

*Под редакцией
руководителей секций и подсекций съезда*

Ответственные редакторы:
В.Г. Баженов, Л.А. Игумнов, В.А. Полянский

IX Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике. Аннотации докладов. Т. II (Нижний Новгород, 22–28 августа 2006). Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 2006. 194 с.

ISBN 5–85746–921–X

Сборник содержит аннотации докладов IX Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике. Аннотации в полном объеме отражают тематику съезда и содержат результаты исследований по современным проблемам общей и прикладной механики, механики жидкости и газа, механики деформируемого твердого тела, а также по некоторым комплексным проблемам механики. Во II томе публикуются аннотации докладов II секции «Механика жидкости и газа».

ISBN 5–85746–921–X

ББК В 21

векции тороидальных и косых вихрей, образующихся при продольном внутреннем и поперечном внешнем акустическом воздействии, определялась по положению видимой на теневых снимках звуковой волны, задающей масштаб скорости, и по расстоянию между вихрями и частоте внешнего воздействия. Результаты измерений показали, что скорость конвекции тороидальных вихрей на начальном участке течения быстро увеличивается от среза сопла на расстоянии порядка одного калибра, в то время как скорость конвекции косых вихрей на этом же участке течения уменьшается. Причиной различий процессов распространения тороидальных и косых вихрей, по-видимому, является разная степень их вовлеченности в средний поток: тороидальный вихрь возникает и развивается на периферии зоны смещения, постепенно вовлекаясь в средний поток, в то время как возникновение косоугольного вихря затрагивает его уже в начальной стадии.

Обнаруженное явление различий в скорости конвекции вихрей различной формы может оказаться важным в процессе управления смещением в турбулентных струях; также важным может оказаться явление ускорения или замедления вихрей ввиду того, что движение крупномасштабных вихрей, которые или быстро растут или быстро ускоряются (замедляются), представляет собой чрезвычайно полезную модель источников шума: так моделируются наиболее интенсивные источники звука.

Работа поддержана РФФИ (проект 03-01-00492).

Пимштейн Валерий Гдальевич, Филиал Центрального аэрогидродинамического института им. Н.Е. Жуковского

КОНВЕКЦИЯ, ТЕПЛО- И МАССОБМЕН В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

В.И. Полежаев (Москва)

Дан обзор исследований общих закономерностей конвекции, теплообмена, температурного и концентрационного расслоения, обусловленных элементарными конвективными течениями, имитирующими отдельные режимы микрогравитации, а также особенностей моделирования конвективных течений жидкости, газа и сред в околокритическом состоянии в реальном космическом полете. Обсуждаются задачи нового этапа экспериментов, продолжающих работы на станции «Мир» и готовящихся к проведению на Международной космической станции, роль методов механики в современном развитии наук о физических процессах в условиях микрогравитации (Microgravity Sciences), а также влияние этого направления космических исследований на фундаментальные и прикладные исследования в земных условиях.

Полежаев Вадим Иванович, Институт проблем механики РАН

ВИБРАЦИОННОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПОЛОСТИ И ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ

Д.А. Полежаев (Пермь)

Обобщаются и анализируются результаты экспериментального исследования динамики центрифугированного слоя жидкости в быстро вращающемся цилиндре, совершающем нормальные к оси вращения колебания. Изучаются структура и устойчивость вибрационных течений, генерируемых в условиях резонансного возбуждения инерционных волн во вращающейся жидкости [1]. Скорость осредненных потоков в этом случае может быть сравнима со скоростью вращения самой полости.

Обнаружено, что в зависимости от параметров вибраций и вида возбуждаемой инерционной волны генерируется опережающее или отстающее азимутальное движение либо течение, состоящее из крупномасштабных тороидальных вихрей. При повышении интенсивности вибрационного движения наблюдается несколько пороговых переходов. Первый связан с потерей устойчивости двумерного азимутального движения, это приводит к возникновению периодической вдоль оси вращения системы тороидальных вихрей сравнительно короткой длины волны. Вихри локализованы вблизи твердой границы полости. Второй переход связан с развитием колебательной неустойчивости, приводящей к разрушению регулярных пространственных структур.

Исследование устойчивости вибрационных течений выполнено в широком интервале безразмерных вибрационных параметров и относительного наполнения полости. Показано, что в области высоких безразмерных частот возникновение пространственных структур связано с неустойчивостью пограничных слоев Стокса, формирующихся вблизи границы полости; пространственный период структур определяется толщиной слоев Стокса.

В работе также принимал участие В.Г. Козлов.

Работа поддержана РФФИ (проект 06-01-00189).

Литература

1. Иванова А.А., Козлов В.Г., Полежаев Д.А. Вибрационная динамика центрифугированного слоя жидкости // Изв. РАН. МЖГ. 2005. № 2. С. 133–142.

