанина М.В. Сетевые технологии в вычислительном эксперименте	240
Меликов В.Р., Омельченко А.В., Усков В.Н., Чернышов М.В. Аналитические решения в теории гиперференции скачков углового и волн Прандтля-Майера	242
Минайлов А.Н. Методика расчета систем жестких уравнений в частных производных с заданной точностью малых членов	243
Мирошнин Р.Н. Взаимодействие простейшего свободномолекулярного течения из источника с поверхностью обтекаемого тела	246
Михайлов И.Е. Численное профилирование оптимальных пространственных закрыточных частей сопел	247
Молгесон Г.В., Стасенко А.Л. Трехмерное взаимодействие неопределенных струй с твердыми телами	249
Надирадзе А.В. Инженерная модель для оценки загрязнения поверхности космического аппарата выходами микро-ЖРД	251
Надирадзе А.В. О построении обобщенной модели взаимодействия разреженного газа с поверхностью	253
Neyland V., Vosniakov S., Glazkov S., Gorbushin A., Matyush S., Mikhailov S., Vlasenko V., Yatskevich N. Practical implementation of transonic «old wind tunnel» conception in conjunction with tests of new generation passenger aircrafts	255
Омельченко А.В., Усков В.Н. Задачи дискретного оптимального управления в газовой динамике	256

Орлов Ю.Ф., Тирских В.В. Задача о нестационарном движении симметричных контуров, пересекающих свободную поверхность тяжелой жидкости	257
Осинов А.И., Савченкова Е.А., Уваров А.В. Устойчивость волн релаксации в неравновесном газе	259
Осинов А.И., Уваров А.В. Релаксационная гидродинамика: проблемы и достижения	261
Острик А.В. Математическое моделирование плазменных процессов при воздействии ультрамягкого рентгеновского излучения на гетерогенные материалы с дисперсным наполнителем	263
Острик В.М. О влиянии поперечного перемешивания на стационарные режимы работы химических реакторов и идеального вытеснения	265
Петроченков А.Б. Моделирование электроэнергетических процессов в среде визуального проектирования	267
Пирумов У.Г. Аналитическое и численное исследование гемодинамики крупных сосудов	269
Полежаев В.И., Соболева Е.В. Численное моделирование конвективного течения и теплопереноса в замкнутом объеме с околокритической жидкостью	270
Полянский А.Ф., Скурин Л.И. Численное моделирование течения жидкости и газа в вихревой трубе и струе	272
Полянский А.Ф., Скурин Л.И. Численное моделирование трансоно-маршевым (по пространству) методом	274
Прозорова Э.В. Влияние дисперсионных эффектов на нестационарные струйные и пограничные течения	277
Прозорова Э.В. Образование вихревых зон при обтекании тел с малым радиусом кривизны разреженным газом	279
Рупрехт А.А., Sheredov V.V., Shematovich V.I. Kinetics of translationally excited H_2 molecules ejected from interstellar grains	281
Резинников Д.Л. Итерационные алгоритмы моделирования сопряженного теплообмена пористых тел в высокотемпературных газодинамических потоках	283
Рябинин А.Н. Влияние малой внутренней и внешней вязкости на критическую скорость флаттера пластины	285
Савин А.В., Федотов А.В. Численное исследование газодинамических процессов в диффузорах и эжекторах	287
Свиричевский С.В., Семенчиков Н.В., Королев Н.В. Распределение давления по затупленному телу в потоке сверхзвуковой кольцевой струи	289

Свиричевский С.В., Семенчиков Н.В., Тархов Е.Л. Взаимодействие сверхзвуковых неадаптированных струй с встречным сверхзвуковым потоком	290
Сегалев С.П. Статистическое описание поведения жидкостей в условиях фазового перехода	292
Сембиен О.З. Численное моделирование процесса нейтронизации окислов с помощью многоступенчатого подвода массы	293
Симановский И.В., Осинов А.И., Шелепин С.Л. Восстановление эффективных сечений и определение констант скоростей двухтемпературных реакций из данных об одностепенных константах скоростей	295
Скворцов Ю.М., Евдокимов Ю.К., Козлов А.П., Мартынов С.А., Sadat N. Процессы вихреобразования и кавитации в микроканалах	297
Соколов Е.И., Шатагов И.В., Фаворский В.С. Экспериментальное исследование встречного взаимодействия сверхзвуковых струй	299
Стеценко А.Л., Толстых А.И. К моделированию оледенения самолета: предшествующие процессы и поверхность смазывания	301
Студименова Р.З. Течение жидкости между крутовыми цилиндрами вихревого кавитатора	303
Тархов И.В., Иванов И.Э., Крюков И.А. Объектно-ориентированная программная система подготовки данных и визуализации результатов газодинамических расчетов	306
Tang Jingong, Wei Shuang, Shen Qing, Rezinkov D.L., Ruprecht A.A. Boundary Integral Equation Solution for the Fluid Flow Through the Porous Blunt Body	308
Tovbin Yu.K., Tugazakov R.Ya., Komarov V.N. Investigation of dense fluid flows in patent pores	310
Тонконог В.Г., Муравьев И.Ф. Исследование гидро и термодинамики двухфазных потоков, образующихся в процессах адиабатного расширения низкоккипящих жидкостей в соплах	312
Тропикский И.В., Иванов И.Э., Крюков И.А. Численное моделирование стационарных сверхзвуковых потоков с использованием адаптивных расчетных сеток	314
Туммаков А.Л. Генерация высокочастотных гармоник при интенсивных колебаниях газа в закрытой трубе	316
Фельдман Л.П. Сходимость и оценка погрешности параллельных ассоциативных блочных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	318
Fomin N.A., Fuentes C., Sainier J.-B., Tuhaut J.-L. Tissue blood flux monitoring by digital cross-correlation speckle photography	321

