

ПРИКЛАДНАЯ  
МЕХАНИКА  
И  
ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ФИЗИКА

Журнал публикует оригинальные статьи и заказные обзоры по механике жидкости, газа, плазмы, динамике многофазных сред, физике и механике взрывных процессов, электрическому разряду, ударным волнам, состоянию и движению вещества при сверхвысоких параметрах, теплофизике, механике деформируемого твердого тела, композитным материалам, методам диагностики газодинамических физико-химических процессов.

Журнал реферируется и аннотируется в следующих изданиях: РЖ Механика; РЖ Физика; European Mathematical Society; Mathematical Reviews; Solid State Abstracts Journal; Applied Mechanics Reviews; Chemical Abstracts; Current Contents/Engineering, Computing, and Technology; SciSearch; Research Alert.

*Журнал переводится на английский язык и издается в США издательством SPRINGER под названием «Journal of Applied Mechanics and Technical Physics»*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор В. К. Кедринский  
Зам. гл. редактора А. К. Ребров  
Отв. секретарь Г. А. Швецов

Члены редколлегии

Б. Д. Аннин	А. А. Маслов	В. В. Пухначев
В. Д. Бондарь	В. Е. Накоряков	Е. И. Роменский
А. А. Иванов	Р. И. Нигматулин	В. М. Фомин
С. П. Киселев	А. М. Оришич	А. П. Чупахин
В. М. Ковеня	В. Е. Панин	Е. Н. Шер
В. Ю. Ляпидевский	В. В. Пененко	Н. И. Яворский

Учредители Сибирское отделение РАН  
журнала Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН  
Институт теоретической и прикладной механики  
им. С. А. Христиановича СО РАН

СОДЕРЖАНИЕ

Владиславу Васильевичу Пухначеву — 75 лет .....	3
Александрова Е. А., Новиков А. В., Утюжников С. В., Федоров А. В. Экспериментальное исследование ламинарно-турбулентного перехода на затупленном конусе .....	5
Бурмистрова О. А. Устойчивость вертикальной пленки жидкости с учетом эффекта Марангони и теплообмена с окружающей средой .....	17
Стурова И. В. Колебания кругового цилиндра, погруженного в жидкость с неоднородной верхней границей .....	26
Федотова З. И., Хакимзянов Г. С. Уравнения нелинейно-дисперсионной модели мелкой воды на вращающейся сфере и выполнение законов сохранения .....	37
Шлычков В. А. Определение придонного давления при обтекании препятствия речным потоком .....	51
Колесов В. В., Романов М. Н. Возникновение квазипериодических течений между двумя вращающимися проницаемыми цилиндрами .....	56
Ткачева Л. А. Падение тела с плоским упругим дном на тонкий слой жидкости под малым углом .....	66
Нигматулин Р. И., Аганин А. А., Ильгамов М. А., Топорков Д. Ю. Эволюция возмущений сферичности парового пузырька при его сверхсжатии .....	82
Шарифулин А. Н., Полудницин А. Н. Экспериментальное определение границ области существования аномального конвективного течения в наклоняемом кубе .....	103
Киселев С. П. Метод молекулярной динамики в механике деформированного твердого тела .....	113
Георгиевский Д. В. Построение обобщенных формул Чезаро для конечных плоских деформаций .....	140
Ватульян А. О., Углич П. С. Реконструкция неоднородных характеристик поперечно-неоднородного слоя при антиплоских колебаниях .....	146
Янковский А. П. Установившаяся ползучесть изгибаемых армированных металлокомпозитных пластин с учетом ослабленного сопротивления поперечному сдвигу. 1. Модель деформирования .....	154
Корнев В. М., Демешкин А. Г. Модель скачкообразного продвижения вершины трещины гидроразрыва при отсутствии фильтрации .....	164