Полежаев Д.А., Институт механики сплошных сред УрО РАН

СОПРЯЖЕННЫЙ ТУРБУЛЕНТНЫЙ ТЕПЛОМАССОБМЕН ПРИ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ

Ю.С. Поляков, Л.П. Холпанов (Москва)

Проведено численное решение нестационарного уравнения вещества и энергии при турбулентном течении реагентов и охладителя, причем в качестве граничного условия используется условие сопряжения на границе раздела фаз, а именно, равенство температур и равенство локальных потоков. Граница раздела реак-

тор-охладитель представляет собой тонкую перегородку из материала с бесконечной проводимостью, и ее сопротивлением переноса энергии можно пренебречь. С одной стороны, такая постановка задачи усложняет само решение задачи за счет добавления еще одного уравнения переноса, но, с другой стороны, позволяет адекватно описывать двухфазный перенос в условиях сопряжения на границе раздела фаз. Математическое моделирование проведено для нестационарного сопряженного теплообмена с учетом изменения скоростей реакций согласно уравнению Аррениуса на примере процесса быстрой полимеризации, широко используемого для получения ряда продуктов. Предполагалось, что реагенты и охладитель движутся со среднерасходными скоростями. Коэффициенты турбулентного обмена вдали от стенки принимаются осредненными, однако вблизи стенки используются различные законы затухания турбулентности. В этом случае основную роль вблизи стенки играет молекулярный перенос вещества и энергии.

Известно два способа ввода катализатора и мономера в реактор: совместный ввод реагентов и отдельный. Расчеты проведены для обоих случаев. Наиболее интересные зависимости получены при отдельном входе для условия, когда катализатор занимает 0,3 от стенки реактора, а остальное расстояние занимает мономер. Получено распределение полей концентрации и температуры мономера и катализатора в зоне реактора и температуры охлаждающей жидкости в зоне охладителя. Показано, что на входе в реактор наблюдается резкое изменение концентрации мономера и катализатора, представленное крутизной в направлении зоны смешения. При этом картина быстрой реакции двух веществ подобна взаимодействию двух параллельно смешивающихся струй. Крутизна изменения концентраций реагентов и катализатора постепенно спадает в направлении стенки, где продукты реакции охлаждаются жидкостью, причем процесс выделения тепла реакции и последующее охлаждение продукта реакции представлены как два конкурирующих процесса. В связи с этим эта зависимость проходит через максимум. По мере увеличения расстояния от входа крутизна пика постепенно рассасывается, что указывает на усиление влияния процесса охлаждения на продукты реакции.

Холпанов Леонид Петрович, Институт проблем химической физики РАН

НОВЫЕ КЛАССЫ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ КОНВЕКТИВНОГО МАССОПЕРЕНОСА И ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ

А.Д. Полянин (Москва)

Описаны новые классы точных решений нелинейных систем уравнений, встречающихся в теории конвективного массо- и теплопереноса и теории фильтрации. Основное внимание уделяется системам первого и второго порядка общего вида, когда скорости хими-

ческих реакций зависят от произвольных функций. Получены общие решения некоторых систем первого порядка со степенными нелинейностями. Построен ряд новых точных решений с функциональным разделением переменных, содержащих произвольные функции. Приведены примеры использования полученных результатов для решения конкретных задач теории конвективного массопереноса и теории фильтрации. Дается краткий обзор известных и новых точных решений нелинейных систем уравнений, встречающихся в теории массо- и теплопереноса с химическими реакциями и математической биологии.

Полянин Андрей Дмитриевич, Институт проблем механики РАН

ВЗРЫВ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ПОД ВОДОЙ. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

О.Е. Попов (Москва)

Представлены результаты серии исследований, выполненных в Институте химической физики (ИХФ) РАН, включающих измерения и численное моделирование параметров взрывных волн, возникающих в воде при детонации топливо-кислородных смесей ($C_3H_8-O_2$ и H_2-O_2) и при горении смесей $H_2-O_2-N_2$. Показано, что амплитуда волн, генерируемых при сферической детонации указанных смесей, в непосредственной близости от заряда уменьшается в зависимости от расстояния быстрее, чем по акустическому закону. На расстояниях, больших чем три начальных радиуса сферы, могут быть использованы акустические закономерности как для амплитуды взрывной волны, так и для интегральных характеристик волны (импульса положительной фазы и плотности потока энергии). В докладе приводятся количественные соотношения, описывающие поля давлений, импульсов и плотностей потока энергии в сравнении с подводными взрывами взрывчатых веществ (ВВ).

В отличие от подводных взрывов ВВ с равным начальным запасом энергии амплитуда взрывной волны существенно ниже, а длительность положительной фазы больше. В результате величины импульсов оказываются сравнимыми. Из-за более низкой объемной плотности энергии (на 3 порядка ниже, чем ВВ), меньше энергии уносится первичной ударной волной (1–2%), около 60% расходуется на радиальное движение воды и до 40% энергии остается в горячих продуктах взрыва. Для сравнения – ударная волна при подводном взрыве тротила уносит до 50% энергии взрыва, а оставшиеся 50% энергии расходуются на радиальное движение воды.

Специфической чертой подводного взрыва газовых смесей является немоноотонная последовательность пиков давления на кривой зависимости давления от времени, где амплитуда второго пика превышает амплитуду первого. Это объясняется тепловыми потерями из нагретого газового пузыря, которые интенсифици-