



**XI Всероссийский съезд
по фундаментальным
проблемам теоретической
и прикладной механики**

**АННОТАЦИИ
докладов**

**Казань
20 - 24 августа 2015 г.**

Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике
Российская академия наук
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство научных организаций
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева
Академия наук Республики Татарстан

**ХІ ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД
ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ**

АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ
(Казань, 20 – 24 августа 2015 г.)

Казань
2015

УДК 531.8:621.01(063)
ББК 22.2я431
О-42

Ответственные редакторы:

Д.А. Губайдуллин, А.М. Елизаров, Е.К. Липачёв

Составители: *Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров*

О42 **XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Аннотации докладов.** (Казань, 20 – 24 августа 2015 г.). – Казань: Издательство Академии наук РТ, 2015. – 319 с.

ISBN 978-5-9690-0257-9

Сборник содержит аннотации докладов XI Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Полные тексты докладов опубликованы в электронном виде на диске и сайте съезда.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-01-20573.

УДК 531.8:621.01(063)
ББК 22.2я431

ISBN 978-5-9690-0257-9

© Академия наук
Республики Татарстан, 2015
© Казанский (Приволжский)
федеральный университет, 2015



ПРИВЕТСТВИЕ

временно исполняющего обязанности
Президента Республики Татарстан

Р.Н. Минниханова

участникам XI Всероссийского съезда
по фундаментальным проблемам
теоретической и прикладной механики

Дорогие друзья!

Сердечно приветствую на гостеприимной земле Татарстана гостей и участников XI Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики.

Достижения учёных всегда определяли развитие общества. Экономические преобразования, создание наукоемких технологий, инновации невозможны без вашего кропотливого труда. Исследования в области механики направлены на решение многих актуальных, жизненно важных проблем современного общества и имеют принципиальное значение для успешного развития современного машиностроения, энергетики, нефтехимии, строительства, транспорта, авиакосмической отрасли, оборонного комплекса.

Столица Республики Татарстан издавна является одним из центров развития механики в России. В разное время здесь работали член-корреспондент Петербургской академии наук А.Ф. Попов, профессор И.С. Громека, династии Котельниковых и Лаврентьевых, члены-корреспонденты Академии наук СССР Н.Г. Чеботарев и Н.Г. Четаев. В настоящее время их славные традиции продолжают сотрудники ведущих вузов Татарстана, а также Института механики и машиностроения Казанского научного центра Российской академии наук.

Сегодня Казань, избранная местом проведения XI съезда, является одним из крупнейших промышленных, образовательных, научных и культурных центров России. Татарстанские ученые активно взаимодействуют с ведущими отечественными и зарубежными специалистами, вносят достойный вклад в инновационное развитие республики. На базе образовательных и научных организаций столицы Татарстана постоянно проводятся крупные международные и всероссийские форумы.

Убежден, что столь представительный форум позволит обсудить результаты проведенных исследований и определить приоритеты дальнейшего развития всех взаимосвязанных направлений механики. Надеюсь, что съезд станет эффективной площадкой для налаживания взаимовыгодного сотрудничества специалистов в области фундаментальной науки и прикладных разработок.

Желаю всем участникам и гостям успешной работы, новых научных открытий, крепкого здоровья, счастья и благополучия.

**Временно исполняющий обязанности
Президента Республики Татарстан
Р.Н. Минниханов**



ПРИВЕТСТВИЕ

президента Российской академии наук
академика РАН

В.Е. Фортова

участникам XI Всероссийского съезда
по фундаментальным проблемам
теоретической и прикладной механики

Дорогие коллеги!

В 2015 году исполняется 55 лет с момента проведения I Всесоюзного съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики.

Механика, как фундаментальная наука, является основой всех технических наук и многих технологий. На предстоящем XI съезде будет обсуждаться широкий круг проблем на стыке механики с другими фундаментальными и прикладными науками, демонстрирующий огромные возможности применения подходов и методов механики в исследованиях различных явлений и процессов. Развитие методов механики в последние годы и существенное расширение сферы сотрудничества механиков с представителями других наук и промышленности способствует эффективному использованию этих методов в смежных науках и прикладных исследованиях.

Ведущие институты Российской академии наук всегда отличались высоким уровнем результатов в различных областях механики. На нас возлагаются большие надежды. И, прежде всего, в связи с формированием технологической основы роста и модернизации российской экономики, укреплением инновационных отраслей – конкурентоспособных как на внутреннем, так и внешнем рынках, что особенно важно в наши дни.

Рассчитываю, что в ходе работы съезда будут представлены исследования высочайшего уровня и актуальные предложения. Пройдет их конструктивное обсуждение в свете современных национальных стратегических задач. Это послужит объединению усилий наших ученых и исследователей, предпринимательского сообщества и органов государственного управления для их эффективного решения.

Желаю всем участникам съезда успешной работы и высоких научных результатов!

**Президент РАН
академик РАН
В. Е. Фортов**

ПРИВЕТСТВИЕ

руководителя Федерального агентства
научных организаций

М.М. Котюкова

участникам XI Всероссийского съезда
по фундаментальным проблемам
теоретической и прикладной механики



Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

Приветствую вас в преддверии крупнейшего отечественного форума, посвященного обсуждению последних достижений в области механики. Механика – одна из важнейших фундаментальных наук, она служит основой для научно-технического прогресса и играет ключевую роль в развитии промышленности, укреплении обороноспособности страны. Традиционные встречи ученых-механиков из научных институтов, вузов и специалистов ведущих промышленных предприятий страны занимают особое место в научной жизни. Уверен, что и в этом году Съезд станет площадкой для интересных дискуссий и определит основные векторы дальнейшего развития теоретической и прикладной механики.

Рад отметить, что в рамках Съезда проводится Третья Всероссийская школа молодых ученых-механиков. Очень важно передать накопленный опыт и богатые традиции новому поколению исследователей.

Сегодня на молодых ученых возлагаются большие надежды. Государство поддерживает их исследовательские проекты и реализует меры по развитию кадрового потенциала. От деятельности молодежи во многом зависит укрепление отечественной научно-исследовательской базы, наращивание технологического потенциала страны, формирование эффективной национальной инновационной системы.

Желаю всем участникам Съезда плодотворной работы и новых успешных проектов!

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, likely 'M.M. Kotyukov'.

**Руководитель ФАНО России
М.М. Котюков**

Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике
Российская академия наук
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство научных организаций
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева

Академия наук Республики Татарстан
провели 20 – 24 августа 2015 года в г. Казани

XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам
теоретической и прикладной механики

ОРГКОМИТЕТ СЪЕЗДА

И.Г. Горячева – председатель
Д.А. Губайдуллин, В.А. Полянский – заместители председателя
А.Н. Богданов, А.М. Елизаров – учёные секретари

Члены бюро оргкомитета

В.А. Бабешко, И.Р. Гафуров, А.Х. Гильмутдинов, Ю.Ф. Гортышов, А.Г. Егоров,
Л.А. Игумнов, В.И. Карев, Н.Ф. Кашапов, Д.М. Климов, В.В. Козлов, Ю.Г. Коно-
плев, В.А. Левин, Г.А. Любимов, В.П. Матвеев, Г.К. Михайлов, Н.Ф. Морозов,
Р.И. Нигматулин, Д.К. Нургалиев, М.Х. Салахов, С.Я. Степанов, В.М. Фомин,
В.Е. Фортов, Ф.Л. Черноусько, В.А. Чугунов

Члены оргкомитета

А.А. Аганин, Л.Д. Акуленко, И.М. Ананьевский, Б.Д. Аннин, Д.В. Баландин,
Н.В. Баничук, Н.Н. Болотник, А.М. Брагов, В.Н. Бранец, Е.С. Брискин, А.А. Буре-
нин, Р.А. Васин, А.Б. Ватажин, Р.В. Гольдштейн, А.А. Губайдуллин, С.С. Деми-
дов, В.Ф. Журавлёв, Д.А. Индейцев, В.В. Калинин, Г.И. Канель, А.В. Карапетян,
Ю.С. Качанов, В.Л. Ковалев, А.Н. Крайко, А.М. Кривцов, А.Г. Куликовский,
И.И. Липатов, А.М. Локощенко, Е.В. Ломакин, А.И. Маликов, А.В. Манжиров,
А.П. Маркеев, В.В. Марков, О.Э. Мельник, А.А. Мовчан, Н.В. Нейланд, Н.В. Ни-
китин, Ю.И. Няшин, М.Ю. Овчинников, А.Н. Осипцов, В.Н. Паймушин,
И.Л. Панкратьева, А.Г. Петров, Ю.В. Петров, С.Г. Псахье, В.В. Пухначев,
В.А. Самсонов, И.А. Солдатенков, Д.В. Тарлаковский, В.Л. Федяев, А.К. Цатурян,
Е.И. Шифрин, В.Н. Шлянников, Н.М. Якупов

GENERALIZED ANISOTROPIC NAVIER-STOKES EQUATIONS

Antontsev S.N.¹, Oliveira H.B.²

University of Lisbon¹

University of Algarve, Portugal²

antontsevsn@mail.ru

In this talk, we consider the evolution problem for the Navier–Stokes equations of non-Newtonian type and with an anisotropic diffusion. It means that the stress tensor is a nonlinear anisotropic tensor function of the strain rate tensor. This set of equations is potentially useful to model fluids that behave as dilatant fluids in several directions and as pseudoplastic in another distinct ones. The existence of weak solutions is proved for the standard initial and boundary value problem. Also the properties of the solutions such as the extinction in a finite time, the exponential time decay and the power time decay are proved. With this respect, we consider the important case of a forces field with different behavior in distinct directions.

ОСЕВЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФАСОННЫХ ПРУЖИН В НЕУПРУГОЙ ОБЛАСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МАТЕРИАЛА С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Абдрахманов С.А., Абдыжапар А., Доталиева Ж.Ж., Кожошов Т.Т.

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек,

Кыргызстан

abdrahmanov7@rambler.ru

Рассматривается проблемный вопрос определения осевых перемещений любых фасонных пружин в неупругой области её деформирования. В частности, получены формулы для определения осевых перемещений конических пружин с постоянным шагом. При этом, основываясь на известном экспериментальном факте о том, что предел фазовой текучести намного меньше дислокационного, принято, что неупругие деформации обусловлены только фазовыми превращениями.

УСТОЙЧИВОСТЬ И ТУРБУЛЕНТНОСТЬ ЖИДКОСТЕЙ И МНОГОФАЗНЫХ СРЕД С ОБЪЕМНЫМИ СИЛАМИ И ПЕРЕМЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Абдрахманов С.А., Абдыжапар А., Доталиева Ж.Ж., Кожошов Т.Т.

Сон Э.Е., Долуденко А.Н., Дыренков А.В., Зубков П.Т., Куликов Ю.М.,

О Кьянг, Сон К.Э., Фортова С.В.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

son.eduard@gmail.com

Приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований трех новых типов нелинейных и турбулентных течений однофазной и многофазной жидкости: термовязкой жидкости, где впервые получена «слоистая» структура ламинарного и турбулентного течения жидкости в канале; решена задача о релей-тейлоровской неустойчивости вязкопластической жидкости, впервые получена картина «пятнистой» турбулентности; впервые рассмотрена задача о сверхзвуковом движении двухфазной среды при большом газосодержании и образовании ударных волн. Для течений двухфазных сред создана установка для создания сверхзвуковых потоков в газожидкостных средах. Шлирен-фотографией и высокоскоростной камерой измерялись отход ударной волны и отрыв потока при обтекании цилиндра. Получены результаты по отходу ударной волны при взаимодействии сверхзвукового потока газожидкостной среды при различных числах Маха, Рейнольдса и объемных газосодержаниях

О МЕТОДЕ РАСЧЁТА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ АКУСТИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА, ЗАИМСТВОВАННОМ ИЗ МЕХАНИКИ ТВЁРДОГО ТЕЛА

Абдрашитов А.А.¹, Бородин В.М.², Марфин Е.А.¹

Казанский научный центр РАН, г. Казань¹ Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ) им. А.Н. Туполева²

abdary@mail.ru

Представлен вывод частотного уравнения акустической колебательной системы на примере аналогов – механических колебательных систем. Представлена эволюция расчёта: от простейшей механической колебательной системы – груза на пружине, до аналога исследуемой акустической системы – последовательно соединённых трёх грузов на двух пружинах. Необходимость получения уравнения колебаний в аналитическом виде объясняется удобством анализа влияния геометрии колебательной системы на частоту её собственных колебаний. Для вывода уравнений колебаний масса жидкости в отверстии представлялась в виде тела массой m , а объём камеры – в виде упругого элемента – пружины с жёсткостью k .

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Абдукаримов А., Сайдокулов И.Х., Уринов А.П.

*Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения
при Ташкентском государственном техническом университете, г. Ташкент,
Узбекистан*

aabdusalam54@gmail.com

Излагается составленная классификация валковых модулей, учитывающих схемы установки рабочих валков на станине. Показаны основные виды двухвалковых моделей и приведены описания их схем. Приведены схемы некоторых существующих и вновь разработанных зубчато-рычажных дифференциальных передаточных механизмов для валковых машин с переменным межосевым расстоянием рабочих валов. Рассказано о разработанных методах и выполненных исследованиях по анализу и синтезу существующих и вновь разработанных зубчато-рычажных дифференциальных передаточных механизмов. Сформулированы выводы, полученные в результате исследований. Работа поддержана грантами Ф2-ФА-Ф048, А-3-61, КА-3-017-КА-5-002.

ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМЕ «ПЛАСТ – МНОГОСТВОЛЬНАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СКВАЖИНА»

Абдуллин А.И.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

abdullin@imm.knc.ru

Представлена трехмерная математическая модель теплопереноса в системе «пласт – многоствольная горизонтальная скважина», в которой учитывается эффект Джоуля–Томсона, адиабатическое охлаждение, движение жидкости в стволах скважины. Исследовано влияние фильтрационных и теплофизических параметров пласта на термогидродинамические процессы в стволе многоствольной горизонтальной скважины после её пуска. На основе предложенной математической модели разработан метод оценки теплофизических и фильтрационных параметров пласта и продуктивности боковых стволов скважины по кривым изменения температуры, зарегистрированным в разных точках основного ствола многоствольной скважины.

АНАЛИЗ СПИРАЛЬНЫХ СТРУКТУР В ЗАКРУЧЕННОМ ПЛАМЕНИ

Абдуракипов С.С., Дулин В.М., Маркович Д.М.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

s.s.abdurakipov@gmail.com

С использованием оптического метода Particle Image Velocimetry для измерения полей мгновенной скорости, линейного локального анализа устойчивости спектральным методом коллокаций Чебышева и статистических подходов к анализу данных эксперимента Proper Orthogonal Decomposition и Dynamic Mode Decomposition проведено экспериментальное и численное исследование динамики, пространственной формы и интенсивности когерентных структур в закрученном пропаново-воздушном пламени.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ УПРУГОГО ТВЁРДОГО ТЕЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТАТИКИ

Абдюшев А.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН, г. Казань

aidaraa@mail.ru

Применение потенциалов взаимодействия двух молекул к задачам статики твердых упругих тел в полном объёме приводит к неоправданным затратам ресурсов и времени. Рассматривая процесс нагружения упругого микротела, представленного совокупностью молекул, как шаговый, предлагается на каждом шаге заменить его стержневой моделью с нелинейной упругостью. Таким образом, возможно применение аппарата метода конечных элементов. Динамика молекулярного взаимодействия может быть подключена после каждого шага на конечное время с целью уточнения взаимного стационарного положения молекул.

РАСЧЕТ ОБТЕКАНИЯ КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ С УСТРОЙСТВОМ ВЫДУВА РЕАКТИВНОЙ СТРУИ ПРИ НАЛИЧИИ В ПОТОКЕ ЗАКРЫЛКА

Абзалилов Д.Ф., Марданов Р.Ф.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

damir.abzalilov@kpfu.ru

Рассматривается задача расчета обтекания потоком идеальной несжимаемой жидкости заданного крылового профиля с выдувом реактивной струи из канала при наличии в потоке закрылка, моделируемого точечным вихрем с заданной циркуляцией. Исследовано влияние координат вихря на аэродинамические характеристики крылового профиля, найдено его оптимальное положение, позволяющее достичь максимального значения коэффициента подъемной силы.

ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ ТОЧНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ЗАДАЧ ГАМИЛЬТОНОВОЙ МЕХАНИКИ С ТРЕМЯ ГЕНЕРИРУЮЩИМИ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Абрамов Д.Л.

Вычислительный центр РАН им. А.А. Дородницына, г. Москва

abrarov@yandex.ru

В рамках обнаруживаемой единой модели аналитических гамильтоновых систем с тремя генерирующими степенями свободы приведены точные формулы общих решений классических уравнений Эйлера–Пуассона, а также классических ньютоновых задач

2-х и 3-х тел. Данная модель отражает каноническую единую аналитическую структуру общих решений данных задач. Общие решения уравнений Эйлера–Пуассона и задачи 2-х тел представляются экспонентами дзета-функций эллиптических кривых с рациональными коэффициентами – «полустабильных» и с «комплексным умножением» соответственно. Общее решение задачи 3-х тел представляется экспонентами L-функций эллиптических кривых с рациональными коэффициентами. В соответствии с единой моделью ньютонова задача 3-х тел является универсальной гамильтоновой системой с тремя генерирующими степенями свободы. Приведены математический, динамический и механический смыслы указанных формул.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ИСЗ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ БОРТОВЫХ ДАТЧИКОВ

Абрашкин В.И.¹, Воронов К.Е.², Пияков И.В.², Пузин Ю.Я.¹, Сазонов В.В.³,
Филиппов А.С.¹

*ЦСКБ¹, г. Самара Самарский государственный аэрокосмический
(национальный исследовательский) университет им. С.П. Королева²
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН³, г. Москва*
sazonov@keldysh.ru

Описаны две интегральные статистические методики определения вращательного движения ИСЗ по данным бортовых измерений. Первая методика основана на кинематических уравнениях вращательного движения твердого тела, обрабатывает измерения векторов угловой скорости и напряженности магнитного поля Земли (МПЗ), обеспечивает реконструкцию управляемых и свободных движений. С ее помощью реконструировано управляемое движение спутников «Бион М-1» и «Фотон М-4». Вторая методика использует полные уравнения движения твердого тела, обрабатывает измерения вектора напряженности МПЗ и предназначена для реконструкции свободного движения. Применялась для реконструкции свободного движения двух спутников «Аист».

ДИНАМИКА БРИЗЕРА НА ГЛУБОКОЙ ВОДЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЕТРА

Абрашкин А.А., Ошмарина О.Е.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва
oshmarina@hse.ru

Предложена вихревая модель обрушения бризера на глубокой воде. Влияние ветра моделируется неоднородностью давления на свободной поверхности. Движение жидкости описывается точным решением двумерных уравнений гидродинамики для невязкой жидкости в лагранжевых переменных. Частицы жидкости движутся по окружностям разного радиуса. Исследовано образование точки перегиба на профиле бризера. Обсуждается механизм обрушения волны и роль завихренности течения.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ

Абросимов Н.А., Елесин А.В., Новосельцева Н.А.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского*
abrosimov@mech.unn.ru

Построена энергетически согласованная разрешающая система уравнений нелинейного деформирования неоднородных композитных оболочек вращения, ориентированная на численный анализ влияния структуры армирования на характер динамической реакции и процесс послойного их разрушения при неосесимметричном взрывном нагружении. Показана возможность использования разработанного метода компьютерного моделирования процессов разрушения слоистых элементов конструкций для обоснованного выбора деформационных и прочностных характеристик композитных материалов при проектировании и оценке предельной несущей способности силовых элементов оболочечных конструкций, обеспечивающих локализацию продуктов взрыва.

РЕШЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ КОНТАКТНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД В ЭЙЛЕРОВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДА С.К. ГОДУНОВА

Абузаров К.М., Абузаров М.Х.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского*
abouziar@mech.unn.ru

Предлагается численный метод моделирования трехмерных быстропротекающих процессов взаимодействия газожидкостных сред с упругопластическими в Эйлеровых переменных с большими перемещениями контактных границ, не требующий сложных пространственных сеточных генераторов. Для задания начальной геометрии и учета формоизменения расчетных областей в процессе взаимодействия достаточно задания поверхностей сред набором треугольников, созданных САД системами. Метод основан на модифицированной схеме С.К. Годунова повышенной точности, единой для решения уравнений гидрогазодинамики и упругопластических течений. Используется базисная декартова неподвижная сетка и локальные подвижные сетки, связанные с каждым треугольником поверхности, с интерполяцией параметров из базисной сетки в локальные и обратно. На границе жидкость-упругопластическое тело используется точное решение задачи распада разрыва.

КРАН БЕЗ ПРОТИВОВЕСА

Авагян С.Г.

Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал, г. Гюмри

slavikavagyan@yahoo.com

Предлагается модель, при помощи которой можно освободиться от противовеса автокрана. Модель основана на применении силы атмосферного давления – одного из мощных явлений природы. Для этого опорные плиты выносных опор автокрана заменяются простым устройством, которое запатентовано. Также сделаны соответствующие расчеты.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА ПОСЛЕ ОТДЕЛЕНИЯ ОТ ОРБИТАЛЬНОЙ СТУПЕНИ, СОВЕРШАЮЩЕЙ НЕОРИЕНТИРОВАННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Аваряскин Д.П.

Самарский государственный аэрокосмический (национальный исследовательский)

университет им. С.П. Королева

avaryaskind@gmail.com

Рассматривается движение наноспутника (НС) относительно орбитальной ступени (ОС), от которой он отделился при попутном запуске. Актуальность поставленной задачи заключается в том, что наноспутник отделяется в случайном направлении, которое обусловлено неконтролируемым полётом ОС вокруг центра масс. По известным законам распределения параметров углового движения ОС после отделения основной полезной нагрузки выведены аналитические выражения для законов распределения начальных проекций скорости отделения НС в орбитальной системе координат. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания (№9.1421.2014/К)

ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ INTEL ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Авдеев А.В., Сивков Д.А.

