

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Т. 46  
№ 6 (274)

ПМТФ

2005  
НОЯБРЬ — ДЕКАБРЬ

(Журнал основан в 1960 г. Выходит 6 раз в год)

СОДЕРЖАНИЕ

Академику В. Е. Накорякову — 70 лет .....	3
Васильев Е. Н., Нестеров Д. А. Вычислительное моделирование структуры сильно- точного разряда в МГД-канале .....	5
Курмаева К. В., Титов С. С. Обобщение аналитических решений Л. В. Овсянникова для трансзвуковых течений .....	14
Багдерина Ю. Ю., Чупахин А. П. Инвариантные и частично инвариантные решения уравнений Грина — Нагди .....	26
Ерманюк Е. В., Гаврилов Н. В. Экспериментальное исследование силового воздей- ствия уединенной внутренней волны на погруженный круговой цилиндр .....	36
Хабахпашев Г. А. Трансформация длинных нелинейных волн в двухслойной вязкой жидкости между пологими дном и крышкой .....	45
Мукин Р. В., Осипов А. И., Уваров А. В. Взаимодействие малых гидродинамических возмущений с неравновесной областью в потоке газа .....	58
Ветлущий В. Н., Ганимедов В. Л., Мучная М. И. Исследование потока газа с твердыми частицами в сверхзвуковом сопле .....	65
Федоров А. В., Фомин В. М., Хмель Т. А. Математическое моделирование течений внутри вращающихся тел из ячеисто-пористых материалов .....	78
Хароун Мохамед Х. Влияние релаксации и запаздывания на перистальтическое дви- жение вязкоупругой жидкости Олдройда .....	86
Ковалева Л. А., Насыров Н. М., Максимочкин В. И., Суфьянов Р. Р. Изучение теплопроводности высоковязких углеводородных систем методом экспериментально- го и математического моделирования .....	96
Савенков Г. Г. Критические напряжения при отколе и динамическом разрыве металлов	103
Шабанов А. П. О механизме роста усталостной трещины в поле внешних сжимающих напряжений .....	108

<b>Велданов В. А., Федоров С. В.</b> Особенности поведения грунта на границе контакта с недеформируемым ударником при проникании .....	116
<b>Клигман Е. П., Клигман И. Е., Матвеев В. П.</b> Спектральная задача для оболочек с жидкостью .....	128
<b>Александров С. Е., Лямина Е. А.</b> Качественные различия в решениях при использовании теорий пластичности с условием текучести Кулона — Мора .....	136
<b>Соболева О. Н.</b> Эффективные коэффициенты проводимости в пористой среде с логарифмически устойчивой статистикой .....	146
<b>Биченков Е. И., Пальчиков Е. И., Сухинин С. В., Черемисин А. Н., Романов А. И., Романюта М. А., Селезнев К. С.</b> Новые рентгенографические методики визуализации и измерения гидродинамических параметров течения в непрозрачных гетерогенных средах .....	159
<b>Степовик А. П.</b> Измерения коэффициента Грюнайзена некоторых анизотропных углеродных материалов .....	171
<b>Алфавитный</b> указатель за 2005 год .....	180

Адрес редакции:

630090, Новосибирск, ул. Терешковой, 30, редакция журнала  
«Прикладная механика и техническая физика»  
Тел. 330-40-54; e-mail: PMTF@sbras.nsc.ru

И. о. зав. редакцией *И. Г. Зыкова*

Корректор *Л. Н. Ковалева*

Технический редактор *Д. В. Нечаев*

Набор *Д. В. Нечаев*

Компьютерная подготовка рисунков *В. Л. Овсянников*

---

Сдано в набор 08.07.05. Подписано в печать 2.09.05. Формат 60 × 84 1/8. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 21,9. Уч.-изд. л. 17,5. Тираж 365 экз. Свободная цена. Заказ № 160.

---

Журнал зарегистрирован Министерством печати и информации РФ за № 011097 от 27.01.93.

Издательство Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирск, Морской просп., 2.

Отпечатано на полиграфическом участке Ин-та гидродинамики им. М. А. Лаврентьева.

630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 15.

© Сибирское отделение РАН, 2005

© Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева, 2005

© Институт теоретической и прикладной механики, 2005

УДК 533.95

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИЛЬНОТОЧНОГО РАЗРЯДА В МГД-КАНАЛЕ

Е. Н. Васильев, Д. А. Нестеров

Институт вычислительного моделирования СО РАН, 660036 Красноярск  
E-mails: ven@icm.krasn.ru, chief@vsptus.ru

Предложена двумерная вычислительная модель для расчета радиационно-конвективного теплообмена в газовых течениях с большими градиентами физических параметров. Модель основана на численном решении системы нестационарных уравнений динамики сжимаемого невязкого газа и уравнений переноса излучения. Результаты расчетов течения в МГД-канале рельсового ускорителя показали, что на динамику процесса оказывают значительное влияние механизмы обтекания разрядной области и гидродинамической неустойчивости, которые приводят к нестационарности и нерегулярности структуры течения и разряда. В ходе процесса возможно существование разряда как в виде нескольких токопроводящих каналов, так и в форме единого плазменного образования. Получено качественное соответствие результатов численных расчетов данным эксперимента.

**Ключевые слова:** численное моделирование, магнитная газодинамика, разряд, рельсовый ускоритель, радиационно-конвективный теплообмен.

**Введение.** В современной науке и технике достаточно широко используются устройства, в которых применяются сильноточные газовые разряды. С помощью таких разрядов можно проводить нагрев газа в плазмотронах, аэродинамических и ударных трубах, магнитогазодинамических (МГД) генераторах и ускорителях, реактивных двигателях. Характеристики МГД-устройств во многом определяются структурой разрядной области, формирующейся в процессе ее взаимодействия с магнитным полем и газовым потоком. Эффективность МГД-взаимодействия зависит от большого числа параметров, описывающих свойства рабочего газа, газодинамическое течение, внешнее магнитное поле, геометрические размеры канала, внешнюю электрическую цепь. Целью данной работы является численное моделирование процесса формирования сильноточного разряда в условиях радиационно-конвективного теплообмена применительно к рельсовому ускорителю.

**Постановка задачи.** Рассмотрим процессы МГД-взаимодействия в канале рельсового ускорителя, конструкция которого и экспериментальные результаты описаны в [1]. Канал ускорителя имеет прямоугольное сечение, верхняя и нижняя его стенки образуются электродами, подключенными к генератору тока (длинная линия), боковые стенки — диэлектрики. За счет энергии внешнего источника в канале нагревается локальная область газа до температуры, обеспечивающей термическую ионизацию. Через разрядную область течет ток, поддерживающий ее электропроводное состояние и компенсирующий радиационные и конвективные энергопотери. В результате взаимодействия тока с внешним поперечным магнитным полем на проводящую область газа действует ускоряющая электродинамическая сила, под действием которой плазменная область движется, толкая по каналу холодный газ. В эксперименте задавались следующие значения физических параметров процесса: разрядный ток  $10 \div 40$  кА; магнитное поле  $0,3 \div 1$  Тл; начальное давление рабочего газа  $2,6 \div 80$  кПа.