Фомина О.Н., Фомина Т.А., Цибаров В.А. Течение невязного новских сред в каналах	324
Формалев В.Ф., Миканев С.В. Метод переменных направле- ний с экстраполяцией численного решения параболических задач содержащих смешанные производные и конвективные члены	325
Хатушцева О.Н. Математическая модель физических процессов в кровеносных системах и других фрактальных структурах	326
Цветков Г.А. Численное двумерное стохастическое моделирова- ние потока разреженного газа вблизи твердой поверхности	329
Цибаров В.А. Термодинамика и динамика порезов	330
Ципенко А.В., Воронечкий А.В., Молдесон Г.В. Некоторые результаты численного и экспериментального исследования газоска- пельного потока с высоким содержанием жидкости	332
Черкасова М.В., Ваулин Е.П., Алексеев С.А., Ворони- цын А.В. Математическое моделирование течения неравномерной плазмы в канале полого катода	334
Чурбанов А.Г., Горбачевский А.Я., Панина Н.Г., Ша- ро В.С. Моделирование конвективного теплообмена при обтека- нии кристалла на стенке	337
Широков Д.М. Об устойчивости упругой пластинки в перпенди- кулярном потоке	341
Шклярчук Ф.Н. Колебания жидкости в удлиненных упругих по- лостях и каналах произвольной формы	343
Эндер А.Я., Эндер И.А., Потенко М.В. Развитие нелинейно- го моментного метода решения уравнения Больцмана в осесиммет- ричном случае	344
Щеквич Н.С. Методика ускорения расчета вязких турбулентных течений в рамках явной гоудуновоподобной схемы	347

Использование современных компьютерных технологий в научных исследованиях, обучении, управлении и экономике

Артюхов С.В., Чернышов Л.Н. Интеграция неоднородных ис- точников данных в распределенной среде экономических информа- ционных систем	350
Безменова Н.В., Шустов С.А., Добратуллин С.А. Технология концептуального моделирования бизнес-процессов крупного пред- приятия аэрокосмической отрасли с помощью CASE-средств	352
Безменова Н.В., Шустов С.А., Немков В.В., Силин В.И. Информационное моделирование производственно-торгового хол- динга как инструмент антикризисного управления	354

Безменова Н.В., Шустов С.А., Федоров А.П. Концептуаль- ное моделирование антикризисного управления средним машино- строительным предприятием (на примере ОАО «Самарский завод инструментальных изделий»)	356
Бутко А.И., Парину А.А. Особенности организации телеком- муникационной сети крупного вуза и ее интеграция в глобальные компьютерные сети	358
Пинотрахов В.И., Захаров Д.А. Информационная система ад- министративного контроля за деятельностью отдела налогооблож- ных физических лиц территориальной налоговой инспекции	359
Полюкова Т.Б. Автоматизация управления учебным процессом на факультете	361
Пу Гю Тхэнь, Марасанов А.М., Шебеко Ю.А. Аналитическая поддержка решения задач моделирования логистических активнос- тей	362
Толубев Ю.Ф., Павловский В.Е., Толубева Е.Ю., Жарко- ва А.Ю., Нечаева Е.С., Павловский В.В. Программные обу- щющие среды по механике	364
Трифиллини С.С. Информационные технологии комплексной ав- томатизации проектирования и обслуживания территориально рас- пределенных систем	366
Калинкин С.А., Шебеко Ю.А. Имитационное моделирование биз- нес-процессов оценки деятельности промышленной компании	368
Кирпичев Д.С. Применение технологий «сущность-связь» для по- строения информационных систем	370
Кириен В.И., Цирков Г.В. Новые методы интегрирования в современных компьютерных системах	372
Думкин В.В. Вопросы сопровождения слабо типизируемых систем	375
Дукьянов Г.А. Прямое моделирование социально-экономических процессов в обществе на реальном уровне как научная проблема и суперкомпьютерная информационная технология	378
Дэлин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. Применение ком- пьютерных технологий в парашютистском спорте	380
Никитин С.П. Инструментальные средства автоматизации пла- нирования вычислений прикладных задач	383
Нолликов М.Д., Павлов В.М. Учебно-исследовательская среда на ПК для обучения нелинейной динамике и синергетике	385
Павлов В.М. Автоматизированный практикум по прикладной ма- тематике и информатике: концепции, реализации и опыт использо- вания	387