IntelCorporation, Software&ServicesGroup

Рассказано о современных тенденциях разработки высокопроизводительных приложений, дается обзор новейших программных инструментов Intel® ParallelStudioXE 2015 <https://software.intel.com/en-us/intel-parallel-studio-xe>, которые включают оптимизированные компиляторы, математические библиотеки и средства оптимизации и распараллеливания программ. Эти инструменты позволяют разработчикам оптимизировать скорость работы приложений в системах на базе процессоров текущего и будущих поколений, включая новейшие сопроцессоры Intel® XeonPhi™. В зависимости от решаемых задач, разработчики могут использовать один из трех вариантов программного пакета (Composer, Professional и ClusterEdition), получая возможность с наименьшими усилиями повышать производительность приложений, запускаемых на серверах, вычислительных кластерах, рабочих станциях и настольных ПК. В докладе приводятся примеры эффективного использования программных инструментов Intel для эффективных параллельных вычислений при решении научно-исследовательских задач. Корпорация Intel предоставляет возможность бесплатного тестирования программных инструментов на Ознакомительном центре <https://software.intel.com/en-us/articles/try-buy-tools>, реализует программу обучающих вебинаров для разработчиков <https://software.intel.com/en-us/articles/intel-software-tools-technical-webinar-series> поддерживает использование программных инструментов в исследовательских и учебных проектах в рамках Академической программы <https://software.intel.com/en-us/academic>.

МЕХАНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РОБОТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Аверьянов Е.В.

Московский государственный технологический университет «Станкин»

aver@yandex.ru

Необходимость выполнения технологических операций на объектах, характеризующихся большой протяженностью, вертикальным или наклонным расположением поверхностей, различными другими экстремальными условиями эксплуатации, выдвигает дополнительные требования к структуре технологических роботов, основными из которых можно считать повышенную надежность, высокую маневренность, гибкость сочетания системы движения робота с окружающей средой, модульность конструкции, минимальное участие человека-оператора. Анализируется структура технологического робота вертикального перемещения, предназначенного для выполнения задач в экстремальных условиях в соответствии с поставленными требованиями. Рассматривается разработанная механическая транспортная система с вакуумными устройствами контакта с поверхностями, по которым осуществляется движение, удовлетворяющее поставленным требованиям. Сформулированы требования к проектированию и оптимизации конструкции робота. Предложен алгоритм управления движением робота в полуавтоматическом режиме при преодолении препятствий.

ДИНАМИКА ПАРА В КАВИТАЦИОННЫХ ПУЗЫРЬКАХ В ВОДЕ И АЦЕТОНЕ ПРИ ИХ СИЛЬНОМ СЖАТИИ

Аганин А.А.¹, Ильгамов М.А.²

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН¹, г. Казань

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН², г. Уфа

aganin54@mail.ru

Рассматривается сжатие пара в кавитационных пузырьках в воде и ацетоне при их коллапсе. Давление жидкости 15 бар, температура 20С. Изначально пар в пузырьке в состоянии насыщения, радиус пузырька 0.5 мм. Показано, что при коллапсе пузырька

в ацетоне ударные волны в пузырьке возникают, а при коллапсе пузырька в воде – нет. При этом максимальный рост амплитуды несферичности у пузырька в ацетоне в виде отдельных сферических гармоник в ~25 раз меньше, чем у пузырька в воде. Сходящаяся ударная волна в изначально сфероидальном пузырьке (с несферичностью 0.33%) в ацетоне деформируется так, что полость перед ее фронтом начинает смыкаться в центре пузырька при максимальных линейных размерах ~3.5 мкм.

ПРОБЛЕМЫ ЗАКЛИНИВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЕЙ SEMS

Агапов В.А., Городецкий А.Е., Тарасова И.Л., Курбанов В.Г.
Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург
agapov1989@mail.ru

Рассматриваются методы борьбы с заклиниванием актуаторов в универсальных модулях (UM SEMS), содержащих шесть ног-актуаторов, расположенных на разнесенных шарнирных соединениях, и по три актуатора, расположенных в управляемых стержнях платформ. Из-за сложных алгоритмов управления и нетривиальной кинематики механизмов могут возникать состояния, когда один или несколько актуаторов попадают в зону заклинивания. В результате проведенных теоретических исследований кинематики подобных модулей было найдено три возможных подхода к решению проблемы заклинивания. Первый вариант – это создание САУ с блоком производений, логическим блоком и датчиками усилия. Второй вариант – это использование вместо датчиков усилий данных с датчиков перемещения. Третий вариант – это САУ с блоком вычисления оптимальных траекторий.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ВДОЛЬ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Агеев А.И.
НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
aaiageev@mail.ru

В стоковом приближении решен ряд задач о течениях вблизи супергидрофобных поверхностей. Методом граничных интегральных уравнений исследовано стационарное сдвиговое течение над каверной, занятой газовым пузырем, являющейся элементом микроструктуры супергидрофобной поверхности. Проведено параметрическое исследование величины эффективного скольжения как функции формы межфазной границы и ее положения. Изучены автомодельные режимы растекания тонких слоев жидкости вдоль неоднородных супергидрофобных поверхностей при наличии условия эффективного проскальзывания.

ГИДРОУПРУГИЕ КОЛЕБАНИЯ ПЛАСТИНЫ И ПРОДОЛЬНЫЕ ВОЛНЫ ДЕФОРМАЦИИ В ОБОЛОЧКЕ С УЧЕТОМ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ И УПРУГОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ИХ ОСНОВАНИЙ

Агеев Р.В.¹, Блинков Ю.А.², Могилевич Л.И.¹, Попов В.С.³
*Московский государственный университет путей сообщения. Поволжский филиал¹,
г. Саратов Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского²
Саратовский государственный технический университет им. Ю.А Гагарина³*
vic_p@bk.ru

Рассматриваются две задачи: 1) математическое моделирование гидроупругих колебаний пластины, лежащей на упругом основании Винклера и взаимодействующей с вязкой жидкостью, в плоской постановке; 2) математическое моделирование распространения нелинейных продольных волн деформации в бесконечно длинной геометрически и физически нелинейной цилиндрической оболочке с конструкционным демпфированием, окруженной упругой средой Власова-Леонтьева, в осесимметричной постановке. Для решения данных задач используется метод асимптотических разложений. Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ проект 13-01-00049-а, при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-1696.2014.8 и грата РФФИ № 15-01-01604а

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ И ТРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ДО 60 МПА

Адамов А.А.
Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь
adamov@icmm.ru

Исследовано механическое поведение 5 антифрикционных материалов для анализа их работоспособности в подшипниках опорных частей с шаровым сегментом. При комнатной температуре определена твердость по Бринеллю, выполнены испытания с различными скоростями при свободном многоступенчатом сжатии без трения по торцам образцов, с периодами релаксации и отдыха в диапазоне деформаций до 10 %, аналогичные испытаниям в условиях стесненного сжатия при давлениях до 160 МПа. Проведены испытания на трение по схеме «Плоскость по плоскости (возвратно-поступательное или линейное движение)» в диапазоне давлений до 60 МПа и определены коэффициенты трения покоя и движения.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Адамов Б.И.
Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва
adamoff.b@yandex.ru

Приведены новые алгоритмы идентификации параметров, использующие прогнозируемый выход линейной параметрической модели с числом оцениваемых параметров не меньше числа измеряемых величин. Предполагается, что вектор параметров и их

оценки удовлетворяют системе дополнительных соотношений – уравнениям связей. Методика вывода уравнений движения механических систем с неголономными связями используется для решения задач идентификации параметров. Алгоритм идентификации базируется на расчёте «псевдоскоростей». Объем вычислений при реализации псевдоскоростного алгоритма ниже, чем для известных алгоритмов идентификации. Как пример рассмотрена задача идентификации параметров двухзвенного маятника Капицы.

ГЕОМЕТРОКИНЕМАТИКА – НОВЫЙ РАЗДЕЛ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ

Адамян В.Г.

г. Гюмри, Армения

vgadamyam@mail.ru

Предлагаются геометрический метод и математический аппарат, которые позволили включить линии и переменные отрезки в число объектов исследования. Построена геометрическая модель котангенциального перехода космического аппарата между произвольно ориентированными компланарными орбитами. Получена точная оптимальная переходная орбита между компланарными орбитами по расходу топлива в общем виде, независимо от видов, размеров и расположения задних орбит, что является неоспоримым доказательством превосходства геометрических методов. Главным достоинством геометрического подхода является то, что при выборе орбиты оптимального перехода исключается необходимость рассмотрения большого количества переходных орбит с целью их сравнения по расходу топлива.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКОГО И ЧИСЛЕННОГО ПОДХОДОВ

Адищев В.В., Кучеренко И.В., Грачева М.С.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

kucher@ngs.ru

Предлагается моделировать напряженно-деформированное состояние структурно-неоднородных материалов с использованием аналитического и численного подходов. Использование аналитического подхода позволяет рассматривать материалы с регулярной структурой как квазигомогенные анизотропные и определять их осредненные физические характеристики. Использование ПК ANSYS позволяет получать качественную картину распределения напряжений и деформаций и выявлять локальные зоны начала разрушения в зависимости от соотношения жесткостей отдельных компонент материала, их удельного объемного содержания и уровня поврежденности адгезионных связей между ними. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-08-00633.

ОБ ОЧИСТКЕ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

Азаматов А.Ш.¹, Азаматов М.А.², Нуриев М.Ф.², Талипов И.Ф.³

Академия наук Республики Башкортостан¹, г. Уфа

Салым Петролиум девелопмент Н.В.², г. Москва

neftigaz@anrb.ru

В процессе эксплуатации скважины в призабойной зоне происходит комплексное многостороннее взаимодействие продуктов, поступающих из окружающего порового пространства пласта, с продуктами техногенного воздействия. Жидкость, поступающая в скважину, подвергается также воздействию изменяющихся условий. Все это в совокупности приводит к колюматации призабойных зон и эксплуатационных и нагнетательных скважин, т. е. к технологическим изменениям процессов добычи и поддержания пластового давления. Авторами предложен и разработан способ очистки призабойной зоны скважин волновым методом, точнее, импульсным дренированием, который может быть использован для освоения и увеличения дебита нагнетательных и эксплуатационных скважин путем улучшения фильтрационных характеристик призабойной зоны пласта.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКРЕПЛЕННОСТИ И НАГРУЖЕННОСТИ БАЛОК С ГРУЗОМ НА КОНЦЕ

Аитбаева А.А.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

phunakoshi@mail.ru

Рассматриваются задачи идентификации параметров упругого закрепления и нагруженности одного из концов балки Эйлера–Бернулли по собственным частотам ее изгибных колебаний. Для решения задач предложен метод дополнительных неизвестных величин, получены формулы идентификации неизвестных параметров и приведены соответствующие примеры.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ О ВНЕДРЕНИИ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ШТАМПА В НЕОДНОРОДНУЮ ПОЛОСУ, ЛЕЖАЩУЮ НА ОДНОРОДНОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ

Айзикович С.М.¹, Волков С.С.¹, Васильев А.С.¹, Литвиненко А.Н.²

Донской государственный технический университет¹, г. Ростов-на-Дону

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

saizikovich@gmail.com, fenix_rsu@mail.ru

Развивается двусторонне асимптотический метод решения плоских и осесимметричных контактных задач теории упругости. С применением данного метода получено полуаналитическое решение контактной задачи о вдавливании параболического штампа в мягкую (жесткую) функционально градиентную полосу, лежащую на однородной упругой полуплоскости. Здесь под мягкостью

(жесткостью) полосы понимается существенное отличие упругих модулей полосы и полуплоскости в зоне их сопряжения. Полученное решение является эффективным в широком диапазоне геометрического параметра задачи. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 13-08-01435-а, 13-07-00954-а, 14-07-00705-а, 13-07-00952-а, 15-07-05820-а.

КЛАССЫ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Аксенов А.В., Козырев А.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

aksenov@mech.math.msu.su

Рассмотрено уравнение, описывающее нестационарное движение вязкой несжимаемой жидкости в ламинарном пограничном слое на поверхности осесимметричного тела вращения. Предложен метод построения одномерных и двумерных редукций этого уравнения. Получены классы точных решений, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями (одномерные редукции). Построены двумерные редукции этого уравнения. Проведена групповая классификация. Для уравнения нестационарного плоского пограничного слоя найдена наиболее широкая группа преобразований. Показано, что для нестационарных уравнений не существует аналога преобразования Степанова–Манглера. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-00361.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ МАСС И КОЭФФИЦИЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ ПРУЖИН МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ N-СТРУН, ПО СОБСТВЕННЫМ ЧАСТОТАМ ЕЕ КОЛЕБАНИЙ

Аксенова З.Ф., Ахтямов А.М.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

aksenovazf@yandex.ru

Рассмотрен граф G в виде звезды из n ребер-струн с одним общим концом в нуле. Длина i -й струны равна l_i . Тупиковые концы струн упруго закреплены, причем каждая из струн может быть закреплена пружинками неодинаковой жесткости h_i , в местах закрепления подвешены-сосредоточены массы m_i . Требуется определить сосредоточенные массы m_i и коэффициенты жесткости пружин h_i струнного графа по собственным частотам колебаний графа. В этой работе предложен метод целых функций, на основе которого сформулированы теоремы о количестве решений поставленной задачи. Полученные результаты позволяют получать механические системы с заданным спектром колебаний, проектировать виброзащитные системы, сохраняющие приборы от ударного воздействия, а также проводить диагностику таких систем.

КОЛЕБАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ПУЗЫРЬКА С УЧЕТОМ ДВИЖЕНИЯ ЛИНИИ КОНТАКТА

Алабужев А.А.¹, Кайсина М.И.²

Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь

Пермский государственный национальный исследовательский университет²

alabuzhev@icmm.ru

Рассматриваются собственные и вынужденные колебания цилиндрического газового пузырька, окруженного несжимаемой жидкостью со свободной внешней деформируемой поверхностью. Пузырек ограничен в осевом направлении двумя параллельными твердыми плоскостями. На систему действует внешнее однородное пульсационное поле давления. Динамика контактных линий учитывается с помощью эффективного граничного условия: скорость движения контактной линии предполагалась пропорциональной отклонению краевого угла от равновесного значения. Изучена осесимметричная мода собственных колебаний, исследована зависимость частот и декрементов затухания от параметров задачи. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-96017-р-урал-а.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМОВ МОЛЕКУЛЫ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ РЕЗОНАНСЕ ФЕРМИ

Алдошин Г.Т., Яковлев С.П.

Балтийский государственный технический университет «Военмех»

им. Д.Ф. Устинова, г. С.-Петербург

yakovlev_sp@mail.ru

Представлен следующий этап реализации предлагаемого авторами классического подхода к описанию резонанса Ферми и других особенностей колебательного спектра углекислого газа и веществ подобного химического строения: в модель введен потенциал взаимодействия между всеми тремя парами атомов молекулы CO₂ в форме функции Морзе. Результаты анализа, помимо хорошего согласия с опытом и ранее проведенными расчетами, позволяют дать механическую интерпретацию большому числу выводов Э. Ферми.

СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И АЛГОРИТМ ПОКРЫТИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ГРУППЫ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В СТЕСНЕННОЙ СРЕДЕ

Александров В.А.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

vladimir@alexandrov.email

Приведен алгоритм выделения операционных подпространств для группы мобильных роботов, функционирующих в общей стесненной рабочей среде, учитывающий реальные размеры аппаратов. Разработан алгоритм покрытия территории. Доказано, что построенный алгоритм разбиения территории, минимизирует энергозатраты на последующее её покрытие и обеспечивает в конце разбиения нахождение мобильных роботов в центроиде ассоциированных с ними участков. Описана разработанная измерительная система, совмещённая с системой обмена информацией между мобильными роботами, объединёнными в группу, позволяющая организовать информационный поток, дополненный данными о взаимном расположении роботов, связывающихся между собой.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ И КОРРЕКЦИЯ ИХ АКТИВНОСТИ

Александров В.В., Александрова Т.Б., Сидоренко Г.Ю., Тихонова К.В., Шуленина Н.Э.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

vladimiralexandrov366@hotmail.com

Представлены исследования математической модели вестибулярной части бионавигационной системы человека. Рассмотрены два варианта коррекции вестибулярной информации при имитации пилотируемого полета на аэрокосмических тренажерах. В первом происходит формирование входных воздействий на инерциальные механорецепторы вестибулярного аппарата с помощью имитирующих движений стенда. Во втором варианте выходные сигналы с первичных нейронов корректируются с помощью гальванической стимуляции вестибулярного аппарата.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА НА ДВИЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА МАСС

Алексеев А.В., Ахмадуллин И.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет

Fatalityxl@yandex.ru

Для проведения высокоточных работ и проведения экспериментов на борту космического аппарата необходимо обеспечивать определенные условия: заданное движение центра масс, угловое движение, минимальный вибрационный режим и ряд других. Следовательно, необходимо учитывать любые возмущения, возникающие при движении космического аппарата. Одним из таких возмущений является влияние жидкого топлива, расположенного на борту. А именно, из-за наличия свободной поверхности и расхода топлива происходит постоянное изменение инерционно-массовых характеристик, кроме того, циркуляционные движения жидкого топлива могут вызвать гироскопические явления. В работе осуществляется математическое моделирование движения тяжёлого твердого тела со сферической полостью, целиком заполненной вязкой жидкостью, относительно неподвижной точки. Для наглядности влияния жидкости, находящейся в полости твердого тела, представлены графики зависимостей параметров движения от времени, полученные для твердого тела с жидкостью и без нее. Для случая движения тяжёлого твердого тела относительно неподвижной точки, когда центр масс совпадает с началом отсчета связанной системы координат и тело является динамически симметричным, получены аналитические зависимости методами Пуанкаре и Ван-дер-Поля. Зависимости проекций угловой скорости и единичного вектора вертикали на оси были представлены в работе и сравниваются с численным решением. На основании полученных результатов делаются общие выводы о влиянии жидкого топлива на движение космического аппарата относительно центра масс. При этом получены аналитические зависимости параметров движения от времени.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРОВОЛНОВЫХ И ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ПРИ ИСТЕЧЕНИИ ВСПИКАЮЩЕЙ ВОДЯНОЙ СТРУИ

Алексеев М.В., Лежнин С.И., Прибатурин Н.А., Сорокин А.Л.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

alekseev@itp.nsc.ru

Исследован процесс генерации ударных волн и вихревых структур при нестационарном истечении струи вскипающей жидкости. Численное моделирование процесса кипения и истечения жидкости основано на термодинамически неравновесной гомогенной релаксационной модели. Результаты расчета выполнены с помощью адаптивного комплекса программ LCPFCT. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-29-00093).

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ УПРУГИХ СРЕД ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК

Алексеева Л.А., Кайшибаева Г.К.

Институт математики и математического моделирования КН МОН РК,

г. Алма-Ата, Казахстан

alexeeva47@mail.ru

На основе методов обобщенных функций и граничных интегральных уравнений решена краевая задача динамики изотропной упругой среды, ограниченной цилиндрической поверхностью, по которой с постоянной скоростью, направленной вдоль оси цилиндра, движется транспортная нагрузка. Здесь рассмотрен дозвуковой случай, характерный для реальных транспортных задач, когда скорость движущейся нагрузки меньше скорости распространения сдвиговых упругих волн в среде. Проведена компьютерная реализация решения задачи и проведены расчеты динамики упругой среды для тоннелей кругового и сводчатого профилей при разном типе действующих нагрузок и скоростей их движения.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ И ПРОЦЕССЫ РАЗВИТИЯ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОГО СЖИМАЕМОГО ГАЗА

Алексюк А.И.¹, Шкадова В.П.², Шкадов В.Я.¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

aleksandrey@mail.com

Рассмотрены процессы развития вихревого следа за телом в протяженных областях и вопросы перехода к трехмерности при обтекании коротких цилиндров, ограниченных плоскостями. Построена связь этих процессов с гидродинамической неустойчивостью и изучено влияние внешних воздействий (вращения тела) и усложненных условий (наличия второго тела или экрана). Исследовано влияние сжимаемости среды на ближний след, в частности, для режимов с наличием двух частот в следе, возникающих в результате срыва вихрей и периодического движения локальных сверхзвуковых зон. Численные решения построены на основе полных уравнений Навье–Стокса, описывающих течения вязких газов.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЫПУЧИВАНИЯ ОДНОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВЫХ ЛИСТОВ

Алехин В.В.¹, Аннин Б.Д.¹, Бабичев А.В.², Коробейников С.Н.¹

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН², г. Новосибирск

alekhin@hydro.nsc.ru

Проводится моделирование динамического выпучивания сжатого однослойного графенового листа методом молекулярной механики. Ковалентные взаимодействия атомов углерода листа учитываются с помощью модифицированного набора параметров силового поля DREIDING. Разработан метод определения форм выпучивания, критических времен и критических значений сжимающих сил. Представлены результаты моделирования. Показано, что при увеличении скорости движения атомов на торцах листа уменьшается критическое время, но критические значения перемещений атомов на торцах и сжимающих сил увеличиваются. Проведен анализ зависимости форм выпучивания от скорости движения атомов на торцах листа. Показано, что начальные формы послекритического выпучивания могут изменяться в зависимости от значений скоростей движения атомов на торцах.

ВНЕШНИЙ МЕНИСК НА ЛЕНТООБРАЗНОМ ВОЛОКНЕ

Алимов М.М.¹, Корнев К.Г.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Clemson University², Clemson, SC, USA

Mars.Alimov@ksu.ru

В рамках ранее обоснованной асимптотической постановки задачи о конфигурации внешнего мениска, образующегося в результате капиллярного подъема жидкости на тонком волокне, построено точное решение задачи для лентообразного волокна. Показано, что на острых боковых кромках волокна мениск теряет гладкость, а уровень жидкости испытывает скачок. Чем сильнее жидкость смачивает (или не смачивает) материал волокна, тем больше величина скачка.

МЕХАНИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТАМИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ДЛЯ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ СПИНАЛЬНЫХ БОЛЬНЫХ

Алисейчик А.П., Орлов И.А., Павловский В.Е., Павловский В.В., Платонов А.К.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

vpavl@mail.ru

Рассматриваются задачи теоретико-механического описания роботизированных экзоскелетов нижних конечностей, динамического моделирования таких систем, создания систем управления ими. Исследуются следующие проблемы: кинематический синтез ходьбы на основе технологии видеозахвата движения, решение прямой и обратной динамических задач для экзоскелета для нахождения управляющих моментов сил, синтез полной системы управления, верификация найденных решений с помощью физического и натурного моделирования, построение адекватной системы управления приводами для реализации заданного движения. Поставленные задачи исследуются в рамках создания биомехатронного комплекса для нейрореабилитации двигательного аппарата нижних конечностей человека. Представлены структура комплекса, составляющие элементы: тренажеры стопы и голенистопа с прессурным воздействием на стопы, полукроват-вертикализатор, экзоскелет нижних конечностей для оперирования ими в случае потери их подвижности или для активных тренировок. Комплекс предназначен для выполнения лечебных действий с больными, потерявшими подвижность нижних конечностей, или для работы с другими пациентами (спортсменами или космонавтами) на этапах реабилитации. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 11-01-12060-офи-м-2011 (2011–2012 гг.), РФФИ 13-01-12037-офи-м, РНФ № 14-39-00008.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Алокова М.Х.

Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик

kafedratpmkbsu@mail.ru

Рассматриваются свободные колебания вертикальных стоек переменного сечения. Предложена математическая модель, включающая основное дифференциальное уравнение поперечных колебаний вертикальной стойки и граничные условия. Решена проблема собственных значений и функций свободных колебаний. Показан способ приведения характеристического (частотного) уравнения к системе двух нелинейных уравнений с последующим их решением методом координатного спуска.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИМ ПРИБОРОМ, УСТАНОВЛЕННЫМ НА ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ

Аль Барри С.Х., Бородин В.М., Гаркушенко В.И.

*Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)
им. А.Н. Туполева*

wig@front.ru

Рассматривается задача синтеза закона управления оптическим прибором в кардановом подвесе, установленном на подвижном транспортном средстве. Для решения задачи синтеза законов управления используются упрощенные модели каналов управления, содержащие приведенные внешние воздействия, которые зависят от перекрестных связей, колебаний основания прибора, вызванных упругостями подвесной системы кузова, колес и неровностью дорожного покрытия. Закон управления формируется в виде обратной связи с компенсацией приведенных внешних воздействий оцениваемых с помощью фильтра. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-08-05575.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСФЕР

Альянов А.В., Зиновьев В.Н., Верещагин А.С., Фомин В.М.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

aljanov-ant@ya.ru

В рамках проекта принципиально новой мембранно-сорбционной технологии извлечения гелия из природного газа создается полупромышленная установка. Была написана программа для моделирования процессов в установке, расчёта массовых потоков и оценки времён работы. Показана принципиальная возможность получить концентрат с высоким содержанием гелия с помощью данного метода.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И НЬЮТОНОВЫХ СИЛ

Алюшин Ю.А.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва
alyushin7@gmail.com

Центробежные, как и ньютоновы силы, входящие в основной закон динамики, определяют скорость изменения кинетической энергии твердого тела на скоростях изменения соответствующих кинематических параметров. Для ньютоновых сил это скорости изменения положения центров масс относительно начала системы координат наблюдателя, для центробежных – скорости изменения расстояний между центрами масс и мгновенными центрами скоростей. Так как во втором случае не участвует система координат наблюдателя, центробежные силы следует считать более объективными и предпочтительными, например, при поиске вариантов динамического уравнивания механизмов за счет согласованного движения центров масс и МЦС звеньев.

ЭВОЛЮЦИЯ СПУТНИКА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ПРИ НАЛИЧИИ ВНУТРЕННЕЙ ДИССИПАЦИИ

Амелькин Н.И.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный
namelkin@mail.ru

Исследовано влияние внутренней диссипации на движения спутника в гравитационном поле. На модельном примере установлены три эффекта, обусловленных внутренней диссипацией: стабилизация в окрестности вращений вокруг нормали к плоскости орбиты, сонаправленной с осью наибольшего момента инерции, эволюция эллиптических орбит к круговым орбитам, захват спутников в резонансные колебательные режимы движения.

УПРАВЛЕНИЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ В ПРИСУТСТВИИ ВОЗМУЩЕНИЙ

Ананьевский И.М.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
anan@ipmnet.ru

Исследуется задача управления прецизионной поворотной платформой, устанавливаемой на орбитальном космическом аппарате и предназначенной для снижения кажущегося ускорения (микроускорения) контейнера с полезной нагрузкой, закрепленного на платформе. Микроускорения, подлежащие уменьшению, малы и могут оказаться сравнимыми с ускорениями, создаваемыми трением в подшипниках электроприводов. В работе построен закон управления в форме обратной связи, который оказывается эффективным при наличии трения, параметры которого неизвестны и непостоянны, а также в присутствии других неконтролируемых возмущений.

УПРАВЛЕНИЕ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ДВУХ МАЯТНИКОВ НА ТЕЛЕЖКЕ ЧЕРЕЗ СЕТЕВЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ

Ананьевский М.С., Фрадков А.Л., Сейфуллаев Р.Э., Никитин Д.А.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург
msaipme@yandex.ru

Рассматривается задача управления синхронизацией двух механических систем типа «маятник на тележке» через сетевые каналы

связи. Предложен новый алгоритм управления – сочетание PD-регулятора с энергетическим СГ-алгоритмом. Допустимый шаг дискретизации рассчитывается по методу Э. Фридмана. Поставлен и проведен ряд экспериментов «в железе»: маятниковые установки собраны из робототехнического конструктора Lego, программное обеспечение разработано самостоятельно (доступно на <http://cmlaboratory.com>). Представлены результаты экспериментов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СИНГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

Андреев А.В.

Объединённый институт высоких температур РАН, г. Москва

andrey.andreev@inbox.ru

На основе сопоставления полученных результатов для степенной и степенно-логарифмической особенностей сингулярного упругого решения вблизи особой точки краевой задачи установлено, что представление главной части решения в аддитивной форме этих асимптотик имеет место во всех случаях, когда эта краевая задача не разделяется на нормальную и сдвиговую подзадачи. Представлен комплекс результатов расчетов для одной двумерной задачи теории упругости о трещине, в которой реализуется суперпозиция сингулярных асимптотик, обсуждаются также другие задачи и значение полученных результатов для задач теории концентрации напряжений на разрывах, контактной механики и механики разрушения.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ДВИЖЕНИЙ ГОЛОНОМНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Андреев А.С.

Ульяновский государственный университет

AndreevAS@ulsu.ru

Исследована задача об устойчивости неустойчившегося движения голономной механической системы. Представлены методы решения задач о стабилизации программных движений управляемых механических систем с различными типами регуляторов. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-08482.

О НЕСТАЦИОНАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТЬЮ ЭЛЛИПСОИДА ВРАЩЕНИЯ

Андронов П.Р.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

andronov.peter@yandex.ru

Численно решается осесимметричная задача о продольных гармонических колебаниях эллипсоида вращения в потоке вязкой несжимаемой жидкости. Используется бессеточный метод вязких вихревых доменов. Исследуются нестационарные гидродинамические нагрузки при различном удлинении тела и при различных частотах колебаний. Получено, что для вытянутых вдоль потока эллипсоидов вращения возможен эффект отрицательного сопротивления (тяга). Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-01130, 15-01-99623.

О ФОРМИРОВАНИИ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ВНУТРИ ОБЛАСТИ СИЛЬНОГО ВЗРЫВА В НЕОДНОРОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

Андрущенко В.А.¹, Головешкин В.А.², Холин Н.Н.²

Институт автоматизации проектирования РАН¹, г. Москва

Московский государственный университет приборостроения и информатики²

andrusvictor@yandex.ru

Рассматривается задача о сильном точечном взрыве в экспоненциальной атмосфере. Полученное ранее численное решение задачи показало, что во внутреннем объеме газа, охваченного ударной волной, уже на ранней стадии эволюции процесса образуются вихревые структуры. Поскольку в момент времени, близкий к началу взрыва, решение мало отличается от решения аналогичной задачи в однородной атмосфере, проводится теоретическое исследование течения в области за фронтом ударной волны методом возмущений. Полученное аналитическое решение задачи позволяет объяснить причину возникновения тороидальных вихревых структур в сферическом слое газа, прилегающем к фронту ударной волны.

К ТЕОРИИ УРАВНЕНИЙ БОЛЬЦМАНА

Анисимова И.В., Игнатьев В.Н.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

anisimovaiv1@rambler.ru

В исследовании различных процессов механики жидкости и газа, в основном, используются макроуравнения тепломассообмена. С целью корректного определения коэффициентов переноса в них привлекаются интегрально-дифференциальные уравнения Больцмана. Интегралы, входящие в эти уравнения, являются многократными несобственными и должны обладать свойством сходимости. Так, в асимптотических формулах для коэффициентов переноса (вязкость, диффузия и т. п.), полученных на основе метода Чепмена–Энскога, содержатся так называемые Ω -интегралы. В работе доказывается равномерная ограниченность функции угла рассеяния, которая является определяющей в подынтегральном выражении Ω -интегралов. Приведённые в работе теоремы позволяют обоснованно, т. е. корректно вычислять значения коэффициентов переноса, как для однофазных, так и многофазных газовых смесей, используя эффективные квадратуры.

СВЕРХЗВУКОВЫЕ НЕДОРАСШИРЕННЫЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ МИКРОСТРУИ: СТРУКТУРА И ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПЕРЕХОД

Анискин В.М.^{1,2}, Тимофеев И.В.¹

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск,*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

aniskin@itam.nsc.ru

Рассматривается дальнобойность сверхзвуковых микроструй и влияние на нее ламинарно-турбулентного перехода в слое смешения микроструи. Использовались осесимметричные мини- и микрокросопла размером от 341 до 10,4 мкм. Исследование микроструй проводилось с помощью микротрубки Пито, прямотеневой визуализации течения и термоанемометрии. Было показано, что ламинарно-турбулентный переход в слое смешения сверхзвуковой струи оказывает определяющее влияние на величину дальнобойности. Показано, что режим большой дальнобойности сверхзвуковых микроструй реализуется при ламинарном слое смешения. На основе экспериментов составлена карта режимов течения сверхзвуковых микроструй. Работа выполнена при частичной поддержке гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования от 04.03.2014 г. № Z50.31.0019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В УПРАВЛЯЮЩЕМ КАНАЛЕ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Аннакулова Г.К., Игамбердиев К.А., Астанов Б.Ж., Саттаров Б.Б.

*Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения
при Ташкентском государственном техническом университете им. А.Р. Беруни,
г. Ташкент, Узбекистан*

Annaqulova_g@mail.ru

Рассмотрена задача о гидравлическом ударе, возникающем в канале управления гидрораспределителя. На основе метода разделения переменных Фурье получено временное изменение ударных давлений. Анализ результатов показали, что полученные изменения давлений при ударе совпадают с экспериментальными данными осциллограммы затухания колебаний давления в трубопроводе при подаче единичного импульса давления, полученными другими авторами. Время протекания гидравлического удара происходит от 0.1 до 0.5 сек., что подтверждается со значениями времени протекания в других узлах гидросистемы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА СИЛЬНО НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннакулова Г.К., Игамбердиев К.А., Саттаров Б.Б., Абдуллаева М.

*Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения
при Ташкентском государственном техническом университете им. А.Р. Беруни,
г. Ташкент, Узбекистан*

abdullaeva.54@bk.ru

Рассматривается задача качественного исследования колебаний сильно нелинейной динамической системы с обратной связью. Поведение траектории системы на плоскостях состояний и вблизи особых точек исследованы применяя критерий Ляпунова; На основе метода контактных кривых Пуанкаре определены возможные предельные циклы. Построены интегральные кривые и диаграммы фазовых траекторий численно с помощью программного пакета Mathcad 13. Установлен переходный процесс от неустойчивого фокуса к автоколебательным и релаксационным режимам колебаний, а также соответствующие предельные циклы, которые согласуются с аналитическим определением колец, содержащих указанные предельные циклы.

НОВЫЙ КЛАСС ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ ЛИНЕЙНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Аннин Б.Д.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

annin@hydro.nsc.ru

Подход Кельвина, раскрывающий структуру обобщенного закона Гука, применяется к анализу соотношений анизотропной линейно наследственной теории упругости. Предполагается, что собственные состояния тензора наследственных ядер не зависят от времени и совпадают с собственными состояниями тензора анизотропии мгновенных модулей упругости, а наследственные операторы с ядрами в виде дробно-экспоненциальных функций Работнова действуют только на зависящие от времени собственные модули тензора наследственных ядер. Максимальное число независимых наследственных операторов равно шести. Рассмотрены примеры.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ УРАВНЕНИЙ В СЛУЧАЕ НАСЛЕДСТВЕННО-УПРУГОГО СПЛОШНОГО ЦИЛИНДРА

Анофрикова Н.С., Сергеева Н.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

knickknack@bk.ru

Рассматривается бесконечный сплошной круговой наследственно-упругий цилиндр. Свойства материала описываются моделью Работнова. При изучении собственных колебаний исследуются свойства тех мод, которые при использовании потенциальной

формы решения изменяются по гармоническому закону. Для случая осесимметричной задачи выведены дисперсионные уравнения, которые решены численно. Получены асимптотики корней дисперсионных уравнений для первой моды в случае задачи растяжения-сжатия и изгиба и для мод в случае задачи кручения для малых значений частот. Проведен сравнительный анализ численных и асимптотических решений. Проанализировано влияние наследственных факторов на поведение дисперсионных кривых.

ЭВОЛЮЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ЖИДКОКАПЕЛЬНОГО АЭРОЗОЛЯ В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Антонникова А.А.¹, Козлов Е.А.²

*Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН¹, г. Бийск
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного
(национального исследовательского) университета²*

antonnikova.a@mail.ru

Исследована проблема осаждения жидкокапельных мелкодисперсных аэрозолей с характерным размером частиц 1–15 мкм. Ускорению процесса осаждения способствует наложение акустического поля, что приводит к ускорению коагуляции частиц. Кроме того, давление звукового излучения, направленное вниз, ускоряет гравитационное осаждение аэрозоля. Исследовано влияние введения дополнительной фазы на скорость коагуляции и осаждения. Показаны результаты экспериментального исследования дисперсных параметров и скорости осаждения модельной аэрозольной среды (раствор глицерина).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТОРМОЖЕНИЯ И РАЗВОРОТА КАПЕЛЬ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДЫ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗОВ

Антонов Д.В., Волков Р.С., Стрижак П.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

dva14@tpu.ru

Выполнено экспериментальное исследование условий торможения и разворота во встречном потоке высокотемпературных (около 1100 К) газов капель тонкораспыленной воды. Установлены особенности перемещения капель (начальные размеры 0,1–0,5 мм, скорости движения 0,5–5 м/с) капель воды в потоке высокотемпературных газов. Вычислены протяженности и длительности перемещения капель тонкораспыленной воды до полного торможения. Определены условия возникновения разворота капель тонкораспыленной воды в потоке высокотемпературных газов. Сформулированы возможные направления совершенствования химических технологий термической очистки воды в области энергосбережения, а также условия для успешной и полной ликвидации и устранения пожаров с использованием результатов проведенных экспериментальных исследований.

ИЗУЧЕНИЕ ПАССИВНОГО ТРАНСМЕМБРАННОГО ТРАНСПОРТА МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Антонов М.Ю.¹, Науменкова Т.В.², Попинако А.В.³, Николаев И.Н.¹

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова¹, г. Якутск

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН³, г. Москва

mikhail@s-vfu.ru

Метод молекулярной динамики использован для исследования пассивного трансмембранного транспорта малых химических соединений (таких, как молекула воды) через липидные бислои димиристоил-фосфатидилхолина и мембранные белки. Методом зонтичной выборки произведена оценка величины потенциального барьера и построены профили средней силы для трансмембранного переноса малых молекул. Изучена зависимость расчетных результатов от параметров моделирования, произведена оценка погрешности вычислений.

О ПОЛУЧЕНИИ ОЦЕНКИ ОБЛАСТИ ПРИТЯЖЕНИЯ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ НЕЛИНЕЙНОГО ТОЧЕЧНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА

Антоновская О.Г.¹, Горюнов В.И.²

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет¹

Нижегородский государственный университет²

olga.antonovskaja@yandex.ru

Предлагается прикладная методика оценивания областей притяжения устойчивых состояний равновесия дискретных динамических систем на основе применения метода функций Ляпунова.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НАСЫЩЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ОТЖИМЕ

Анферов С.Д., Скульский О.И., Славнов Е.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

anferovsergey@gmail.com

Рассматривается процесс механического отжима, в ходе которого насыщенный пористый скелет претерпевает значительные де-

формации, сопровождающиеся оттоком жидкости. Используется подход динамики многофазных сред, согласно которому частицы пористого скелета и насыщающей жидкости представляют собой фазы гетерогенной смеси. В модели учитывается: перераспределение составляющих смеси, изменение механических свойств среды. Для пористого скелета было использовано определяющее соотношение нелинейно-вязкой жидкости, вязкость которой возрастает экспоненциально с ростом давления. Решение было выполнено численно с применением метода конечных элементов. Была получена нелинейная зависимость интенсивности оттока жидкости при отжиге от прикладываемой нагрузки.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ПЛАЗМОТРОНЕ ВЛИЯНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ НА ВЕЛИЧИНУ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Анчуков К.Е., Власов В.И., Залогин Г.Н., Красильников А.В.

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, г. Королев

krartur@mail.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований на высокочастотном плазмотроне У-13 ВЧП влияния каталитических свойств различных покрытий (BN, SiO₂, ZrO₂, TiO₂, VO₂, W, M, Ti) на величину теплового потока к моделям. Параметры установки позволяют моделировать условия конвективного нагрева космического аппарата при его входе в атмосферу Земли с первой космической скоростью. В разрядной камере установки температура может достигать ~10000 К, а величина теплового потока на образцах – ~10 мВт/м². Величина теплового потока к моделям космических аппаратов зависит от параметров набегающего потока и каталитических свойств покрытий теплозащитных материалов. Параметры, устройства и дистанционное управление установкой У-13 ВЧП позволяют во время одного эксперимента наносить покрытия и измерять зависимость плотности теплового потока к моделям от времени. Во время экспериментов на первом этапе проводилось измерение плотности теплового потока без покрытия с использованием медного проточного калориметра, на втором – измерение в процессе подачи порошка исследуемого материала и нанесения покрытия, на третьем – измерение после нанесения покрытия. После вывода из потока плазмы калориметра в поток плазмы вводилась охлаждаемая водой державка с медными плоскими подложками, на которые наносились исследуемые материалы покрытия. Эти образцы после эксперимента использовались для изучения морфологии поверхности покрытий с помощью электронного микроскопа. В экспериментах с нитридными и оксидными покрытиями в качестве плазмообразующего газа использовался воздух, а при исследовании металлических покрытий при их нанесении использовался аргон, а измерения тепловых потоков осуществлялись также при использовании воздуха в качестве плазмообразующего газа. По результатам анализа полученных экспериментальных данных определены эффективные вероятности гетерогенной рекомбинации атомов воздуха на исследованных покрытиях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ ДЕФЕКТОВ

Апальков А.А., Одинцев И.Н., Усов С.М.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

ino54@mail.ru

Рассматриваются различные аспекты практического применения современного метода экспериментальной механики – корреляции цифровых изображений – для исследования полей перемещений и деформаций на поверхности тел с явными или скрытыми трещиноподобными дефектами. Последующий механо-математический анализ получаемой информации позволяет выполнять оценки характеристик локального напряженного состояния, а также геометрическую идентификацию аномалий. Представлены примеры применения данного подхода для определения параметров механики разрушения в образце с реальной трещиной и для оценки глубины несквозного трещиноподобного дефекта на внутренней поверхности цилиндрической оболочки – трубы.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ДЕМПФИРОВАНИЕ АНТИСИММЕТРИЧНЫХ КРОМОЧНЫХ ВОЛН ВЫСШЕГО ПОРЯДКА В ПЛАСТИНАХ

Ардазишвили Р.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

ardazishvili.roman@yandex.ru

Рассматриваются поверхностные волны, распространяющиеся вдоль кромки пластины, лицевые поверхности которой свободны от напряжений или жёстко зашпелены. Для описания колебаний применяются трёхмерные уравнения теории упругости. Проведён теоретический и численный анализ задачи. Получены асимптотики фазовых скоростей для больших значений волнового числа. Показано, что с увеличением волнового числа фазовые скорости всех кромочных волн высшего порядка стремятся к скорости волны Рэлея. Изучено влияние способа закрепления лицевых поверхностей на демпфирование кромочных волн.

ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕРАВНОВЕСНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Аристов В.В.¹, Ровенская О.И.¹, Фархутдинов Т.И.²

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН¹, г. Москва

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

aristovv1@yandex.ru

С использованием кинетического уравнения Больцмана проводится численное моделирование неравновесных течений. Исследуется развитие отрывных течений в окрестности ступени и сверхзвуковой струи. Алгоритм решения основан на явно-неявной схеме и распараллелен с помощью MPI. Применен также новый гибридный метод. Показано, что кинетический подход позволяет корректно воспроизвести распределение поверхностного давления, коэффициента трения и теплопередачи, а также структуру

течения близкую к эксперименту. В сверхзвуковой струе обнаружено появление неустойчивости и пульсаций макропараметров в слое смешения и нарастание диссипации, ассоциируемой с проявлением турбулентности.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОСТДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН

Арсланбекова Р.Р.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, г. Стерлитамак

regina_arslanbekova@mail.ru

Представлены результаты численных исследований параметров динамики постдетонационных волн, которые формируются при выходе из зоны, занятой пузырьковой жидкостью, сформировавшейся детонационным солитоном, в зону, занятую «чистой» (без пузырьков) жидкостью. Изучена зависимость амплитуды давления детонационных волн и постдетонационных волн от объемного содержания пузырьков газа. Представлена карта возможных ситуаций передачи детонации через слой «чистой» жидкости.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ СЖИМАЕМОЙ УПРУГО-ВЯЗКОЙ СТАРЕЮЩЕЙ СРЕДЫ

Арутюнян А.Р.

Санкт-Петербургский государственный университет

Robert.Arutyunyan@paloma.spbu.ru

Рассматривается проблема ползучести, поврежденности и длительной прочности упруго-вязкой стареющей среды. Используется модифицированное уравнение Максвелла, записанное в шкале эффективного времени. Параметр сплошности определяется величиной относительного изменения плотности, которая является интегральной мерой накопления структурных микродефектов в процессе длительного нагружения. В согласии с гипотезой Говарда, скорость хрупкого разрушения считается зависимой от напряжения и величины накопленной поврежденности. С учетом отмеченных положений получены аналитические соотношения для деформации ползучести, параметра сплошности и критерий длительной прочности. Построены соответствующие теоретические кривые.