Бадида Буда А., Бельхельфа Х., Джерир В., Халими Р. Неразрушающий метод оценки содержания углерода в стали .....	174
Горкунов Э. С., Задворкин С. М., Мушников А. Н., Смирнов С. В., Якушенко Е. И. Влияние механических напряжений на магнитные характеристики трубной стали.....	181
Шанин С. А., Князева А. Г. Связанная модель формирования покрытия на подложке цилиндрической формы.....	192

Адрес редакции:

630090, Новосибирск, Морской просп., 2, редакция журнала  
«Прикладная механика и техническая физика»  
Тел. 330-40-54; e-mail: pmtf@sibran.ru

Зав. редакцией *О. В. Волохова*

Корректор *Л. Н. Ковалева*

Технический редактор *Д. В. Нечаев*

Набор *Д. В. Нечаев*

---

Сдано в набор 28.02.14. Подписано в печать 8.05.14. Формат 60 × 84 1/8. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 24,0. Уч.-изд. л. 19,5. Тираж 305 экз. Свободная цена. Заказ № 151.

---

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, 2014

© Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 2014

© Институт теоретической и прикладной механики  
им. С. А. Христиановича СО РАН, 2014

УДК 533.6.011.6

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА НА ЗАТУПЛЕННОМ КОНУСЕ

Е. А. Александрова<sup>\*,\*\*</sup>, А. В. Новиков<sup>\*,\*\*</sup>,  
С. В. Утюжников<sup>\*\*,\*\*\*</sup>, А. В. Федоров<sup>\*,\*\*</sup>

\* Центральный аэрогидродинамический институт им. Н. Е. Жуковского,  
140180 Жуковский

\*\* Московский физико-технический институт (государственный университет),  
141700 Долгопрудный

\*\*\* Университет г. Манчестера, M13 9PL Манчестер, Великобритания  
E-mails: miptjane@gmail.com, AndrewNovikov@yandex.ru,  
s.utuzhnikov@manchester.ac.uk, fedorov@falt.ru

Представлены результаты экспериментального исследования ламинарно-турбулентного перехода при гиперзвуковом обтекании конусов с различными радиусами затупления под нулевым углом атаки при числе Маха набегающего потока  $M_\infty = 6$  в диапазоне значений единичного числа Рейнольдса  $Re_{\infty,1} = 5,79 \cdot 10^6 \div 5,66 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ . Изучены режимы обтекания, при которых возможно возникновение реверса ламинарно-турбулентного перехода (уменьшение длины ламинарного участка с увеличением радиуса затупления). С помощью люминесцентных покрытий получены распределения теплового потока по поверхности модели. С использованием полей теплового потока проведен анализ линий начала перехода в пограничном слое. Определено критическое число Рейнольдса  $Re_{\infty,R} \approx 1,3 \cdot 10^5$ , начиная с которого ламинарно-турбулентный переход существенно зависит от неконтролируемых возмущений, таких как шероховатость носка модели. При этом в закритических режимах в большинстве случаев линия начала перехода сдвигается к носку модели (реверс перехода). Проведено сравнение полученных результатов с известными результатами экспериментов.

**Ключевые слова:** ламинарно-турбулентный переход, гиперзвуковые течения, затупленный конус, реверс ламинарно-турбулентного перехода, “парадокс затупленного тела”, эксперимент.

**Введение.** Предсказание положения ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое на поверхности гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА) является необходимым условием при проектировании систем тепловой защиты, поскольку тепловые потоки в турбулентном пограничном слое в несколько раз больше, чем в ламинарном. Состояние пограничного слоя существенно влияет на эффективность работы механизмов управления. При использовании ГЛА, имеющих хорошие аэродинамические свойства, вязкое

---

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 12-01-31304 мол.а) и в рамках гранта Правительства РФ согласно постановлению № 220 “О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования” (договор № 11G34.31.0072).

© Александрова Е. А., Новиков А. В., Утюжников С. В., Федоров А. В., 2014