раметров до конца не разработаны. Предлагается энергетический метод, позволяющий определить границы неустойчивости, частоту и амплитуду колебаний газа. В качестве примера рассмотрены неустойчивость горения газовых струй в камере сгорания типа резонатора Гельмгольца [3], проведено сравнение с экспериментальными данными.

Работа выполнена в рамках проекта № 244 Федеральной целевой программы «Интеграция».

1. *Иванов М.А., Запиров Р.С., Галилин Р.С., Керим В.В.* Nonlinear oscillations of a gas in a tube // *Appl. Mech. Rev.* 1996. V. 49. № 3. PP. 137-154.
2. *Stuhlinger E., Thoma H.* Oscillations of a gas in an open-ended tube near resonance // *ZAMP*. 1986. V. 37. PP. 155-175.
3. *Дарюнов В.М., Назаров Т.И.* О возбуждении автоколебаний в резонаторе Гельмгольца // *Изв. ВУЗов. Авиат. техника*. 1988. № 1. С. 101-103.

ВИХРЕВОЕ ТЕЧЕНИЕ В ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОМ ЛАЗЕРЕ

Г.В. Тембаржевский, Н.А. Генералов

Институт проблем металлов РАН, Москва, Россия

Непрерывные электрические разряды, используемые в технике, часто горят в вихревом турбулентном потоке газа. Обычно турбулентный характер потока вызывается естественным стремлением повысить мощность (производительность) единичной установки за счет увеличения расхода газа. В некоторых случаях поток специально турбулизуют, чтобы повысить однородность и устойчивость разряда — отодвинуть порог контракции. Такая ситуация достаточно типична для мощных непрерывных быстропотоковых лазеров, в которых подводящая турбулизация потока одновременно с другими методами (скажем независимой ионизацией электронным лучом, импульсным полем, фотопротессами) используется для повышения мощности лазера.

Исследование взаимодействия турбулентного потока с разрядом представляется сравнительно сложной задачей, что связано с различными видами неустойчивости разряда, наблюдаемыми уже в спокойном газе, а также с неустойчивостью потока газа, свойственной турбулентному потоку (перемежаемость). В сообщении приводятся результаты экспериментального исследования влияния разряда на пульсации скорости в дорожке Кармана за цилиндром. Дорожка Кармана выбрана как сравнительно удобный для исследования случай вихревого течения, кроме того этот вариант течения достаточно часто реализуется на практике. Опыты проводились в разрядной камере быстропотокового СО-2 лазера «Лазган» [1], представляющей собой параллелепипед (вдоль одной из осей симметрии которого прокачивалась рабочая смесь). Основной (по мощности) разряд постоянного тока поддерживался между двумя цилиндрическими электродами, расположенными соответственно на входе и выходе из разрядной камеры. Это был весьма интенсивный разряд, поскольку ионизация смеси осуществлялась мощным ионизатором (сравнительно слабомощным) импульсным полем более высокой напряженности, чем основной разряд. Цилиндр-турбулизатор был установлен перпендикулярно направлению электрода (и направлению потока смеси). Ниже по течению располагались датчик пульсационной скорости, чувствительный к составляющей скорости перпендикулярной оси цилиндра-турбулизатора и

цилиндрично средней скорости потока.

Пульсационная скорость потока регистрировалась в виде осциллограмм и спектрограмм. Полученные осциллограммы демонстрируют явно выраженную периодичность сигнала на частоте, соответствующей числу Струхала $Sh \sim 0,2$ (определенному по диаметру цилиндра-турбулизатора) как в условиях нейтрального потока, так и для потока с разрядом, причем периодичность сигнала нарушается сближая фазы колебаний. Форма сигнала отклоняется от синусоидальной, так что можно выделить составляющую первого обертона. Интенсивность основного тона и обертона зависят от расстояния до оси следа. На спектрограммах также присутствуют пики основного тона и обертона пульсаций скорости. Сравнение спектрограмм скорости потока, полученных в условиях разряда и в соответствующем нейтральном потоке обнаруживает влияние тлеющего разряда на характерную ширину и характерную высоту спектрального пика пульсационной скорости (по крайней мере основного тона). При этом заметного влияния одного лишь вспомогательного импульсного ионизирующего разряда на пульсационную скорость не отмечалось.