ПРОБЛЕМА ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Арутюнян Р.А.

Санкт-Петербургский государственный университет

Robert.Arutyunyan@paloma.spbu.ru

Эффекты охрупчивания и хрупкого разрушения наблюдаются в элементах многих ответственных инженерных систем, в частности, энергетических и атомных. Поэтому эта проблема стала предметом многочисленных теоретических и экспериментальных исследований методами физики, материаловедения и механики. Для описания области хрупких разрушений Качанов и Работнов разработали концепцию сплошности (поврежденности). Были предложены различные варианты материализации этого параметра. В качестве параметра поврежденности рассматривалась относительная величина пор – площадь пор, отнесенная к начальной площади поперечного сечения образца и относительное изменение объема (разрыхление по терминологии Новожилова или плотности (сплошности)). В мировой научной литературе имеются многочисленные экспериментальные исследования по изменению параметра сплошности в процессе ползучести. В настоящей работе этот параметр определяется как $\psi = \rho / \rho_0$ (ρ_0 – начальная, ρ – текущая плотность среды) и является интегральной мерой накопления структурных микродефектов в процессе длительного высокотемпературного нагружения. В начальном состоянии $t = 0$, $\rho = \rho_0$, $\psi = 1$, в момент разрушения $t = t_f$, $\rho = 0$, $\psi = 0$.

ДИНАМИКА ВСПЛЫТИЯ ОДИНОЧНОГО СФЕРИЧЕСКОГО ПУЗЫРЬКА В НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

Архипов В.А., Васенин И.М., Усанина А.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Usaninaanna@mail.ru

Исследуется всплытие из состояния покоя малых пузырьков в вязкой несжимаемой жидкости. Получено выражение для силы Бассе, действующей на пузырек в вязкой жидкости, которое отличается множителем от силы, полученной Бассе для твердой сферы. Экспериментально исследовано всплытие пузырьков, и проведено сравнение экспериментальных и теоретических результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ НА ЖЕСТКИХ СТЕНКАХ ТРАНСЗВУКОВОЙ АДТ

Архипов М.Е., Курсаков И.А., Иванов А.И., Стрельцов Е.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

evg.streltsov@gmail.com

В рамках развития альтернативных концепций малоиндукционных АДТ предложен новый подход, базирующийся на концепции струйных границ – так называемый управляемый пограничный слой. Этот подход оказался достаточно эффективным и технически легко реализуемым, что было показано как экспериментальными, так и численными методами. Управление пограничным слоем осуществляется путем выдвижения спойлеров, создающих дополнительное сопротивление на входе в рабочую часть. В докладе приводятся результаты применения управляемого пограничного слоя при испытаниях в трансзвуковой АДТ Т-112 ЦАГИ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИИ ДВУХ ГАЗОВ, В РАВНОЙ СТЕПЕНИ РАЗБАВЛЕННЫХ ТРЕТЬИМ, В ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Асембаева М.К., Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Мукамеденкызы В., Федоренко О.В.

Институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

zhavrin@bk.ru

Исследование диффузии в многокомпонентных смесях и раскрытие физики явлений переноса имеет важное значение при интенсификации многих технологических процессов. Трехкомпонентные смеси позволяют исследовать все характерные особенности процессов многокомпонентного переноса. Диффузии в многокомпонентных смесях сопутствует ряд эффектов, которые не наблюдаются в бинарных смесях. К ним относятся так называемые эффекты Тура: «противодиффузия», «диффузионный барьер», «осмотическая диффузия». Кроме этих особенностей при диффузии в многокомпонентных смесях появляются и другие, связанные с возникновением при определенных условиях мощных конвективных течений, которые существенным образом влияют на эволюцию в пространстве и во времени концентрации и делают диффузионный процесс неустойчивым. Особый случай, который часто рассматривается при решении практических задач в многокомпонентном массопереносе, это диффузия двух или нескольких газов через слой неподвижного газа. Используя балластный газ как индикатор, можно оценить собственно молекулярный перенос компонентов, а также описать особенности многокомпонентной диффузии. Суть метода балластного газа состоит в том, что два основных диффундирующих газа разбавляются в равной степени третьим, через который идет массоперенос. Если по своим диффузионным свойствам балластный газ близок к одному из основных, то при взаимной диффузии газ-разбавитель играет роль индикатора движения всей смеси, что позволяет производить измерение гидродинамического потока. Измерения с балластным газом показали, что при диффузии в многокомпонентных газовых смесях роль гидродинамического потока велика. Поэтому несомненный интерес представляют исследования влияния балластного газа на диффузию двух основных в изобарных условиях, вопросы устойчивого и неустойчивого протекания диффузионного процесса.

Для исследования влияния балластного газа на устойчивое протекание диффузионного процесса применялся метод двухколбового диффузионного прибора. Эксперименты проводились при давлениях от $p = 0,04$ МПа до $p = 2,0$ МПа при температуре $T = 298,0$ К. Опыты проводились с системой $0,430 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,570 \text{ He} - 0,420 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,580 \text{ CH}_4$ при фиксированном времени процесса и комнатной температуре. Результаты показали, что в газовых смесях с балластным газом при повышении давления наблюдаются области устойчивой диффузии и неустойчивого конвективного смешения. Направление потока балластного газа изменяется в зависимости от давления, что связано со сложным характером неустойчивого процесса смешения и проявлением реальных свойств смешивающихся газовых смесей. В рамках линейной теории устойчивости проведен анализ экспериментальных данных по изучению неустойчивости механического равновесия при изотермической диффузии в системах с балластным газом.

ПРИНЦИП КАЧЕЛЕЙ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОСТАВКИ КАПСУЛЫ НА ЗЕМЛЮ

Асланов В.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королёва

aslanov_vs@mail.ru

Для разворачивания космической тросовой системы, предназначенной для доставки капсулы с орбиты на поверхность Земли, предложен закон управления тросом, позволяющий существенно снизить длину троса для осуществления этой транспортной операции. Предложенный закон управления применим как динамического, так и для статического разворачивания троса на начальном этапе. Результаты численного моделирования процесса разворачивания троса показывают эффективность предлагаемого закона управления.

РАЗВИТИЕ МОДЕЛЕЙ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРОЙ

Астафуров С.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск,

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

svastafurov@gmail.com

Развит подход к многоуровневому моделированию деформирования и разрушения материалов с мультимодальной внутренней структурой в рамках методов дискретных элементов. С этой целью разработан математический формализм метода подвижных клеточных автоматов, заключающийся в записи соотношений для сил межэлементного взаимодействия в многочастичной форме. Для адекватного описания механического отклика материалов на нано и мезомасштабных уровнях предложены модели, учитывающие наличие границ зерен или фаз. Рассмотрены примеры, иллюстрирующие корректность применения развитого формализма для изучения механического отклика материалов с мультимодальной внутренней структурой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ПОРШНЕВОГО ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ДЛЯ ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Астафьев В.И.¹, Касаткин А.Е.²

Самарский государственный технический университет¹

Самарский государственный университет²

vladimir.astafev@mail.ru

Рассмотрена модель «поршневого» вытеснения нефти водой, которая учитывает различие в вязкости жидкостей. Жидкости полагаются слабо сжимаемыми, фильтрация жидкостей описывается законом Дарси. Модель поршневого вытеснения приводит к разрывности касательной компоненты вектора скорости на фронте заводнения. Использование аппарата ТФКП совместно с обобщенным интегралом типа Коши позволяет свести задачу нахождения текущего положения фронта к системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений. Разработан алгоритм численного решения такой задачи. Выполнен мониторинг процесса движения фронта при различных схемах заводнения (четырёхточечная, пятиточечная, семиточечная и другие).

УПРАВЛЯЕМЫЙ ГАЗОФАЗНЫЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ В ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

Аульченко С.М., Картаев Е.В.

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

г. Новосибирск

aulchsm@mail.ru

Проведено моделирование образования и роста частиц диоксида титана в рабочей зоне плазмохимического реактора. Исследована возможность использования предварительного смешения реагентов вне реактора – тетрахлорида титана и кислорода с целью увеличения выхода по конечному продукту. Расчеты образования и роста частиц диоксида титана проведены в зависимости от ряда значений параметров физико-математической модели.

МНОГОФАЗНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПРИ ЗАКАЧКЕ НАГРЕТОГО УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВОДОНАСЫЩЕННЫЙ ПЛАСТ

Афанасьев А.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

afanasyev@imec.msu.ru

Глобальное потепление – острая проблема, стоящая перед человечеством. Для смягчения его последствий и уменьшения климатических изменений перспективной считается технология захоронения парниковых газов, в частности углекислого газа, в проницаемых недрах Земли. В работе приводятся результаты новых исследований закачки газа в водонасыщенные пласты с учётом неизоэнтальпических процессов, фазовых переходов и трёхфазных парожидкостных равновесий пластовых флюидов. Демонстрируются волновые картины, соответствующие течению газа от нагнетательной скважины в пласт; тепловые эффекты при фазовых переходах между жидким и газообразным углекислым газом; результаты оптимизации захоронения в реальном пласте.

К ИСТОРИИ НАЧАЛА КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ. ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА М.К. ТИХОНРАВОВА

Афендикова Н.Г.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

Keldysh111@gmail.com

В кабинете-музее академика М.В. Келдыша хранятся уникальные документы – отчеты и докладные записки, рассказывающие о советских космических исследованиях до запуска первого искусственного спутника Земли. Одним из них является докладная записка М.К. Тихонравова «Об искусственном спутнике Земли» (1954 год). Представленная работа рассказывает об истории ее написания и о связях между людьми, к ней причастными.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫХОДНОМ УСТРОЙСТВЕ С КОЛЬЦЕВЫМ СОПЛОМ

Афони娜 Н.Е.¹, Громов В.Г.¹, Марков В.В.², Смахов Г.Д.¹, Хмелевский А.Н.¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН², г. Москва

afonina@imec.msu.ru

На основе уравнений Навье–Стокса проведено параметрическое исследование влияния различных факторов на развитие по времени начальных возмущений, вызванных запуском кольцевого сопла, продуваемого воздухом, при ламинарной модели течения. Впервые в расчетах обнаружены режимы течений, при которых стартовые возмущения, сопровождающие запуск сопла, не затухают, а переходят в квазипериодический режим. Определены частотный Фурье-спектр пульсаций давления в центре тяговой стенки и величина тяги сопла. Представлены типичные пульсирующие сигналы давления, полученные в расчетной модели и зарегистрированные в экспериментах.

РАЗДЕЛЕНИЕ ДВУХФАЗНЫХ СРЕД В ТРУБЧАТЫХ ФИЛЬТРАХ ПРИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОМ ТЕЧЕНИИ

Ахмадиев Ф.Г., Исянов Ч.Х.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Akhmadiev@ksaba.ru

Рассматривается ламинарное осесимметричное, неизотермическое и установившееся течение двухфазной суспензии в проницаемых каналах и трубах различной конфигурации. При течении вдоль трубчатого элемента под действием перепада давления осуществляется фильтрация суспензии через проницаемую стенку и ее разделение. Для описания основного потока суспензии в трубе уравнения сохранения механики многофазных сред записываются с учетом его особенностей в ортогональной системе координат, связанной с областью течения. Эти уравнения решаются совместно с уравнениями одномерной фильтрации через осадок и стенку фильтровального элемента и уравнениями теплопроводности для них при соответствующих граничных условиях.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ДИСПЕРСИЙ В МИКРОКАНАЛАХ

Ахметов А.Т., Рахимов А.А., Валиев А.А.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

alfir@anrb.ru

Экспериментальные исследования течения дисперсий (эмульсии, суспензии, кровь) проводились в микроканалах, полученных как традиционными способами, так и с использованием методов фотолитографии и мягкой фотолитографии. Показано, что общим свойством дисперсий при течении в микроканалах является эффект динамического заклинивания, который состоит в том, что течение дисперсий через участок микроканала со временем замедляется на несколько порядков, несмотря на постоянно действующий перепад давления. Отмечено проявление асимметрии картины течения дисперсии при прохождении через ступенчатое сужение. Реологические свойства изучавшихся дисперсий хорошо описываются моделью жидкости Оствальда-де Вааля.

СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ В ВИХРЕВОЙ КАМЕРЕ

Ахметов Д.Г.¹, Ахметов Т.Д.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН², г. Новосибирск

akhmetov@hydro.nsc.ru

Экспериментально изучена структура закрученного течения в вихревой камере. Измерены распределения азимутальной и осевой компонент скорости практически во всем объеме камеры и определены распределения функции тока этого стационарного вращательно-симметричного течения. Впервые построена картина линий тока течения в вихревой камере, и выявлены основные структурные элементы этого течения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ ПРОПАНА

Ахметханов Э.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт физики

emil.ah@yandex.ru

Для повышения эффективности и экологичности сжигания газообразного топлива может быть использован водяной пар. Представлены результаты экспериментального исследования влияния паров воды на сжигание смеси пропана с воздухом. Горючую смесь получают в модифицированной горелке Бунзена. Исследования были приведены с изменением температуры пара в диапазоне от 180 до 260 градусов Цельсия, и изменением удельного объема пара в составе топливной смеси. Влияние пара при сгорании оценивали по изменению температуры нагрева рабочего тела (кварцевой трубки). Также был произведен анализ содержания СО в продуктах горения топливной смеси с паром и без пара. Установлено, что наличие водяного пара как составной части газообразного топлива уменьшает содержание СО в продуктах горения, а также повышение температуры пара и увеличение удельного объема перегретого пара в составе газообразного топлива повышает температуру горения.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДОВ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ БАЛОК ПО ТРЕМ СОБСТВЕННЫМ ЧАСТОТАМ ИХ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Ахтямов А.М.¹, Аитбаева А.А.²

Башкирский государственный университет¹, г. Уфа

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН², г. Уфа

AkhtyamovAM@mail.ru

Рассматривается задача идентификации вида и коэффициентов краевых условий одного из концов балки Эйлера–Бернулли. Показано, что по трем собственным частотам можно однозначно идентифицировать не только коэффициенты краевого условия определенного вида, но и то, какой из видов краевого условия реализуется – заделка, свободное опирание, свободный конец, плавающая заделка, упругое закрепление, инерционный элемент на конце. Предложены два метода решения этой обратной задачи.

ЗАВИСИМОСТЬ ПЕРВОЙ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ КВАДРАТНОЙ ПЛАСТИНЫ ОТ ДЛИНЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПО КРАЯМ

Ахтямов А.М.¹, Нусратуллина Л.Р.²

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН¹, г. Уфа

Инспекция Федеральной налоговой службы²

nusratullinem@rambler.ru

Рассматривается прямоугольная пластина. Часть двух противоположных сторон пластины закреплена, а часть свободна. Две других ее стороны свободны. Найдена формула, позволяющая по первой частоте свободных колебаний пластины определять длину закрепления противоположных краев пластины.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЯ С ЛОКАЛЬНОЙ ПОЛОСТЬЮ

Ахтямов А.М.¹, Салыхова Е.В.²

Башкирский государственный университет¹, г. Уфа

ОАО УРАЛСИБ², г. Уфа

shalunova_ev@rambler.ru

Рассматриваются колебания консольного призматического стержня с локальной полостью квадратного сечения на срединной оси. Исследуется поведение собственных частот изгибных колебаний стержня при изменении размерности полости, при этом положение полости на срединной оси остается неизменным. Интерполированием по вычисленным собственным частотам получена некоторая функция, позволяющая определить промежуточные значения собственных частот при заданной размерности полости. Проведено сравнение полученных промежуточных значений с вычисленными значениями в контрольной точке.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ВЫВОД УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТЕЙШЕЙ МОДЕЛИ ОДНОЧАСТИЧНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

Бабенков М.Б., Кузькин В.А.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

mikhail.babenkov@gmail.com

Рассматривается движение одиночной частицы в потенциальной яме, моделирующее движение атома внутри элементарной ячейки одномерного кристалла. Анггармонический потенциал взаимодействия частицы с ее окружением аппроксимируется кусочно-линейной функцией.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ БЛОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА СОСТОЯНИЕ ТЕЛ С ДЕФЕКТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Бабешко В.А.¹, Евдокимова О.В.¹, Бабешко О.М.², Гладской И.Б.², Горшкова Е.М.²

Южный научный центр РАН¹, г. Краснодар

Кубанский государственный университет², г. Краснодар

babeshko41@mail.ru

Рассматривается линейно деформируемая многослойная среда, имеющая двумерное покрытие, содержащее дефекты различной природы. Покрытия представляют собой разнотипные горизонтально контактирующие между собой фрагменты, моделируемые деформируемыми пластинами. В зонах контакта может иметь место любой из вариантов дефектов – трещины, включения, полости. Рассматриваются варианты вертикальных и горизонтальных гармонических и статических воздействий на покрытия. Методом блочного элемента граничные задачи сводятся к системам регуляризуемых интегральных уравнений относительно характеристик напряженно-деформируемого состояния рассматриваемого блочной структуры. В случае покрытия из двух разнотипных контактирующих полуплоскостей построены решения граничных задач и дан их анализ.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГМОРАЗРЫВА

Бабичев А.В.¹, Полянский О.П.¹, Коробейников С.Н.^{2,3}, Ревердатто В.В.¹

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН¹, г. Новосибирск

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН², г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет³

babichev@igm.nsc.ru

Разработана модель магморазрыва, в которой учитывается взаимодействие сред с контрастными реологическими и теплофизическими свойствами: маловязкого высокотемпературного расплава и хрупко-упругой горной породы, находящейся при температуре ниже плавления. Материал расплава моделируется вязкой жидкостью, а материал породы – упругой средой с возможностью хрупкого разрушения. Разрушение наступает тогда, когда максимальное напряжение в точке твердого тела превышает предел прочности материала при растяжении. Для исследования магморазрыва предлагается численная модель, разработанная в рамках механики деформируемого твердого тела (МДТТ). Моделирование начиналось с момента, когда образовалась камера с базальтовой магмой в основании земной коры в результате диапирового подъема на этот уровень мантийного вещества. Работа выполнена при поддержке ИП СО РАН №12, РФФИ №14-05-00188, 12-08-00707.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАСШТАБИРОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ РЕАКЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ГОРЕНИЯ ПРОПАНА В ВОЗДУХЕ

Бабушенко Д.И.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

bdi@ciam.ru

На основе численного моделирования изучаются физико-химические процессы в модельной кольцевой камере сгорания с непрерывно-вращающейся детонационной волной. Для описания горения пропана в воздухе используются квазиглобальный и редуцированный реакционные механизмы. Особое внимание уделяется эффекту масштабирования полученного решения и его сходимости в зависимости от размера ячейки расчетной сетки. Показано, что в реализации срыва вращающейся детонационной волны при численном моделировании главную роль играет именно размер ячейки расчетной сетки, критическое значение которого зависит от используемого реакционного механизма. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-01-00786.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕТРИВИАЛЬНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Бабушкин А.В., Соколкин Ю.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

bav651@yandex.ru

Рассматриваются и анализируются методики испытаний композиционных материалов при нетривиальных условиях нагружения. Решаются задачи определения механических характеристик композиционных материалов в условиях усталости и сложного напряженно-деформированного состояния, при действии статических нагрузок и различных температур. Показаны особенности и эффекты механического поведения композитов в нетривиальных условиях. Продемонстрированы возможности моделирования механического поведения композитных материалов на стадии их разработки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОБ ИЗГИБЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ

Бадриев И.Б.¹, Бандеров В.В.¹, Гарипова Г.З.¹, Макаров М.В.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева²

ildar.badriev1@mail.ru

Проведено численное решение геометрически линейной задачи и физически нелинейной задачи об определении напряженно-деформированного состояния трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. Обобщенная формулировка сформулирована в виде задачи об определении седловой точки некоторого функционала. Доказана теорема существования и единственности. Построены и исследованы конечномерные аппроксимации задачи. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-01-05686, 15-41-02569, 15-38-21099.

РАБОТА ВНЕШНИХ СИЛ, КАК ПАРАМЕТР ПРОДОЛЖЕНИЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ИЗГИБА ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

Бадриев И.Б.¹, Макаров М.В.², Паймушин В.Н.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева²

makarovmaksim@mail.ru

Проведено численное решение геометрически линейной задачи об определении смешанных форм потери устойчивости трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. Для решения задачи предложен метод, основанный на продолжении по параметру – величине работы внешних сил. Для численной реализации метода был разработан комплекс программ. Анализ результатов численных экспериментов позволил установить, что, используя метод продолжения по параметру, можно исследовать НДС пластины в неустойчивых положениях равновесия. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-01-05686, 15-48-02316, 15-38-21099.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ФИЛЬТРАЦИИ ВЫСОКОВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Бадриев И.Б., Сингатуллин М.Т.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Idar.Badriev@kpfu.ru

Проведено численное решение стационарных задач подземной фильтрации несжимаемой высоковязкой жидкости, следующей многозначному закону с предельным градиентом. Обобщенная постановка сформулирована в виде смешанного вариационного неравенства с оператором монотонного типа и недифференцируемым функционалом. Для решения вариационного неравенства предложен двухслойный итерационный процесс расщепления, каждый шаг которого сводится к обращению оператора Лапласа. Итерационный метод был реализован численно. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-01-05686, 15-41-02315, 15-38-21099.

ТЕОРИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА

Бадулин С.И.¹, Геогджаев В.В.¹, Захаров В.Е.², Пушкарев А.Н.³

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН¹, г. Москва

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН³, г. Москва

sergei.badulin@gmail.com

Представлены аналитические и численные результаты, показывающие типичность автомодельных режимов развития ветрового волнения для условий Мирового океана. Развита асимптотическая модель автомодельного ветрового волнения в предположении доминирования нелинейного переноса в спектрах волн над процессами ветровой накачки и волновой диссипации. Проведены масштабные численные эксперименты по моделированию волнения при различных модельных функциях накачки и проведено сопоставление с известными данными морских экспериментов. Указано на несоответствие большинства используемых в прогнозистических моделях параметризаций ветровой накачки результатам этих экспериментов и теоретическим оценкам. Предложены новые функции ветровой накачки и волновой диссипации, позволяющие реализовать наблюдаемые в экспериментах законы роста ветрового волнения. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ «Волновая турбулентность: теория, математическое моделирование, эксперимент» №14-22-00174.

ИССЛЕДОВАНИЕ БОЛЬШИХ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ СЛОЖНЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

Баженов В.Г., Артемьева А.А., Жегалов Д.В., Кибец А.И.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

bazhenov@mech.unn.ru

Излагается метод численного решения нелинейных нестационарных задач осесимметричного упругопластического деформирования оболочек вращения при учете кручения при больших деформациях. Метод позволяет проводить численное моделирование обобщенных осесимметричных упругопластических процессов деформирования и оценивать предельные состояния оболочек вращения в широком диапазоне скоростей нагружения от квазистатических до динамических. Эффективность метода обоснована экспериментальным анализом потери устойчивости по осесимметричным и неосесимметричным формам металлических трубчатых образцов при комбинированных нагружениях растяжением, внутренним давлением и кручением.

ВСПЛЕСКИ УПРУГИХ И ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Базилевский А.В., Рожков А.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

rozchkov@ipmnet.ru

Метание жидкостей – определяющий элемент ряда современных технологий. Исследовано импульсное радиальное истечение из кольцевого зазора жидкостей различной реологии. Установлено, что при метании сначала формируется жидкая ламелла (круглая плёнка). Далее, в зависимости от типа жидкости реализуются различные сценарии деформации ламеллы. Вода и растворы полимера низкой концентрации формируют куполообразные структуры с острым жидким ребром. Ребро служит источником вторичных капель или капиллярных жидких нитей. Вязкая жидкость (глицерин) и концентрированные растворы полимеров формируют существенно двумерные всплески, первоначально состоящие из круглой краевой струи и тонкой плёнки внутри. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-08-01365.

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НАД ВНУТРЕННИМИ ВОДОЕМАМИ СРЕДНИХ И МАЛЫХ РАЗМЕРОВ

Байдаков Г.А., Богатов Н.А.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

gbaydakov@yandex.ru

Представлены результаты натурных измерений ветро-волнового взаимодействия на внутреннем водоеме средних размеров. В 2012–2014 годах на Горьковском водохранилище проводились исследования воздушного потока над ветровыми волнами. Показано, что структура потока отличается от наблюдаемой в океанических условиях. Была предложена схема измерений, учитывающая особенности ветра над внутренними водоемами средних и малых размеров (сильная изменчивость и экранирование берегами), приводящие к отклонениям формы профиля скорости от логарифмической. Показано существенное влияние использования подвижного нижнего датчика скорости на результаты измерений.

РАЗВИТИЕ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА В ПОРОУПРУГОЙ СРЕДЕ

Байкин А.Н.

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

alexey.baykin@gmail.com

Предложена модель развития трещины гидроразрыва в пороупругой среде. В качестве основной используется модель пороупругой среды Био, дополненная граничными условиями на трещине и уравнением движения жидкости по трещине. Предложен алгоритм численного решения задачи на основе метода конечных элементов. Описано автомодельное решение. Реализован алго-

ритм расчета роста трещины с использованием силового критерия разрушения породы. По результатам расчетов и анализа точных решений делаются выводы о преимуществах предложенной модели по сравнению с классическими подходами.

УСТОЙЧИВОСТЬ И ОБЛАСТЬ ПРИТЯЖЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО ТОРА КВАЗИКОНСЕРВАТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Байков А.Е.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

alexbaikov16@gmail.com

Рассматриваются квазиконсервативные механические системы с двумя или тремя степенями свободы, где кроме консервативных сил действуют малые неконсервативные позиционные силы и малые диссипативные силы вязкого трения. Предполагается, что уравнения движения невозмущенной системы (в отсутствие неконсервативных сил) можно записать в виде интегрируемой по Лиувиллю гамильтоновой системы. Для исследования движений квазиконсервативной системы применяется метод усреднения. Метод усреднения обнаруживает предельные циклы (две степени свободы) или двумерные предельные торы (три степени свободы) в резонансной ситуации. Поскольку исследуемая система структурно устойчива, данные эффекты обнаруживаются и в полной системе при нарушении резонансных соотношений. Построены области устойчивости предельных циклов/торов в пространстве параметров усредненной системы. Кроме того, с помощью метода усреднения можно оценить область притяжения предельных торов, однако для этого нужны дополнительные конструкции. Для построения области притяжения предложено использовать неавтономные интегралы. В аналитическом виде построены неавтономные интегралы усредненной системы и доказано, что полная система также допускает глобальный неавтономный интеграл – деформацию интеграла усредненной системы.

МЕХАНИКА ГЛУБИННОГО СОЛЯНОГО ДИАПИРИЗМА

Баймухаметов А.А., Мартынов Н.И., Танирбергенов А.Г.

Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г. Алматы, Казахстан

abayab@mail.ru

На основе модели Релей–Тейлоровской неустойчивости в приближении Буссинеска с экспоненциальной зависимостью вязкости от температуры разработана и обоснована численная модель процесса формирования соляных диапиров на больших глубинах земных недр. Проведенное затем численное моделирование позволило оценить основные параметры, закономерности и особенности нелинейной стадии процесса формирования глубинного соляного диапиризма. Предложена методика оценки зон возможных нефтегазовых ловушек. Показано, что углеводородные резервуары привязаны к зонам повышенных температурных градиентов.

МОДЕЛЬ ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОИСТО-НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ

Бакулин В.Н.¹, Бакулин Д.В.²

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)²

vbak@yandex.ru

Развивается уточненный подход для построения модели послойного анализа напряженно-деформированного состояния в общем случае не регулярных ортотропных слоисто-неоднородных оболочек вращения с моментными несущими слоями и трехмерным заполнителем, моделируемым с помощью соотношений теории упругости. Для учета неоднородности стенки оболочки, в т. ч. в слое заполнителя, а также переменных геометрических и физико-механических свойств и изменения их и параметров НДС не только по меридиональной и окружной координатам, но и по толщине оболочки и заполнителя, слои разбиваются на элементы. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-00982.

СТЕНД И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ФОРМУЛЫ МЕЙЕРА–ЛАНДАУ

Бакулин В.Н., Емельянов В.В., Попов В.В.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

vbak@yandex.ru

В капиллярных вискозиметрах при измерении вязкости газов используется формула Пуазейля с поправками, учитывающими влияние различных факторов. Экспериментальная проверка формулы Пуазейля–Мейера–Ландау при значительных перепадах давлений между входным и выходным сечениями измерительного капилляра в зависимости от его относительной длины является целью данной работы. Для этого в ИПРИМ РАН был разработан экспериментальный стенд измерений оригинальной конструкции. В работе приведены: его описание, методика проведения эксперимента, оценка основных параметров – чисел Рейнольдса, Кнудсена, данные тарифовочных экспериментов, оценка параметров массового расхода газа в сверхдлинной трубке при перепадах давления в десятки атмосфер. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-08-01048-а.

ПРОНИКАНИЕ В ПЕСОК РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ВЛАЖНОСТИ

Баландин В.В.¹, Баландин Вл.Вл.¹, Брагов А.М.¹, Цветкова Е.В.²

*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского¹*

*Волжский государственный университет водного транспорта², г. Нижний Новгород
balandin@mech.unn.ru*

С использованием методики мерного стержня в обращенном эксперименте определялись силы сопротивления внедрению для ударников с оголовками в виде полусферы и конуса в сухой, влажный (влажность 10%) и водонасыщенный (влажность 18–20%) песок. Для сухого песка и для песка 10% влажности зависимости максимальной силы сопротивления от скорости удара практически совпадают. Исследование влияния гранулометрического состава песка на силу сопротивления внедрению полусферы для сухого и водонасыщенного песка показало, что состав песчаной мишени практически не влияет на силу сопротивления. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (15-08-07977а и 13-08-00531а).

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ И НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Баландин Д.В.¹, Коган М.М.²

*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского¹*

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет²
dbalandin@yandex.ru*

Рассматриваются вопросы управления динамическими объектами в условиях неопределенности. Цель управления состоит в синтезе обратной связи, обеспечивающей требуемые показатели качества переходного процесса в предположении, что действующие на объект возмущения, а также его начальное состояние неизвестны. В традиционных постановках задач подобного типа обычно предполагается лишь что-то одно отличным от нуля: либо действующее возмущение, либо начальные условия. Однако для многих реальных задач весьма характерно действие обоих факторов одновременно. Приведены теоретические результаты синтеза законов управления в указанных условиях неопределенности, а также описано применение этих результатов к конкретным механическим системам.

ОПТИМАЛЬНОЕ ГАШЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Баландин Д.В., Федотов И.А., Ежов Е.Н., Петраков Е.В.

*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского
optimal.control@gmail.com*

Рассматриваются задачи поиска оптимальных гарантирующих управлений на классах внешних воздействий. Изучаются два различных класса воздействий: класс кусочно-непрерывных ограниченных по абсолютной величине функций и периодических функций с ограниченной амплитудой и произвольной частотой. Обсуждаются методы решения задач с использованием теории оптимального управления с привлечением техники линейных матричных неравенств и передаточных функций. Представлен пример расчета управлений для задач сейсмозащиты зданий и различные стратегии оптимальной виброзащиты.

МЕЗОМЕХАНИКА ГРАНИЦ РАЗДЕЛА В МАТЕРИАЛАХ С ПОКРЫТИЯМИ. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Балохонов Р.Р., Романова В.А., Мартынов С.А., Зиновьев А.В., Зиновьева О.С.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
rusy@ispms.tsc.ru*

Численно изучены процессы локализации пластического течения, динамика роста и взаимодействия трещин в материалах с композитными покрытиями при растяжении и сжатии: алюминиевый сплав с композитным Al-TiC покрытием, сталь с боридным и пористым керамическим покрытиями. Краевые динамические задачи решаются численно методом конечных разностей в постановке плоской деформации. Определяющие соотношения учитывают зависимость предела текучести и параметров изотропного упрочнения от размера зерна, скоростную чувствительность материала металлической основы, а также разрушение покрытий в областях концентрации растягивающих нагрузок. Установлено, что при одноосном сжатии вблизи межфазных границ возникают локальные области объемного растяжения. Показано, что трещины в покрытиях, как при внешнем растяжении, так и при внешнем сжатии зарождаются в локальных областях растяжения и распространяются под действием локальных растягивающих нагрузок в различных направлениях – перпендикулярно и вдоль направления нагружения, соответственно. Установлено, что с точки зрения прочности композиций, существует оптимальная толщина покрытия, которая зависит от характеристик кривизны границ раздела. Установлено, что период растрескивания покрытий увеличивается с увеличением толщины композитного покрытия. Выявлено, что структура с двухслойным покрытием лучше сопротивляется внешним нагрузкам при сжатии, однако преждевременно теряет прочность при внешнем растяжении. Показано, что наличие упруго-хрупкого подслоя со средними характеристиками может являться отрицательным фактором. Работа поддержана Федеральным агентством научных организаций, Российской академией наук и Российским научным фондом.

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ТОПОЛОГИИ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЧЁТКИХ ГРАНИЦ ФОРМЫ КОНСТРУКЦИИ

Балунов К.А.¹, Уськов В.М.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского², г. Жуковский

kirill.balunov@gmail.com

Разработан метод топологической оптимизации конструкции на основе минимизации податливости при заданном объёме. В качестве проектной переменной берётся безразмерный модуль упругости. Ограничение на объём, представляющейся нелинейной функцией, заменяется на другой критерий с применением сортировки. Для получения чётких границ конструкции фильтрация проводится в преобразованных проектных переменных. Параметры преобразования позволяют регулировать топологическую сложность конструкции в широком диапазоне. Данный метод может использоваться для оптимизации формы конструкции.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВРАЩЕНИЯ МНОГОМАССОВОЙ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИЛ

Банах Л.Я.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

banl@inbox.ru

Исследуется устойчивость многомассовой роторной системы при действии гидродинамических сил в уплотнениях. Особенность задачи состоит в равенстве парциальных частот ротора и плавающих уплотнительных колец, что вызывает неустойчивость колебаний ротора и колец при действии циркуляционных сил. Для области устойчивости получены аналитические выражения при наличии равных частот большой кратности. Используется теория возмущений с выделением слабых динамических взаимодействий в системе. Найдено, что скорость потери устойчивости ротора в плавающих кольцах существенно ниже. Обоснован физический смысл комплексных переменных в роторных системах. Получены области устойчивости турбонасосного агрегата.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ УДАРНИКОВ ПРИ ПРОБИВАНИИ ПЛИТЫ С УЧЕТОМ ИХ ВРАЩЕНИЯ

Баничук Н.В., Иванова С.Ю., Макеев Е.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

banichuk@gmail.com

Для осесимметричных жестких тел произвольной формы, совершающих вращение вокруг оси симметрии и высокоскоростное поступательное движение в деформируемой упругопластической среде, определены действующие силы и моменты и выведена система дифференциальных уравнений движения. Разработан метод определения баллистической предельной скорости пробивания плит, основанный на использовании выведенных уравнений динамики, асимптотического анализа и численного моделирования. Сформулирована и решена задача минимизации величины баллистической предельной скорости, при этом оптимальные формы ударников определены численно с использованием генетического алгоритма.

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОХРУПЧИВАНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АРМКО-ЖЕЛЕЗА В РЕЖИМЕ ГИГАЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

Банников М.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

mbannikov@icmm.ru

Применение жидких металлов в качестве теплоносителей в ядерных установках ставит актуальной задачу об изучении их влияния на механические свойства материалов. Целью работы является исследование стадийности развития разрушения и долговечности металлов при воздействии поверхностно активных веществ (ПАВ). В работе проведено экспериментальное исследование влияния жидкого галлия на усталостную прочность армко-железа. Показано, что тонкий слой жидкого галлия снижает усталостную долговечность армко-железа более чем на два порядка. При этом изменяется механизм формирования усталостной трещины: на воздухе трещина образуется в объеме материала, тогда как при контакте с ПАВ с поверхности образца. Работа поддержана грантами РФФИ №13-08-96025 p_урал_a, №14-01-31193 мол_a, №15-08-08921 А

АВТОМОДЕЛЬНОСТЬ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД В ДИАПАЗОНЕ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИЙ 105-107 1/с

Банникова И.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

malgacheva@icmm.ru

Экспериментально исследованы релаксационные свойства воды и глицерина в условиях импульсного нагружения методом электровзрыва проводника. Установлена степенная зависимость скорости деформации на волновом фронте от амплитуды импульса сжатия. Сопоставление волновых фронтов для глицерина и воды в безразмерных координатах подтверждает предположение об автомодельности процессов, определяющих неньютоновское поведение исследуемых жидкостей, аналогичное пластическому поведению твердых тел при скоростях деформации 105÷107 1/с. Оценки динамической вязкости в исследуемом интервале интенсивностей нагружения позволяют характеризовать механическое поведение глицерина как псевдопластической среды. Работа поддержана грантами РФФИ №14-01-96012p_урал_a и №14-01-00842-А.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СПЛАВОВ С ПОНИЖЕННОЙ СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬЮ ДЕФОРМАЦИЯМ ПОЛЗУЧЕСТИ В СДВИГОВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Банщикова И.А.¹, Цвелодуб И.Ю.¹, Петров Д.М.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский государственный технический университет²

binna@ngs.ru

Численное моделирование показало, что при кручении круглых образцов, вырезанных в продольном направлении плиты из сплава с пониженной сопротивляемостью деформациям ползучести в направлении под углом 45° к направлению нормали к плите возникает деформация поперечного сечения, что визуально проявляется в виде спиралевидных линий. В случае изотропного материала деформация сечения отсутствует, при этом на поверхности экспериментальных закрученных круглых образцов линии насечки остаются параллельными поперечным сечениям. Исследовано влияние пониженной сопротивляемости деформациям ползучести в сдвиговом направлении при деформировании оребренных пластин. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-07631.

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ДЮФФИНГА

Барабанов И.Н.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

ivbar@ipu.ru

Рассматривается задача существования изолированных периодических решений для системы, состоящей из идентичных осцилляторов Дюффинга. Предполагается, что между осцилляторами имеется взаимодействие, учитываемое по принципу «действие равно противодействию» и включающее малый числовой параметр. Приводятся достаточные условия существования изолированных периодических решений в случае стационарного и периодического взаимодействия.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ НА ГИБКИХ ОПОРАХ

Барагунов Т.М., Барагунова Л.А., Тилова З.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик

baragunoval@mail.ru

Рассматривается устойчивость вертикальной стойки переменного сечения с оттяжками на гибких опорах с неравномерно распределённой нагрузкой, которая широко используется в качестве опор линий передач, мачт, прожекторов, антенных устройств и т. д. Решение задачи точными аналитическими методами невозможно. Поэтому используется численный метод конечных разностей, что значительно упрощает определение собственных значений и функций. Анализ тестовых примеров подтверждает высокую точность результатов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНЫХ МАСС В КАМЕРЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ

Баракаев Н.Р.

Гулистанский государственный университет, г. Гулистан, Узбекистан

bnr_1967@mail.ru

Рассматривается процесс разделения частиц зерен на фракции по массе. Описывается разработанное устройство, содержащее распределитель в виде питающего валика, камеру фракционирования, разделенную на отсеки. Для обоснования параметров устройства по критерию фракционирования зерен по массе исследовано движение зерновой смеси, вылетающей из распределителя. Составлено уравнение движения зерновой смеси в камере фракционирования. Полученные выражения позволяют исследовать и определять параметры аппарата по массе в зависимости от начальной скорости, угла вылета, расстояния от распределителя до соответствующего отсека, высоты подъема частицы и коэффициента сопротивления воздуха. Работа выполнена при поддержке гранта ККРНТ РУз ИОТ-2014-2-31, совместно с Г.А. Бахадировым и А.Н. Шернаевым.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Баранов Н.А., Турчак Л.И.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва

baranov@ians.aero

На основе методов прямого численного моделирования рассматриваются особенности формирования вихревых следов за самолетами на различных этапах полета, включая режимы взлета-посадки, когда полет осуществляется на малой высоте с выпущенной механизацией. Рассмотрены особенности формирования вихревых следов при последовательном заходе на посадку двух самолетов. Кроме того, представлены результаты исследований аэродинамического влияния впереди летящего самолета на второй летательный аппарат в зависимости от их относительного расположения. Актуальность этих исследований определяется необходимостью решения проблемы обеспечения вихревой безопасности полетов в условиях интенсивных воздушных полетов. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-07-00276.

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ДЕФОРМАЦИОННЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПРЯМОГО УДАРА**

Баранова М.С., Осетров Д.Л., Осетров С.Л.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского*

mari.baranova18@gmail.com

Предлагается развитие экспериментально-расчетного подхода к исследованию прочностных характеристик упруговязкопластических материалов при неоднородном НДС. Интегральные характеристики (силы, перемещения и скорости перемещений) процесса деформирования образцов колпачкового типа при растяжении определяются методом прямого удара, а их напряженно-деформированное состояние – численным решением осесимметричной задачи. Получены результаты экспериментального и теоретического исследования процесса деформирования и разрушения образцов-колпачков при наличии концентраторов напряжений.

**КИНЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИНОБАКТЕРИЙ**

Баранова А.А.¹, Селянинов А.А.¹, Вихарева Е.В.²

Пермский национальный исследовательский политехнический университет¹

Пермская государственная фармацевтическая академия²

aabaranova20@gmail.com

Процесс биологической деструкции лекарственных средств с помощью актинобактерий рода *Rhodococcus* является экологически безопасным как для окружающей среды, так и для человека. Для валидации процесса в лабораторных и промышленных условиях необходима полная повторяемость реализаций с вероятностью 95%. Из-за равномерности параметров процесса по объему культуральной жидкости в колбе в лабораторных условиях достаточна оценка повторяемости по времени окончания процесса, критерием которого является предельная концентрация дротаверина гидрохлорида. Также в качестве критерия выбора достоверного закона распределения предложена дисперсия случайного процесса.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНЫ НА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДВУХФАЗНОЙ СМЕСИ

Баринов В.А., Басинский К.Ю.

Тюменский государственный университет

vbarinov@utmn.ru

Рассмотрена нелинейная задача о волнах на свободной поверхности двухфазной смеси. Для ее решения предложен асимптотический метод, с помощью которого найдено решение с точностью третьего приближения. Определены траектории частиц несущей и дисперсной фазы. Показано, что частицы как несущей, так и дисперсной фазы движутся по разомкнутым спиралевидным траекториям. Причем, более тяжелые по сравнению с несущей фазой дисперсные частицы всплывают, а более легкие притапливаются. Получено выражение переносной скорости Стокса для частиц обеих фаз.

**ДИНАМИКА ОБОЛОЧЕК ПЛАНЕТ И СПУТНИКОВ И ТЕОРИЯ
ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Баркин Ю.В.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

barkin@inbox.ru

Ключевым вопросом теории природных планетарных процессов на Земле и на других небесных телах является вопрос об источниках энергии их эндогенной активности и об основном механизме энергетического циклического возбуждения небесных тел. Мы предлагаем решение этой вековой проблемы на основе механизма возбуждения оболочек небесного тела внешними небесными телами. Планеты, спутники и Солнце представляют собой системы эллипсоидальных и эксцентричных оболочек (ядро, мантия и др.), которые совершают друг относительно друга малые поступательно-вращательные движения, деформационные и иные изменения под гравитационным влиянием всех окружающих небесных тел. Изучены приливы в вязкоупругой мантии планеты, которые порождаются гравитационными силами взаимодействия с подвижным ядром. Их изменение во времени приводит к рассеянию механической энергии в материале планеты (в мантии), которая переходит в тепло и формирует температурное поле внутри планеты. Получили интерпретацию и объяснение важнейшие планетарные процессы на Земле и других небесных телах, высокая эндогенная активность, цикличность, синхронность, активность полярных регионов и др.

**О ЗАДАЧЕ ГРАНИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ СТРУНЫ
С ЗАДАНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ В ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ МОМЕНТЫ ВРЕМЕНИ**

Барсегян В.Р.