Показано, что классическая теория дорожки Кармана в идеальной жидкости [2] может быть так видоизменена (с учетом уширения линий спектра скорости), что позволяет объяснить (по крайней мере частично) полученную зависимость относительной интенсивности обертона от расстояния до оси следа. Удается установить, что тлеющий разряд влияет на интегральную интенсивность, пульсаций скорости течения релаксирующего газа в дорожке Кармана. На основе обобщенной модели течения в дорожке Кармана (пробованной на экспериментальных данных по зависимости интенсивности обертона от расстояния до оси следа) удается выдвинуть гипотезы о механизме влияния тлеющего разряда на пульсацию скорости вихревого течения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, коды проектов 96-01-00372 и 99-01-01199.

1. Genetsov N.A., Gorbilenko M.I., Solovov N.G., Yakimov M.Yu., Zimakov V.P. High power industrial CO-2 lasers excited by a nonself-sustained glow discharge // Gas lasers-recent developments and future prospects. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. PP. 323-341.
2. Кочин Н.В., Кибелев И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. М.: Физматгиз, 1963.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПРИОСЕВОЙ ОБЛАСТИ СТРУИ ПЛАЗМЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИНДУКЦИОННОГО РАЗРЯДА

А.В. Герасимов, А.П. Кирпичников

Научный государственный технологический университет, Казань, Россия

Вопрос об особенностях энергообмена между электронным и ионно-ионным газом имеет как чисто научный, так и значительный самостоятельный интерес в связи с задачей оптимизации эффективности нагрева газобразных сред в разрядного рода плазменных устройствах, использующих принцип высокочастотного индукционного (ВЧИ) нагрева газа.

На основе анализа системы уравнений баланса энергии в приосевой области индуктора ВЧ-плазмотрона в рамках двухтемпературной модели получены уточненные аналитические зависимости для расчета полей температур в этой области в двухмерной постановке задачи.

$$T_e(r, z) = T_e(0, 0) \left[\lambda_e I_0 \left(g_2 \frac{r}{L} \right) + \lambda I_0 \left(\frac{r}{L} \sqrt{g_2^2 + d^2} \right) \right] \frac{\cos \left(g_2 \frac{z}{L} \right)}{(\lambda + \lambda_e)} +$$

$$+ T(0, 0) \left[I_0 \left(g_1 \frac{r}{L} \right) - I_0 \left(\frac{r}{L} \sqrt{g_1^2 + d^2} \right) \right] \frac{\lambda}{(\lambda + \lambda_e)} \cos \left(g_1 \frac{z}{L} \right) +$$

$$+ \frac{1}{8} \frac{Q_r(0, 0)}{(\lambda + \lambda_e)} r^2 + \frac{1}{8} \frac{Q_r(0, 0)}{(\lambda + \lambda_e) b^2} [I_0(2br) - 1] \cos(2bz) +$$

$$+ \frac{Q_r(0, 0)}{2d^2} \frac{\lambda}{\lambda_e (\lambda + \lambda_e)} [I_0(dr) - 1] +$$

$$+ \frac{Q_r(0, 0)}{2(4b^2 + d^2)} \frac{\lambda}{\lambda_e (\lambda + \lambda_e)} \left[I_0 \left(r \sqrt{4b^2 + d^2} \right) - 1 \right] \cos(2bz) +$$

$$+ \frac{\alpha}{d^4} \frac{\lambda}{\lambda_e (\lambda + \lambda_e)} \left[I_0(dr) - 1 - \frac{d^2 r^2}{4} \right] +$$

$$+ \frac{\alpha}{(4b^2 + d^2)^2} \frac{\lambda}{\lambda_e (\lambda + \lambda_e)} \left[I_0 \left(r \sqrt{4b^2 + d^2} \right) - 1 - \frac{4b^2 + d^2}{4} r^2 \right] \cos(2bz),$$

$$T(r, z) = T(0, 0) \left[\lambda I_0 \left(g_1 \frac{r}{L} \right) + \lambda_e I_0 \left(\frac{r}{L} \sqrt{g_1^2 + d^2} \right) \right] \frac{\cos \left(g_1 \frac{z}{L} \right)}{\lambda + \lambda_e} +$$