Ереванский государственный университет, Институт механики НАН Республики Армения

barseghyan@sci.am

Исследуется задача граничного управления для уравнения колебания струны с заданными состояниями в промежуточные моменты времени, в частности, могут быть заданы только или значения прогиба, или скорости точек струны. Задача сводится к задаче с нулевыми граничными условиями и методом разделения переменных для произвольных чисел первых гармоник постро-

ено управляющее воздействие, используя методы теории управления конечномерными системами. В качестве приложения предложенного подхода построено управляющее воздействие для колебания струны с заданным прогибом точек струны в некоторый промежуточный момент времени.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНСТРУКЦИИ ПО ДАННЫМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Бартоломей М.Л.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

mbartolomey@mail.ru

Рассматривается трехмерная конечно-элементная модель здания торгового центра, на котором размещена автоматизированная система деформационного мониторинга. В основу принципа измерения осадок заложен метод гидронивелирования. Замеренные величины осадок использовались в математической модели как граничные условия. В результате обработки численных решений, определены наиболее «опасные» зоны конструкции с позиции напряженно-деформированного состояния; на основе накопленной информации об эволюции напряженно-деформированного состояния вычислена теоретическая разность осадок фундамента, приводящая к появлению трещин в плитах перекрытий. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-29-00172.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ДОВОДКЕ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Барышников Ю.Н.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

mhts@list.ru

В результате анализа существующих методов доводки автомобилей установлено, что на первый план сегодня выходят расчетные методы. Предложен поэтапный подход к расчету несущей системы карьерного самосвала. На первом этапе с помощью различных по сложности математических моделей определялись вертикальные нагрузки при наезде автомобиля на неровности дороги. Получены уравнения, которые позволяют рассчитать нагрузки в различных случаях наезда на основании результатов одного испытания. На втором этапе указанные нагрузки используются для конечно-элементного анализа прочности несущей системы. Приведены сравнительные результаты численных и натурных экспериментов.

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ НАД ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Барях А.А.¹, Епин В.В.², Цветков Р.В.²

Горный институт Уральского отделения РАН¹, г. Пермь

Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН², г. Пермь

flower@icmm.ru

Для контроля за деформационным состоянием зданий, расположенных в зоне техногенной аварии, связанной с затоплением калийного рудника, организован онлайн мониторинг, который включает в себя несколько различных систем. Рассматриваемый вариант состоит из сети датчиков, которые контролируют осадки фундаментов зданий методом гидростатического нивелирования. На основании этих данных также оцениваются изменения наклона земной поверхности в местах расположения зданий. В статье представлены результаты наблюдений за год работы. Полученные данные являются основой для анализа эволюционных зависимостей деформационных параметров и осуществления прогноза. Исследование выполнено за счет гранта Российского Научного Фонда (проект № 14-29-00172).

ОПИСАНИЕ ОПЫТОВ НА ПОЛЗУЧЕСТЬ СО СТУПЕНЧАТЫМ ДОГРУЖЕНИЕМ БЕТОНА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ОПЕРАТОР ТИПА НОРМЫ ЛЕБЕГА И ФУНКЦИЮ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Басалов Ю.Г., Ковальков В.К.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

basalov@yandex.ru

При участии авторов доклада проведены испытания на ползучесть бетона при высоких температурах. Обнаружены признаки «старения» материала при данных условиях. Предложено описание проведенных опытов с помощью нелинейных соотношений, основанных на обобщенной норме Лебега и функции «нестабильности». При определении констант и функций соотношений учтены общие физико-механические ограничения и характер поведения материалов при процессах ползучести и релаксации. Получены удовлетворительные результаты аппроксимации.

РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ СПИРАЛЬНЫХ ВОЛН В АОРТЕ

Батищев В.А., Гетман В.А.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

batishev-v@mail.ru

Исследована математическая модель коротких спиральных волн в восходящей аорте. Спиральное течение вызвано вращающимся потоком крови, поступающим в аорту из левого желудочка сердца. Построены численные и асимптотические решения модели. Показано, что во время систолы возможно одноразовое изменение направления вращения крови в аорте в течение небольшого промежутка времени. Механизмом переноса коротких спиральных волн являются стационарный поток и длинные продольные волны. Упругие свойства стенок сосудов оказывают слабое влияние на короткие волны.

НОВЫЕ СЕМЕЙСТВА СИММЕТРИЧНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ ХИЛЛА

Батхин А.Б.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

batkhin@gmail.com

Рассматривается обобщение небесно-механической задачи Хилла, которое позволяет с помощью порождающих периодических решений синодической задачи Кеплера получить новые семейства орбит задачи Хилла. Описаны бифуркации положений равновесия и основных двоякосим-метричных периодических решений задачи Кеплера. Найдены новые семейства симметричных решений, которые содержат орбиты перелета между коллинеарными точками либрации.

ГИДРОУПРУГИЕ ВОЛНЫ СВОБОДНОГО ЛЕДОВОГО ПОКРОВА В КАНАЛЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Батяев Е.А., Хабахпашева Т.И.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

john@hydro.nsc.ru

Рассмотрена задача о распространении изгибно-гравитационных волн в покрытом льдом канале. Толщина ледовой пластины постоянна и мала по сравнению с глубиной канала, а её края вдоль стенок канала свободны. Ледовый покров описывается в рамках линейной теории упругих пластин, течение жидкости полагается потенциальным. Определены дисперсионные соотношения и изгибающие деформации льда. Предложена приближенная аналитическая формула для дисперсионных соотношений, с высокой точностью справедливая для первых мод. Проведено сравнение упругих и гидродинамических характеристик изгибно-гравитационных волн для случаев свободного и примороженного к стенкам канала ледового покрова и исследовано распределение напряжений в нем.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСХОДЯЩИХ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ

Баутин С.П.¹, Абдубакова Л.В.², Баранникова Д.Д.², Казачинский А.О.¹, Крутова И.Ю.³,
Мезенцев А.В.¹, Обухов А.Г.⁴, Сорокина Е.М.⁵

Уральский государственный университет путей сообщения¹, г. Екатеринбург

Тюменский государственный университет²

Снежинский физико-технический институт³, г. Снежинск

Тюменский государственный нефтегазовый университет⁴

Тюменское высшее военное-инженерное командное училище⁵

SBautin@usurt.ru

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований восходящих закрученных потоков, встречающихся в природе в виде смерчей, торнадо и тропических циклонов. Для системы уравнений газовой динамики и для полной системы уравнений Навье–Стокса доказаны теоремы о существовании и единственности решений конкретных начально-краевых задач, которые, в частности, устанавливают, в какую сторону вращаются торнадо и тропические циклоны, а также огненные вихри, закрученные в другую сторону. Численно построены решения указанных систем уравнений с частными производными, моделирующие течения газа от самых простых плоских спиральных до трехмерных нестационарных. Результаты расчетов согласуются как с данными натурных наблюдений, так и с результатами лабораторных экспериментов. По результатам лабораторных экспериментов предложена схема натурного эксперимента, целью которого является выход на самоподдерживающийся режим функционирования восходящего закрученного потока.

О ВЛИЯНИИ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА НА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНЫХ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН

Бауэр С.М., Воронкова Е.Б.

Санкт-Петербургский государственный университет

e.voronkova@spbu.ru

Для круглых трансверсально-изотропных пластин исследуется влияние неоднородности пластины на частоты ее собственных колебаний. Показано, что и неоднородность, и анизотропия оказывают существенное влияние на величину собственных частот. Различие тангенциальных и нормальных модулей упругости оказывает большее влияние на частоты высших порядков. Неоднородность пластины больше влияет на низшие частоты. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-06311.

МОДЕЛИ ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК В ЗАДАЧАХ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ТОНОМЕТРАМИ АППЛАНАЦИОННОГО ТИПА

Бауэр С.М., Воронкова Е.Б., Ермаков А.М.

Санкт-Петербургский государственный университет

s_bauer@mail.ru

Рассматривается задача о напряженно-деформированном состоянии корнеосклеральной оболочки глаза при воздействии тонометра с плоским основанием. Особое внимание уделяется анализу возможного отделения роговицы глаза от тонометра, что может приводить к заниженным показаниям внутриглазного давления. В основу решения задачи положена теория оболочек средней толщины Папия-Спиро. Для моделирования больших деформаций используется метод последовательных нагружений, который

реализуется линеаризацией нелинейных уравнений равновесия или минимизацией упругого потенциала оболочки на каждом шаге нагружения. Исследуется зависимость показателей ВГД от механических параметров роговицы. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-06311.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ПОДАЧИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗОНУ ОБРАБОТКИ

Бахадиров Г.А., Сайдахметова Н.Б., Умаров А.А.

Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при Ташкентском государственном техническом университете, г. Ташкент, Узбекистан

instmech@rambler.ru

Рассматривается вопрос транспортирования, расправки и подачи листовых материалов, в частности кожевенного полуфабриката в зону обработки. Разработано новое устройство, которое позволяет расправить складки листового материала по всем направлениям плоскости обработки. Устройство содержит ведущий и ведомый валы, огибаемые замкнутыми бесконечными струнами. Между ветвями струн размещена подвижная опора с наклонными колками, в виде стержней на упругих основаниях. Составлено уравнения движения колка. Установлено, что на процесс расправки влияют коэффициент трения между обрабатываемым материалом и материалом колка, жесткость упругого закрепления колка, длина и угол наклона колка. Работа выполнена при поддержке гранта РУз ККРНТ ГНТП: КА-3-017-КА-5-002 и А-3-61.

ОСОБЕННОСТИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ В АО «УЗМЕТКОМБИНАТ»

Бахадиров К.Г.

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

bahadirov@mail.ru

Приведен краткий анализ современного состояния исследований, проводимых по обработке металлов давлением, в частности, разработке технологий и техники асимметричной прокатки и термической обработки металлов. Изучена технология и оборудования прокатного производства АО «Узметкомбинат», разработаны технологические схемы производства прокатки меди и её сплавов в условиях АО «Узметкомбинат». Из числа возможных вариаций и режимов выбраны оптимальные применяемые режимы и технология холодной прокатки и отжига рулонной медной полосы для последующего проведения анализа и сравнения с технологическими режимами асимметричной прокатки.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОПРЕДЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ГРУНТОМ ПРИ ИХ ОТНОСИТЕЛЬНОМ СДВИГЕ

Баходиров А.А., Логинов П.В.

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

bahodirov_76@mail.ru

На границе контакта твердых тел с грунтом обычно принимаются классические условия полного «прилипания», т. е. относительное сдвиговое перемещение равняется нулю. В этом случае необходимо совместно решать систему уравнений, описывающих процессы динамического деформирования как в твердом деформируемом теле, так и в грунте. В большинстве случаев рассматривается деформирование самого твердого тела с заданием сил взаимодействия на его поверхности контакта с грунтом. В последнем случае необходимо задавать условие взаимодействия твердого тела с грунтом, из которого определяются силы трения (взаимодействия). В докладе обсуждаются преимущества и недостатки этих условий взаимодействия.

ОБРАТИМЫЕ СТРУКТУРЫ РАЗРЫВОВ, ОПИСЫВАЕМЫЕ УРАВНЕНИЯМИ ТРУБЫ С УПРУГИМИ СТЕНКАМИ

Бахолдин И.Б.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

ibbakh@yandex.ru

Рассматриваются уравнения трубы с упругими стенками: труба с контролируемым давлением, труба, наполненная жидкостью, газонаполненная труба, модель с учетом жесткости на изгиб. Эти уравнения обладают сложными нелинейными и дисперсионными свойствами. Разработаны методы численного расчета этих уравнений. На основе общей теории обратимых разрывов (кинков) исследуются уединенные волны и структуры разрывов, возникающие в таких моделях.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАСООБМЕНА В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ТЕЧЕНИЯ

Бачурина М.В., Казаков А.В., Труфанова Н.М.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

bachurinamaria@gmail.com

Рассмотрено многослойное течение аномально-вязких расплавов полимеров в адаптерной головке при наложении многослойного полимерного покрытия на кабель. Выбран метод расчета технологических параметров процесса экструзии, представлена математическая модель сложного неизоэнтальпического многослойного течения в трехмерной постановке, приведен способ численной реализации модели. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-96034.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА В КАНАЛАХ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Баянов Р.И.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

rinat.bayanov.90@mail.ru

Представлены результаты численного моделирования динамики парагазокапельной смеси в плоском канале переменного сечения. В качестве метода решения уравнений газовой динамики выбрана схема МакКормака. Построена криволинейная расчетная сетка, адаптированная к профилю канала. В качестве схемы фазовых переходов выбрана равновесная модель. При сравнении результатов расчетов с данными эксперимента получено совпадение с точностью лучше 3.5%.

ЗАТУХАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ В НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

Бегматов А.

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент

begmatov_ab@rambler.ru

Рассматривается распространение поверхностных затухающих волн, аналогичных волнам Релея и Лява в неоднородной среде: полуограниченная изотропная упругая среда расположена под слоем идеальной несжимаемой жидкости конечной толщины; полуограниченная насыщенная пористая (двухфазная) среда расположена под изотропной упругой прослойкой. Получены приближенные формулы для вычисления скорости распространения поверхностных волн и коэффициента затухания (в случае чисто сдвиговых волн). Выявлены случаи наличия и отсутствия дисперсии волн.

ПОЛЗУЧЕСТЬ И ПЛАСТИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ СКРУЧИВАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Бегун А.С.¹, Ковтанюк Л.В.¹, Лемза А.О.²

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН¹, г. Владивосток

Дальневосточный федеральный университет², г. Владивосток

asustinova@mail.ru

Исследуется ротационное движение материалов, проявляющих упругие, пластические и вязкие свойства, в зазоре между двумя жесткими цилиндрами. Решение задачи строится в рамках теории больших упруговязкопластических деформаций, которая основана на дифференциальных определениях для обратимых и необратимых деформаций. Исследуется влияние реологических свойств материала на условия зарождения пластического течения, его развитие и разгрузку при увеличивающемся, уменьшающемся и постоянном нагружающем усилиях. Для расчета полей перемещений, деформаций и напряжений построена конечно-разностная схема.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ И ТЕПЛОВОЙ РЕЛАКСАЦИИ ЧАСТИЦ ЗА ПРОХОДЯЩЕЙ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

Бедарев И.А.

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

г. Новосибирск

bedarev@itam.nsc.ru

Проведено численное моделирование взаимодействия ударной волны с системой неподвижных или релаксирующих частиц. Описаны режимы обтекания частиц, проведен параметрический анализ влияния начальных параметров изучаемого явления на картину течения. Рассчитаны зависимости коэффициента сопротивления частиц от числа Маха за ударной волной при фиксированном числе Рейнольдса. Определена динамика теплообмена для частиц различного размера (1 мкм – 1 мм) для выявления процесса тепловой релаксации при прохождении ударной волны по частицам. Проведены оценки времени тепловой и скоростной релаксации частиц в зависимости от числа Рейнольдса и сделано сравнение с эмпирическими зависимостями.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ОШИБОК РЛС ПУТЁМ СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ ИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Бедин Д.А.¹, Ганебный С.А.², Иванов А.Г.¹, Федотов А.А.¹

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН¹, г. Екатеринбург

ООО Фирма «Новые информационные технологии в авиации»², г. Санкт-Петербург

iagsoft@imm.uran.ru

Описаны три подхода к решению проблемы оценивания систематических ошибок в измерениях РЛС, полученных из нескольких перекрывающихся областей наблюдения. Ни одна из РЛС не рассматривается в качестве эталона. Систематические ошибки определяются путём обработки измерений РЛС за счет избыточности в радиолокационных данных. Предложенные методы могут быть использованы в современных комплексах систем управления воздушным движением.

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛАЗЕРОМ

Беднова В.Б.¹, Тарасова Н.А.¹, Юмашева М.А.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

msu.mmf.vb@gmail.com

С помощью уравнений термоупругости анализируется напряженно-деформированное состояние элементов конструкций при быстром нагреве. Решены задачи по определению температурных напряжений при интенсивной тепловой обработке образцов балочного типа и в виде тонкого диска с центральным отверстием. Задача теплопроводности в одномерной постановке с учетом теплообмена решается с использованием приближенного метода расчета нестационарных температурных полей, что позволяет получить аналитические выражения для температуры и напряжений. Показано, что обдув боковых поверхностей и механическое преднапряжение можно использовать как средство защиты от возникновения трещин.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ГОРЕНИЯ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА N-ДЕКАН / ВОДОРОД В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

Безгин Л.В., Титова Н.С., Торохов С.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

leon@ciam.ru

Проведен сравнительный анализ воспламенения и горения смеси n-декана (суррогат керосина) с водородом в различных пропорциях в сверхзвуковом потоке в проточном реакторе и при диффузионном горении в модельной камере сгорания (КС) высокоскоростного воздушно-реактивного двигателя (ВРД). Для расчетов использован редуцированный кинетический механизм окисления пдекана в воздухе, разработанный авторами и справедливый при температуре выше 1000 К. Продемонстрирована интенсификация воспламенения и горения смесового топлива по сравнению как с чистым пдеканом, так и с чистым водородом при определенных условиях.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ ДВИЖЕНИЙ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ПОЛОСТЬЮ С ЖИДКОСТЬЮ БОЛЬШОЙ ВЯЗКОСТИ

Безгласный С.П., Красников В.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет

bezglasnsp@rambler.ru

Решена задача о построении асимптотически устойчивых произвольно заданных программных движений твердого тела с полостью, целиком заполненной вязкой жидкостью. Решение получено синтезом программного управления, приложенного к системе, и стабилизирующего управления по принципу обратной связи. Управление построено в виде точного аналитического решения в классе непрерывных функций. Задача решена на основе прямого метода Ляпунова теории устойчивости с использованием функций Ляпунова со знакопостоянными производными. Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России №9.540.2014/К.

О МИКРОКОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЯХ В ВЕРТИКАЛЬНОМ КАНАЛЕ

Бекежанова В.Б.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

bekezhanova@mail.ru

Исследовано новое инвариантное решение уравнений микроконвекции, используемых для изучения конвекции в микромасштабах и/или в слабых силовых полях. В зависимости от значений параметров задачи и типа граничных условий для температуры решение описывает три класса течений в вертикальном канале с твердыми стенками. Исследована устойчивость течений расплава диоксида кремния относительно пространственных возмущений. Предложен аналог преобразования Сквайра, позволяющий свести пространственную задачу к плоской, на основе решения которой получены характеристики возникающих конвективных структур. Доказано существование затухающих колебательных режимов.

ГРАДИЕНТНЫЕ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ. ЗАЧЕМ НУЖНЫ СЛОЖНЫЕ И ОЧЕНЬ СЛОЖНЫЕ ТЕОРИИ

Белов П.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

BelovPA@yandex.ru

Рассматриваются постановки задачи растяжения составной полосы в рамках иерархии градиентных теорий упругости, начиная с классической теории. Последовательно рассматриваются следующие теории: классическая теория упругости, с тремя граничными условиями в каждой неособенной точке поверхности; теория Коссера, с шестью граничными условиями в каждой неособенной точке поверхности; «простейшая» теория сред с полями сохраняющихся дислокаций, с девятью граничными условиями в каждой неособенной точке поверхности; теория Миндлина, с двенадцатью граничными условиями в каждой неособенной точке поверхности. Показано, что сингулярные решения в классической теории упругости, появляющиеся на стыке двух полос разной ширины, являются формальным математическим результатом. В более сложных градиентных теориях напряжения ограничены. Также дано объяснение эффекту Андреева – существованию невязки интеграла от классических растягивающих напряжений и растягивающей силы.

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТА В СЛОЕ СНЕГА ПРИ НАГНЕТАНИИ МЕТАНА

Белова С.В.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

svetlanav.86@mail.ru

Рассмотрен процесс образования гидрата метана в слое снега при нагнетании газа. Примем, что гидратообразование определяется диффузией газа через гидратную корку. Получена система дифференциальных уравнений для давления, температуры, гидратонасыщенности в пласте снега, которая позволяет оценить влияние значений коэффициента диффузии и начальной объемной снегонасыщенности среды на динамику и интенсивность процесса гидратообразования.

ПОЛОГИЕ ОБОЛОЧКИ И ПЛАСТИНКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ ПО ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ВРЕМЕННОЙ КООРДИНАТАМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Белосточный Г.Н., Мыльцина О.А.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

belostochny@mail.ru

На основе несвязной термоупругости в рамках модели типа Лява рассматриваются геометрически нерегулярные пластинки и различных очертаний пологие оболочки (двойкой кривизны и постоянного кручения) под действием линейного по толщине температурного поля. В случае оболочки двойкой кривизны предполагается, что два противоположных края нагружены быстропеременными по пространственной координате усилиями и моментами заданной интенсивности. Основные поверхности оболочки теплоизолированы. Оболочка постоянного кручения находится в условиях конвективного теплообмена через основные поверхности с окружающей средой и на малом временном интервале () внешняя поверхность подвергается воздействию сосредоточенной силы, которое сопровождается скачкообразным изменением температуры со стороны окружающей среды. Геометрически нерегулярная пластина испытывает то же температурно-силовое воздействие, что и оболочка постоянного кручения. При этом учитывается линейное демпфирование. Методами суперпозиции одинарных и двойных тригонометрических рядов с переменными коэффициентами и других функций, структура которых, определяется неоднородностью краевых условий, получены в замкнутом виде решения статической (в случае оболочки двойкой кривизны) и динамической (в случае оболочки постоянного кручения и геометрически нерегулярной пластинки) задач. На основании аналитических решений строятся многочисленные трехмерные изображения термических поверхностей, поверхностей функций прогиба и графики изменений положений различных точек срединных поверхностей и плоскостей термоупругих тонкостенных систем при различных значениях температурных величин, интенсивности силовых нагрузжений границ, геометрических параметров и числа Био. Количественный анализ термоупругого поведения оболочек и пластин позволил выявить ряд закономерностей полезных в практических целях.

ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Белых С.В.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

belykh.sergey@list.ru

Развитие методов компьютерного моделирования и внедрение на производствах систем CAD/CAM/CAE/PDM технологий позволило значительно автоматизировать многие производственные процессы. Внедрение и широкое использование оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) дает возможность значительно повысить производительность и точность изготовления. Наиболее ярким примером внедрения систем автоматизированного изготовления деталей является механообрабатывающее производство. Задача широкого применения автоматизированных систем в заготовительно-штамповочном производстве (ЗШП) до сих пор полностью не решена. В этом случае встает вопрос: есть ли необходимость в автоматизации производственных процессов в ЗШП? Здесь следует отметить, что изготовление деталей из листов, профилей, труб далеко не всегда интуитивно понятно и часто реализация того или иного процесса во многом зависит от опыта работника. Даже при наличии подробной технологической инструкции разные люди будут по-разному изготавливать эти детали и, в результате один может получить кондиционную деталь, а другой доведет материал до разрушения. В результате целью автоматизации становится максимально исключить человека из процесса, отдать управление процессом ЧПУ, результат – высокая повторяемость и точность. Такие системы уже широко используются на производствах: здесь можно выделить обтяжное оборудование, профиле и трубогибочные станки различных модификаций, пресса для гибки панелей с использованием свободной гибки. Однако, как показывает практика использования такого оборудования, наличие ЧПУ позволяет повысить повторяемость движения рабочих элементов самого оборудования и не всегда приводит повышению качества деталей. Причиной этого является разброс механических характеристик деформируемого материала не только от партии к партии и от одного поставщика к другому, но и может изменяться в рамках одной партии материала, а также зависеть от особенностей организации производственного процесса на конкретном предприятии. Одной из задач, решаемых сотрудниками ФГБОУ ВПО «КНАГТУ» в рамках отработки процессов автоматизации процессов в ЗШП, является разработка методик корректировки управляющих программ для формообразующего оборудования с ЧПУ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА

Беляев А.Ю.¹, Чудинов В.С.²

Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь

Пермский государственный национальный исследовательский университет²

belyaev@icmm.ru

Изготовление биосовместимых имплантатов из полиуретана, обработанного плазмой, является очень перспективным. В процессе обработки плазмой поверхность полиуретана приобретает уникальные физико-химические свойства. Однако такая обработка может изменить механические свойства полиуретана, что может негативно отразиться на деформационном поведении реального имплантата. В связи с этим необходимо тщательное исследование механических свойств модифицированного плазмой полиуретана. Данная работа посвящена исследованию упругих характеристик обработанного плазмой полиуретана и моделированию деформационного поведения реального биоимплантата изготовленного из такого материала. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-01-96009_р_урал_а и грантом РФФИ № 14-08-96003_р_урал_а, а также Министерством образования Пермского Края, соглашение (С-26/632).

ОТРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ «ПРОГРЕСС» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ДАТЧИКОМ КОНВЕКЦИИ «ДАКОН-М»

Беляев М.Ю., Матвеева Т.В., Монахов М.И., Рулев Д.Н., Борисенко Ю.Н., Жуков Д.Н.

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва, г. Королёв

Dmitry.Rulev@rsce.ru

Описаны эксперименты по выбору режимов неуправляемого вращательного движения транспортных грузовых кораблей «Прогресс» для проведения экспериментов в условиях микрогравитации, в частности, с датчиком конвекции ДАКОН-М. Приведены результаты определения вращательного движения кораблей «Прогресс» в режимах одноосной солнечной ориентации и одноосной гравитационной ориентации вращающегося спутника. Полученные результаты показывают, что рассмотренные режимы обеспечивают комфортные условия для выполнения многих экспериментов в условиях микрогравитации, позволяют рационально планировать такие эксперименты и рассчитывать квазистатические микроускорения, возникающие при их проведении.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ЗАКАЧКЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕАГЕНТА В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫЙ ПЛАСТ

Беляев Р.В.¹, Беляева А.С.², Киреев В.Н.³, Урманчеев С.Ф.³

ОАО «Башнефтегеофизика»¹, г. Уфа

Башкирский государственный аграрный университет², г. Уфа

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН³, г. Уфа

p848xp@mail.ru

Предложена математическая модель вытеснения высоковязкой нефти смешивающимся с ней раствором нового многофункционального реагента, полученного рециклингом кислого гудрона, с учетом его физико-химических свойств и действия внутрипластовых капиллярных сил. Проведено численное моделирование процесса двухфазной фильтрации и получены характерные распределения гидродинамических параметров для случая однородного пласта. Определены коэффициенты безводной и конечной нефтеотдачи при закачке растворов реагента различной концентрации в низкопроницаемый пласт. Теоретически и экспериментально показана эффективность многофункционального реагента на основе кислого гудрона для увеличения нефтеотдачи. Работа выполнена при частичной поддержке Программы фундаментальных исследований ОЭММПУ РАН (ОЭ-12).

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ВОЛНОВОЕ ПОЛЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНОГО СЛОЯ

Белянкова Т.И., Калинин В.В.

Южный научный центр РАН, г. Краснодар

belen415@mail.ru

В рамках линеаризованной теории упругости на примере задачи о сдвиговых гармонических колебаниях преднапряженного функционально-градиентного слоя исследовано влияние типа неоднородности, интенсивности изменения плотности материала и характера начальных воздействий на структуру и особенности распространения поверхностных волн. В предположении однородности начально деформированного состояния рассмотрены модели жесткого и мягкого функционально-градиентного включения с равной и произвольной интенсивностью изменения плотности материала. Показана возможность смещения резонансных частот и управления резонансными явлениями за счет изменения начальных воздействий, структуры и свойств материала.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ШУМА
ДО- И СВЕРХЗВУКОВЫХ СТРУЙ ИЗ СОПЕЛ РАЗНЫХ ТИПОВ
RANS/ILES-МЕТОДОМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

Бендерский Л.А., Любимов Д.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

leosun.ben@gmail.com

С помощью RANS/ILES-метода высокого разрешения проведены расчеты горячих и холодных дозвуковых струй из конического сопла и сверхзвуковых струй из биконического сопла. Показано влияние температуры и числа Маха на срезе сопла на распределения пиковых значений турбулентных пульсаций скорости, статического давления и статической температуры в слое смешения струй. Исследованы характеристики общего уровня шума в ближнем и дальнем поле струй. Получено влияние на 1/3-октавные спектры шума в дальнем поле дозвуковых и сверхзвуковых струй.

**МЕТОД ПРОСТОЙ ИТЕРАЦИИ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ПРИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ СФЕРИЧЕСКОГО СОСУДА
ИЗ РАЗУПРОЧНЯЮЩЕГОСЯ МАТЕРИАЛА**

Бердников К.В., Стружанов В.В.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

kir.berdnikov@mail.ru

Рассматривается сферический сосуд, свойства материала которого описываются моделью Генки с разупрочнением. Деформирование сосуда осуществляется при задании равномерного внешнего давления. Строится метод расчета напряженно-деформированного состояния, который сводится к классическому методу простых итераций. Исследуется сходимость предлагаемого метода, а также устанавливается его механический смысл. Анализируется связь между началом расходимости метода и потерей устойчивости процесса деформирования. Приведен пример расчета, демонстрирующий предлагаемый алгоритм.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ
МЕТРОПОЛИТЕНА, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С СУХИМИ
И ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ**

Бережной Д.В.¹, Балафендиева И.С.², Секаева Л.Р.¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Институт экономики, управления и права², г. Казань

berezhnoi.dmitri@mail.ru

Дана постановка задачи численного моделирования конечных деформаций в упругопластических грунтовых средах. В рамках конечно-элементного анализа реализована и апробирована методика решения задачи упругопластического деформирования грунтовых массивов на основе определяющих соотношений между приращениями истинных напряжений и деформаций. Для моделирования взаимодействия между деформируемыми конструкциями и грунтовыми средами используется специальный «контактный» конечный элемент, позволяющий учесть все случаи взаимодействия контактирующих поверхностей. Решен ряд модельных и практических задач по определению напряженно-деформированного и предельного состояния сухих и водонасыщенных грунтов, а также задач деформирования кольца обделки тоннеля метрополитена, в том числе и состоящего из отдельных контактирующих между собой блоков, расположенного в грунте сложной физической природы. Показана необходимость решения контактной задачи для моделирования взаимодействия бетонных блоков кольца обделки. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-01-05686, № 15-07-05380.

**СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТОНОМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ВОЗМОЖНОСТИ ХОДЬБЫ ЧЕЛОВЕКА С НАРУШЕНИЕМ ФУНКЦИЙ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Березий Е.С., Кузмичев А.В.

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,

г. Москва

k.bereziy@exoatlet.ru

Рассматривается синтез алгоритма управления движением экзоскелетона, обеспечивающего движение подобное паттерну ходьбы ног здорового человека с учетом переката стопы для людей, страдающих нарушением функций опорно-двигательного аппарата.

**ДЕФОРМИРОВАНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ДИЛАТИРУЮЩИХ
РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ**

Березин А.В., Сахнов Д.А.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

sachnov.math@mail.ru

Рассмотрены определяющие соотношения для дилатирующих разномодульных сред. Такие материалы получили широкое распространение в машиностроении, к ним принадлежит достаточно широкий класс горных пород, огнеупоры, керамические материалы, графитовые материалы. Следует также отметить, что подобное поведение присуще большинству материалов в стадии предразрушения до момента формирования трещины. Строится механика разрушения для изотропных тел с трещинами, описы-

ваемыми соотношениями, включающими отношения инвариантов тензора напряжений. Оценена скорость сходимости итерационного процесса. Разработан метод вычисления и приведены коэффициенты интенсивности для тел в случае трех видов разрушения.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ГИБКОГО ТКАННОГО КОМПОЗИТА

Берендеев Н.Н.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

earl13@mail.ru

Рассмотрен вопрос идентификации параметров модели, описывающей процесс двухосного растяжения гибкого тканного композита. Модель основана на применении концепции представительной объемной ячейки. Ход процесса накопления повреждений разбит на стадии расслоения матрицы и вычленения волокон в нитях композитного материала. В качестве базового эксперимента при проведении идентификации параметров модели с учетом искажения структуры, выбрано внеосевое растяжение образца материала. Рассмотрен пример решения задачи идентификации. Результаты решения задачи показали хорошее качественное и количественное совпадение экспериментальных и модельных диаграмм растяжения.

ГИПЕРБОЛОИДНАЯ МОДЕЛЬ УГЛЕРОДНОЙ СВЯЗИ В НАНОМАТЕРИАЛАХ

Беринский И.Е.¹, Кривцов А.М.², Лыбашева О.С.²

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

iberinsk@gmail.com

Предлагается новая механическая модель межатомной связи, которая может использоваться для описания упругих свойств аллотропных форм углерода, таких как графен, алмаз, фуллерен и углеродная нанотрубка. Связь представлена в виде стержневой конструкции, выстроенной в форме гиперboloида. Для данной связи рассчитываются упругие характеристики и показывается, что предложенная модель, в отличие от известных предыдущих, позволяет задать известное из эксперимента соотношение продольной жесткости связи к поперечной. Полученные формулы для жесткостей связи подтверждаются с использованием конечно-элементной модели стержневой гиперboloидной конструкции.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОМЕНТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ УПРУГОГО ПОВЕДЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА

Беринский И.Е.¹, Кузькин В.А.¹, Панченко А.Ю.², Подольская Е.А.¹

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

artemqt@yandex.ru

Построена математическая модель для описания механических свойств дисульфида молибдена и получены параметры парного моментного потенциала взаимодействия Mo-S, и парных силовых потенциалов Mo-Mo и S-S. Вычисленные компоненты тензора жесткости одного слоя MoS₂ согласуются с результатами, полученными экспериментально, а также расчетами на основе теории функционала плотности. Проведено моделирование процесса индентирования листа MoS₂ иглой атомно-силового микроскопа и сравнение с результатами эксперимента. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-31487 мол_а, 15-31-20363 мол_а_вед и гранта Президента Российской Федерации № МК-4873.2014.1

ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Бертяев В.Д.

Тульский государственный университет

vit_59@mail.ru

Проводится анализ современного состояния образования в РФ. Рассматривается вопрос повышения его эффективности и предлагается технологическая модель применения информационных технологий при изучении теоретической механики. Излагается опыт применения информационных технологий при изучении теоретической механики на инженерных специальностях и направлениях подготовки в Тульском государственном университете.

ОБ ОПЕРАТОРНОМ ПОДХОДЕ ПРИ РАСЧЁТЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бессонов Л.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

lexx.besson@gmail.com

Как известно, для широкого класса нелинейных моделей оболочечных конструкций может быть построена последовательность операторных уравнений, последовательность решений которых сходится в пространстве Соболева к функции прогиба, которая является решением соответствующей модели. При нахождении решений операторных уравнений, как правило, используется метод Бубнова-Галёркина, реализация которого требует построение ортогональной системы функций, удовлетворяющих граничным условиям. В докладе показан способ построения ортонормированного базиса для решения операторных уравнений методом Бубнова-Галёркина для оболочек с произвольной конфигурацией границ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ПЛАСТИЧНОСТИ ВОКРУГ ТРЕЩИНЫ ГРИФФИТСА

Бибосинов А.Ж., Искакбаев А.И., Бекбауов Б.Е.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

bibossinov@gmail.com

С использованием структурного критерия прочности Нейбера–Новожилова получена формула критической нагрузки для плоских тупых и острых трещин. На основании полученных результатов проводится моделирование острой трещины в виде тонкого эллипса с отношением малого и большого полуосей один к десяти. С применением программного пакета OpenFOAM, посредством создания решателя для малых упругопластических деформаций, найдены формы и размеры пластической зоны вокруг трещины Гриффитса. Размеры зоны пластичности по результатам вычислений удовлетворительно совпадают с данными экспериментальных исследований Хана и Розенфильда, а формы – с данными Тьюба.

ЧИСЛЕННОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ НАГРУЖЕНИИ МЕТАЛЛОВ

Билалов Д.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

ledon@icmm.ru

Исследование посвящено численному моделированию и экспериментальному изучению процесса динамического нагружения металлических образцов на установке Гопкинсона–Кольского с целью объяснения механизмов локализации пластического течения и разрушения металлов. В ходе эксперимента были получены диаграммы деформирования и поле распределения температуры боковой поверхности образцов, проведено численное моделирование стадийности локализации деформации. Деформированные образцы подвергались структурным исследованиям, что позволило подтвердить предположение о роли структурных переходов при формировании разрушения адиабатическим сдвигом, обеспечивающих локализацию деформации.

ПОСТРОЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО ОБОБЩЕННОГО H_∞ -ОПТИМАЛЬНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ОБЪЕКТА ПО ДИСКРЕТНЫМ ПО ВРЕМЕНИ НАБЛЮДЕНИЯМ

Бирюков Р.С.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

ruslan.biryukov@gmail.com

Для линейного непрерывного объекта с неизвестным начальным состоянием и ограниченным внешним возмущением рассматривается задача синтеза гарантированного оптимального фильтра в форме наблюдателя, который бы наилучшим образом оценивал неизмеряемые переменные системы по ее дискретному измеряемому выходу. Под внешними возмущениями понимаются как возмущения, действующие на объект, так и ошибки, возникающие при измерениях. В качестве критерия, отражающего показатель качества фильтрации, выбирается уровень гашения возмущений системы, описывающей эволюцию вектора невязки. Указанная величина определяется как наибольшее отношение суммарной «энергии» ошибки оцениваемых переменных к суммарной «энергии» возмущений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДЖИГА И ГОРЕНИЯ АЛЮМИНИЗИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ

Битюрин В.А., Великодний В.Ю., Дыренков А.В., Попов В.В.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

Vvelikodny@mail.ru

Рассмотрены процессы горения и поджига, а также гидродинамика течений в одном из узлов, входящих в двухконтурный гиперзвуковой прямоточный двигатель (ГПВРД). Этот узел служит для поджига основного сверхзвукового топлива – воздушного потока на участке разгона при числах Маха в набегающем потоке $3 < M < 6$. Исследовано влияние добавок алюминия, алюминия и воды на процессы стабилизации горения и поджига керосино-воздушной смеси. Показано, что применяемый нами импульсный разряд резонансного типа дает снижение времени задержки воспламенения в 10^3 по сравнению с поджигом в отраженной ударной волне. Добавки алюминия в топливо дают дополнительно в 2–3 раза снижение времени задержки воспламенения, значительно увеличивают дальность горения струи. Исследовано влияние ударноволновых процессов на барботированный керосин при его распылении и поджиге. Разработаны теоретические основы процессов дробления капель и пузырьков в ударных волнах с учетом дальнедействующей силы взаимодействия компонентов гетерогенной среды.

ВИБРАЦИОННАЯ МЕХАНИКА – РАЗВИТИЕ ОБЩЕГО ПОДХОДА, НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Блехман И.И.

Институт проблем машиноведения РАН, НПК «Механобр-техника», г. Санкт-Петербург

iliya.i.blekman@gmail.com

Кратко излагаются положения вибрационной механики – общего подхода к исследованию колебательных воздействий на нелинейные механические системы. Инициированный на основе классических трудов российских ученых, этот подход ныне интен-

сивно развивается во многих странах. Он послужил основой создания вибрационных машин и технологий. В числе новых результатов – расширение области применимости подхода, его обобщение на любые нелинейные динамические системы, обнаружение и исследование новых закономерностей вибрационного разделения сыпучих смесей, исследование поведения тел вблизи границы двух сред (вибрационное взвешивание и повышение плавучести тел).

ТРАНСЗВУКОВОЙ ПЕРЕХОД: ОСОБЕННОСТИ, СОПУТСТВУЮЩИЕ ЯВЛЕНИЯ, МОДЕЛИ, ПОДХОДЫ, ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЕМ

Богданов А.Н.¹, Диесперов В.Н.², Жук В.И.³, Королёв Г.Л.⁴

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН³, г. Москва

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского⁴, г. Жуковский

bogdanov@imec.msu.ru

Рассмотрен ряд проблем трансзвукового течения. Проведено уточнение границ применения аналитических моделей нестационарного свободного вязко-невязкого взаимодействия на трансзвуковых скоростях. Выяснен ряд особенностей поведения слабых возмущений свободного взаимодействия трансзвукового пограничного слоя, в том числе пространственных. Проведены расчеты пространственного трансзвукового обтекания поверхности с неровностью, продуцирующей возникновение сверхзвуковой зоны. Указаны некоторые способы управления трансзвуковым течением (стабилизация пограничного слоя гасителем возмущений). Высказана гипотеза о возможном механизме трансзвукового бафтинга.

ДВУХКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТОРООБРАЗНОЙ ОБОЛОЧКИ КРАШ-БОКСА

Богданов В.В., Богомольный В.М., Репрев М.Ю.

Университет машиностроения (МАМИ), г. Москва

bogdanov@mami.ru

Рассмотрено напряжённо-деформированное состояние краш-бокса в виде торообразной оболочки с отрицательной гауссовой кривизной срединной поверхности (катеноид). В качестве одного критерия динамической прочности использован функционал энергии упругих деформаций, при снижении которой увеличивается время удара. Поэтому при одинаковом внешнем ударном импульсе автоматически снижается в 2–3 раза сила удара. Применение торообразной оболочки вместо цилиндрической снижает жёсткость (отношение силы к перемещению) краш-бокса в 1,5 раза, что принято в качестве другого критерия. Приведён анализ напряжений на внутренней и наружной поверхностях рассматриваемой оболочки. Расчёты показывают, что при введении в катеноид меридиональных разрезов реализуется преимущественно изгибаемая форма деформации, что увеличивает демпфирующую способность без снижения динамической прочности.

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТРЫВА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ, ИНИЦИИРУЕМОГО БЕГУЩИМ ВОЗМУЩЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ

Боголепов В.В., Нейланд В.Я.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

vld.bogol@mail.ru

Построена модель взаимодействия бегущего с постоянной скоростью возмущения давления с пограничным слоем жидкости, когда течение в его пристеночной части описывается уравнениями «невязкого пограничного слоя». Показано, что пограничный слой может преодолевать возмущения давления, амплитуда которых не превышает величины скоростного напора, вычисленного по скорости перемещения возмущения давления. При больших возмущениях давления с поверхности тела в пограничный слой сходится вихревая пелена – неустойчивая поверхность тангенциального разрыва, которая разделяет области прямого и обратного отрывного течения.

ОСРЕДНЕННЫЕ МОДЕЛИ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Богомоллова О.И., Богомоллов В.А., Плохотников С.П., Плохотников Д.С., Белова Е.Н.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

boikfti@yandex.ru

Проводится сравнительный анализ трехмерных и двумерных моделей для двухфазной и трехфазной фильтрации. Представлен метод осреднения относительных фазовых проницаемостей с учетом слоистой неоднородностей пласта для двухфазной и трехфазной фильтрации. Описаны двумерные (осредненные) и трехмерные (эталонные) модели для вычислительного эксперимента. Приводятся результаты вычислительного эксперимента для осредненных и эталонных моделей двухфазной и трехфазной фильтрации.

УСТОЙЧИВОСТЬ СДВИГОВЫХ ТЕЧЕНИЙ, ПЕРИОДИЧЕСКИ МОДУЛИРОВАННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ ИЛИ ВО ВРЕМЕНИ

Бойко А.В.¹, Довгаль А.В.¹, Нечепуренко Ю.М.²

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Институт вычислительной математики РАН², г. Москва

boiko@itam.nsc.ru

Представлены результаты обширных исследований авторов по устойчивости течений, в которых поле скорости существенно зависит от двух переменных (биглобальная неустойчивость). Приводятся результаты экспериментальных и численных исследований линейной неустойчивости течений в области отрыва ламинарного пограничного слоя с поперечно-периодической неоднородностью температуры стенки, течения Пуазейля в продольно оребренном плоском канале и пульсирующего течения в круглой трубе. Обсуждаются особенности неустойчивости таких течений по сравнению с их классическими аналогами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ФАКЕЛА РАСПЫЛА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ФОРСУНКИ МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Бойко В.М.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

bvm@itam.nsc.ru

Представлены результаты экспериментального исследования распыления жидкостей пневматическими форсунками, в которых жидкая фаза подается на центральное сопло, а воздух - на периферийные. Комплексом оптических методов (теневая визуализация, визуализация в лазерном ноже, PIV-диагностика, метод малоуглового рассеяния) исследованы особенности газо-гидродинамической структуры двухфазного потока в транзвуковых и сверхзвуковых струях. Выявлено наличие би-модальности в функции распределения частиц по размерам. Установлено, что мелкодисперсная составляющая обусловлена аэродинамическим дроблением струи жидкости, а крупнодисперсная - разрушением пленки жидкости на стенках сопла.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОТОРЫХ ОПИСЫВАЮТСЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

Бойков И.В., Кривулин Н.П.

Пензенский государственный университет

krivulin@bk.ru

Предложен метод параметрической идентификации систем, математические модели которых описываются дифференциальными уравнениями с переменными коэффициентами дробного порядка. Для идентификации параметров систем используются вариационные методы, основанные на методе коллокаций и методе наименьших квадратов.

ВЛИЯНИЕ АГРЕГАЦИИ ЧАСТИЦ ШУНГИТОВОГО ПОРОШКА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бойко О.В., Чиркунова С.В.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

boikoo87@mail.ru

Исследуется морфология шунгитовых порошков после процесса наноизмелчения и ее влияние на свойства композиционных материалов на основе различных эластомерных матриц. Установлена усиливающая (упрочняющая) способность наноразмерного шунгитового порошка при введении его в композиты на основе эластомеров. Обсуждается проблема влияния агрегации и агломерации наноразмерных шунгитовых порошков на свойства композитов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ СХЕМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЁРДОГО ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

Болдырев А.В.

*Самарский государственный аэрокосмический (национальный исследовательский) университет
им. С.П. Королева*

bolav@ssau.ru

Предлагается автоматизированная технология выбора рациональных параметров силовой схемы конструкций с использованием специальной модели метода конечных элементов. Технология учитывает требования к прочности, жёсткости и устойчивости объектов проектирования. Обсуждаются вопросы достоверности используемых моделей. Приводятся результаты решения модельных и практических задач.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЖИДКОСТЬ С ПУЗЫРЬКАМИ ГАЗА

Болдырева О.Ю., Дудко Д.Н., Губайдуллин А.А.

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики

им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Тюмень

imms@ikz.ru

Исследуются волновые процессы в пористой среде, содержащей пузырьковую жидкость, с учетом нелинейности колебаний пузырьков. Нелинейность учитывается в уравнении Рэлея–Ламба и уравнении состояния газа. Численное исследование в рамках нелинейной модели выполнено впервые. Получены дисперсионные зависимости, изучено влияние свойств пористой среды и пузырьковой жидкости на скорость и затухание деформационной и фильтрационной волн. Численно исследовано прохождение волны типа «ступенька» из жидкости в насыщенную пузырьковой жидкостью пористую среду. Проанализировано влияние параметров среды и интенсивности падающей волны на эволюцию возмущений.

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В ГЦК МЕТАЛЛАХ ЗА ФРОНТОМ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Болеста А.В.

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

г. Новосибирск

bolesta@itam.nsc.ru

Предложен подход, позволяющий моделировать методом молекулярной динамики образование поликристаллических материалов из расплава при его охлаждении. Получены атомные конфигурации меди и алюминия, соответствующие поликристаллам со средним размером зерна от 2 до 16 нм. Построены ударные адиабаты для поликристаллической меди и алюминия. Показано, что для материала с размером зерна, приближенно равным 2 нм, температура за фронтом ударной волны на 10 % выше, чем в поликристалле с размером зерна более 10 нм. В расчетах по молекулярно-динамической модели обнаружено присутствие фазы с объемно центрированной кубической решеткой за фронтом ударной волны при давлении несколько ниже давления плавления.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ОТ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ МАЛОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Болотник Н.Н., Корнеев В.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

bolotnik@ipmnet.ru

Исследуются предельные возможности противоударной изоляции объекта, расположенного на подвижном основании. Между объектом и основанием создается управляющая сила, на модуль которой налагается ограничение. Качество изоляции характеризуется максимумом модуля смещения объекта относительно основания. Предполагается, что ударное воздействие имеет конечную продолжительность, вызванное им ускорение основания постоянно по направлению и превышает максимально допустимую величину абсолютного ускорения объекта не более, чем на одном интервале времени. Доказано, что, если продолжительность удара достаточно мала, то оптимальное управление осуществляется постоянной силой. Изучено влияние формы возмущения на качество противоударной изоляции.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВИХРЕВОЙ МЕХАНИКИ ПЕРЕМЕЖАЮЩИХСЯ СРЕД

Большаинов И.П.¹, Захаров Н.Н.¹, Прудников А.Г.², Прядко Е.С.¹, Северинова В.В.²,
Подвальный А.М.³

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова², г. Москва

Институт химической физики РАН³, г. Москва

nnz@me.com

Рассмотрены особенности вихревой механики перемежающихся сред для сдвиговых слоёв. Изучено развитие крупного вихря, как самостоятельной среды и вихревого слоя, как ансамбля вихрей. Рассмотрены две фазы образования крупного вихря и две формы образования каскадов вихревого слоя. Получены аналитические решения новых многомерных интегро-дифференциальных уравнений Рейнольдса без использования констант турбулентности для поступательных и вращательных компонент движения вихря. Экспериментально изучено обтекание сверхзвуковым потоком моделей лобовых и боковых обтекателей и лобовое, боковое и донное горение твердого и пастообразного топливно-горючего в сверхзвуковом потоке воздуха.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГИДРАТНОМ СОСТОЯНИИ

Бондарев Э.А.¹, Аргунова К.К.¹, Рожин И.И.¹, Попов В.В.²

Институт проблем нефти и газа СО РАН¹, г. Якутск

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова², г. Якутск

bondarev@ipng.ysn.ru

Предложен метод оценки возможности создания подземного хранилища природного газа в гидратном состоянии в подходящих с геологической точки зрения подмерзлотных водоносных горизонтах. Он основан на использовании математической модели многофазной неизотермической фильтрации несовершенного газа и воды, в которой химическая реакция гидратообразования происходит при температуре, существенно зависящей от давления газа. Дана оценка динамики распределения гидратонасыщенности, водонасыщенности, давления и температуры в выбранном пласте в зависимости от его пористости, проницаемости и

начальных значений искомым функций. Соответствующая начально-краевая задача решается методом конечных разностей с использованием итерационного алгоритма и метода прогонки. Результаты расчетов показали, что возможность создания такого хранилища газа существенно зависит от коллекторских, гидродинамических и геотермических характеристик водоносных горизонтов.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЗМА ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА

Бондаренко Н.И., Обносов К.Б., Паншина А.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

panalv@mail.ru

На примере механизма планетарного типа рассмотрена методика исследования движений с помощью фазовой плоскости. Данная методика имеет ряд существенных уточнений по отношению к методу малых колебаний. Поэтому авторы предлагают включить эту тему в курс теоретической механики.

ПРЯМОЕ ОДНОМЕРНОЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДВУХСЛОЙНЫХ СРЕДАХ И ВОЛНОВЫЕ УРАВНЕНИЯ С ДИСПЕРСИЕЙ

Бондаренко Ю.А.

Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики,

г. Саров

bondar@vniief.ru

Численным счётом с гарантированной точностью получены эталонные решения, описывающие взаимодействие с двухслойной периодической средой сверхслабой ударной волны с амплитудой $u/C \sim 10^{-5}$ (линейный случай), слабо-нелинейной ударной волны с амплитудой $u/C \sim 10^{-2}$ и сильной ударной волны. Во всех случаях полученные решения невозможно описать осреднёнными моделями со средними параметрами. В линейном случае для моделирования полученных численных решений оказалось пригодным волновое уравнение с дисперсией вида $F_{tt} - C^2 F_{xx} = \varepsilon^2 F_{xxxx}$.

ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТНОЙ АЭРОТЕРМОДИНАМИКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Бондарь Е.А.¹, Гимельшейн С.Ф.¹, Кашковский А.В.²

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,

г. Новосибирск

bond@itam.nsc.ru

Представлены программные системы, разработанные в ИТПМ СО РАН и предназначенные для исследования высотной аэротермодинамики космических аппаратов на современных суперкомпьютерах, в том числе с гибридной CPU/GPU архитектурой. Представлены примеры решения различных фундаментальных и прикладных задач динамики разреженного газа, включая как задачи моделирования течений в условиях наземного эксперимента, так и конкретные аэрокосмические приложения, в частности, исследования аэротермодинамических характеристик перспективных космических аппаратов. Работа выполнена при поддержке при поддержке Правительства РФ (Договор № 14.Z50.31.0019).

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕЧЕНИЙ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ В КАНАЛЕ С ВНЕЗАПНЫМ СУЖЕНИЕМ ИЛИ РАСШИРЕНИЕМ

Борзенко Е.И., Бояркина К.Е.

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

borzenko@ftf.tsu.ru

Рассматривается ламинарное стационарное осесимметричное течение несжимаемой неньютоновской жидкости в трубе с внезапным сужением или расширением. Для описания реологических свойств среды используется степенной закон Оствальда-де Вилля. Задача решается численно. Для получения стационарного решения используется метод установления с последующей реализацией численного алгоритма на основе конечно-разностной схемы переменных направлений. Проводятся параметрические исследования, в результате которых получаются зависимости геометрических характеристик картины течения и значений местных гидравлических сопротивлений при изменении числа Рейнольдса, показателя нелинейности и степени скачка сечения трубы.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Борисевич В.Б., Додонов Б.М.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

madi.dodonov@gmail.com

Действующие ФГОС (3-го поколения) предполагают широкое использование интерактивных методик в учебном процессе. Это требование на практике может быть реализовано единственным способом - внедрением электронных средств обучения в сочетании с традиционными. На кафедре теоретической механики МАДИ внедрены сетевые ресурсы в виде сайта <http://student-madi.ru> и облачного хранилища на сервисе mail.ru. Сайт выполняет функции репозитория файлов учебного контента по дисциплине теоретическая механика. Облачное хранилище выполняет функции управления учебным контентом, поддержку индивидуальных

личных кабинетов студентов и мониторинга текущей учебной работы. Представленная система электронных средств обучения является полнофункциональной LMS, реализованной стандартными средствами Microsoft Office без привлечения программных комплексов – оболочек.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕЗАПУСКА ВОЗДУХОЗАБОРНИКА ПВРД

Борисов В.Е.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

narelen@gmail.com

Одной из актуальных задач современной аэродинамики является создание высокоскоростных летательных аппаратов (ВЛА) для длительного полета в атмосфере, движущихся на гиперзвуковых скоростях. При этом успешное развитие ВЛА связано с прогрессом в разработке прямоточных воздушно-реактивных двигателей. Настоящая работа посвящена численному моделированию течения в воздухозаборнике модельного тракта двигателя. Проведено исследование влияния параметров потока, таких как толщина пограничного слоя на входе и противодавления на выходе, на характер течения, в частности, на т. н. процесс «незапуска воздухозаборника». Результаты сравниваются с данными трубного эксперимента.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Борисов В.С.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

refactorman@gmail.com

Рассматривается численное решение математической модели процессов промерзания и протаивания в многолетнемерзлых грунтах. Построена геометрия расчетной области на основе результатов инженерно-геологических изысканий. В качестве модели используется задача Стефана в постановке для сквозного счета. Дискретизация модели проведена посредством метода конечных элементов. Подобраны теплофизические характеристики задачи и проведен вычислительный эксперимент.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА КИСТИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Борисов И.И., Кривошеев С.В., Резников С.С.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)

borisow.i.i@yandex.ru

Разработан электромеханический протез кисти человека с бионическим управлением. Создан прототип протеза с использованием технологии трехмерной печати. Структура и кинематика конструкции, внешний вид, принцип сгибания пальцев изготовленной конструкции были разработаны по подобию руки человека. В докладе речь идет о модернизации конструкции искусственной руки с целью совершенствования работы устройства, а именно предлагается новый принцип движения пальцев протеза с обратной связью, имеющее важное значение для корректной работы устройства. Кроме того, пояснен принцип управления протезом с помощью мышечных токов, снимаемых с культи руки пользователя.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН

Борисов С.П.¹, Кудрявцев А.Н.²

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,

г. Новосибирск

alex@itam.nsc.ru

На основе линейной теории устойчивости и с помощью прямого численного моделирования исследуется процесс формирования ячейистой структуры детонационных волн. Демонстрируется, что при росте малых возмущений, наложенных на плоскую детонационную волну, первоначально образуется многофронтная структура с размером ячейки, соответствующим длине волны наиболее неустойчивого возмущения линейной теории. Затем, на нелинейной стадии, происходит их слияние и быстрый рост размера ячейки, пока не достигается некоторое почти постоянное значение. Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства РФ (договор №14.Z50.31.0019) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ НЕПОЛНОЙ ОБРАТИМОСТИ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Бормотин К.С.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

cvmi@knastu.ru

Представлена формулировка прямых и обратных задач формообразования в виде квазистатического деформирования с учетом теории неполной обратимости деформаций ползучести. Решения задач деформирования и разгрузки предлагаются методом конечных элементов в системе MSC.Marc, в алгоритм которой вводятся программные модули, определяющие развитие деформаций ползучести по модели неполной обратимости. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по государственному заданию (проект 909), совета по грантам Президента (МК-6127.2015.1).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СКАЧКОВ УПЛОТНЕНИЯ С ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ

Боровой В.Я., Мошаров В.Е., Радченко В.Н., Скуратов А.С., Струминская И.В.
Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
mosh@protech.ru

Исследовано взаимодействие скачков уплотнения с пограничным и энтропийным слоями затупленной пластины. Показано, что энтропийный слой, генерируемый затупленной передней кромкой пластины, приводит к значительному ослаблению теплообмена в области взаимодействия, но это происходит только до определенной пороговой величины радиуса затупления. В случае двух клиньев, установленных на пластине, выявлены два режима течения: регулярное течение с присоединенными скачками уплотнения и течение с выбитой ударной волной. Перестройка течения при фиксированном расстоянии между клиньями зависит от чисел M и Re и радиуса затупления пластины.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОРОГОВЫЕ АМПЛИТУДЫ – УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ПЕРЕХОДА К ТУРБУЛЕНТНОСТИ ТРЁХМЕРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Бородулин В.И.
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск
bo@itam.nsc.ru

Методы предсказания перехода к турбулентности обычно заключаются в анализе роста возмущений скорости, а начало перехода определяется по достижению некоторых пороговых амплитуд. В пограничном слое на скользящих крыльях такой подход затруднён, так как, в зависимости от характеристик модели и набегающего потока, сценарий перехода может быть разным, при этом возмущения различных типов могут иметь в положении перехода разные амплитуды. На основе большой серии экспериментов предлагается простой критерий наступления перехода, подходящий для любого сценария. Показано, что существует комбинация амплитуд стационарных вихрей и бегущих волн, которая в положении перехода имеет всегда величину близкую к константе.

НЕМОДАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕЧЕНИЙ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД

Боронин С.А.
НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
boroninsa@imec.msu.ru

В рамках модели взаимопроникающих континуумов рассматривается немодальная устойчивость течения запыленного газа в канале и пограничном слое. Проводится анализ влияния дисперсной примеси на нарастание во времени линейных комбинаций трехмерных нормальных мод, обладающих максимальной кинетической энергией – оптимальных возмущений – в докритической области течений, где все отдельные моды затухают. Рассматриваются две конфигурации течений: в плоском канале (Пуазейля) и в пограничном слое на пластине. Во всех случаях частицы в основном течения движутся со скоростью основного потока и распределены неоднородно по пространству в виде локализованных пылевых слоев. Получено, что наличие дисперсной примеси существенно усиливает нарастание энергии оптимальных возмущений в случае, когда пылевой слой расположен посередине между центром канала и стенками и посередине толщины пограничного слоя. Оптимальные возмущения во всех рассмотренных течениях являются вытянутыми вдоль потока периодическими структурами, качественно соответствующими полосчатым структурам, наблюдаемым в экспериментах по ламинарно-турбулентному переходу различных течений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ ЛА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ НА ТРАНСЗВУКОВЫХ РЕЖИМАХ

Босняков С.М., Власенко В.В., Горбушин А.Р., Лысенков А.В., Матяш С.В., Нейланд В.Я.
Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
vlaskenko.vv@yandex.ru

Описан численный метод решения уравнений Рейнольдса для течений азота в криогенных условиях. Представлены результаты валидации метода путем сопоставления данных эксперимента и расчета по трансзвуковому обтеканию модели CRM в криогенной аэродинамической трубе EWT (Германия) азотом в криогенных условиях ($Re=30$ млн) и воздухом при нормальной температуре ($Re=5$ млн). Установлено, что на точность испытаний модели в трубе влияют три основных фактора: термодинамические свойства среды, число Рейнольдса и деформация крыла при его обтекании. Также сопоставлены расчеты обтекания модели CRM бесконечным потоком в криогенных условиях и натурного ЛА в условиях атмосферы при одинаковых значениях M и Re . Делаются выводы о точности эксперимента в криогенных АДТ.

УСЛОВИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОРНЯ ЗУБА

Босяков С.М., Мселати А.Ф.
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь
bosiakov@bsu.by

Разработана аналитическая модель равновесия однокоренного зуба в периодонтальной связке при действии статической нагрузки. Поверхность корня зуба описывается уравнениями двуполостных гиперболоидов. Внешняя поверхность периодонта

смещена по нормали к поверхности корня на постоянную величину и жестко закреплена в зубной альвеоле. Использовано представление малых перемещений корня зуба через комбинацию поступательных перемещений и углов поворота. Предполагается, что полная деформация периодонтальной связки по нормали к поверхности корня зуба совпадает с ее шириной в этом направлении. Установлено, что для симметричного корня зуба с эллиптическим сечением не существует единого центр сопротивления. Областью сопротивления в этом случае являются две точки, расположенные на прямой пересечения плоскостей симметрии. Для корня зуба с одной плоскостью симметрии областью сопротивления также являются две точки, расположенные в плоскости симметрии корня. Для асимметричного корня зуба областью сопротивления является эллипс. Полученные результаты могут быть использованы в ортодонтической стоматологии для определения условий приложения нагрузки к зубу для его поступательного перемещения в периодонтальной связке.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ДИАГНОСТИКИ В ЗАДАЧАХ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Бочарова О.В.¹, Анджинович И.Е.², Седов А.В.¹

Южный научный центр РАН¹, г. Краснодар

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

olga.v.bocharova@gmail.com

Создана экспериментальная установка, позволяющая в лабораторных условиях оценивать изменение поверхностного волнового поля на образцах различных технологических материалов. Исследованы особенности динамического процесса на поверхности параллелепипеда, ослабленного дефектом. Параллельно проведен вычислительный эксперимент, основанный на использовании метода конечных элементов. При решении задач диагностики дефектов применен метод распознавания образов. При этом, распознаванию типа дефекта соответствует распознавание типа функции отклика. Результаты вычислительных экспериментов показали, что имеет место четкое распределение образов в пространстве распознавания, в зависимости от дефекта образца.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОУПРУГОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ ОБОЛОЧЕК

Бочкарев С.А., Лекомцев С.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

lekomtsev@icmm.ru

С применением метода конечных элементов анализируются собственные колебания, упругая и гидроупругая устойчивость цилиндрических оболочек с произвольным поперечным сечением, взаимодействующих с неподвижной или текущей внутри них невязкой сжимаемой жидкостью. Представлены результаты численных экспериментов для круговых и эллиптических цилиндрических оболочек, выполненных из функционально-градиентного материала, при разных кинематических граничных условиях. Продemonстрировано влияние внешней термомеханической нагрузки на критические скорости потери устойчивости. При проектировании инженерных приложений, взаимодействующих с высокотемпературной средой, широкое применение находят функционально-градиентные материалы, которые обладают как повышенной сопротивляемостью к температурным нагрузкам, так и высокой прочностью. Исследования конструкций, выполненных из таких материалов, в том числе, содержащих неподвижную или текущую жидкость, ограничены круговыми оболочками. В настоящей работе рассматривается конечно-элементный анализ тонкостенных цилиндрических оболочек с произвольным поперечным сечением, внутри которых располагается идеальная жидкость. Конструкция находится в высокотемпературном окружении под действием статической механической нагрузки. Предполагается, что деформации, возникающие в оболочке в результате термомеханического и гидродинамического воздействий, являются малыми. Влияние пограничного слоя и вязкости жидкости не учитывается.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФАЗ В ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕНОСА

Бошенятов Б.В.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

bosbosh@mail.ru

Дано сравнение с экспериментом различных теоретических методов расчета коэффициентов переноса дисперсных сред. Показано, что при повышенной объемной концентрации частиц $c > 0.3$ основное влияние на коэффициенты переноса (93% при $c = 0.55$) оказывает чисто геометрический фактор внутренней структуры среды, а учет парных взаимодействий частиц дает вклад в расчетную точность еще 4.5%. Таким образом, учет обоих факторов позволяет вычислять эффективные коэффициенты переноса дисперсной среды с точностью $\pm 2.5\%$ при $0 < c < 0.55$. Формулы в виде вириального разложения до $O(c^3)$, с учетом взаимодействия, при $c > 0.3$ дают точность хуже, чем формула Максвелла (Клаузиуса–Моссоти), которая не учитывает взаимодействия частиц.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ НА ВИБРОСТОЙКОСТЬ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Бояршинов М.Г., Скутин А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

skutinandrei@yandex.ru

Рассмотрена возможность применения вычислительного моделирования для определения собственных частот и исследования напряженно-деформированного состояния элементов электрического двигателя. Выполнена верификация результатов компьютерного моделирования динамических и прочностных характеристик с использованием данных натурных испытаний. Проведенный анализ показал, что исследуемый двигатель по динамическим характеристикам соответствует нормативным требованиям.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ ДЕФОРМАЦИИ

Брагов А.М., Константинов А.Ю., Ломунов А.К., Филиппов А.Р.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского*
bragov@mech.unn.ru

Представлена идея совместного использования комбинированного подхода при динамических испытаниях материалов в диапазоне скоростей деформации $5 \cdot 10^2 \div 10^4 \text{ с}^{-1}$. В этом подходе совместно используются метод прямого удара, метод Кольского с использованием разрезного стержня Гопкинсона и способ формирования постоянной скорости деформации, что позволяет в одном эксперименте определять динамические диаграммы деформирования либо двух различных материалов, либо одного материала, но при разных скоростях деформации. Проведено численное исследование однородности НДС образца, влияния эффектов инерции и трения в методе прямого удара. Приводятся примеры, иллюстрирующие возможности этого подхода.

ДИНАМИЧЕСКОЕ КОМПАКТИРОВАНИЕ НАНОПОРОШКОВЫХ И НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Брагов А.М.¹, Константинов А.Ю.², Русин Е.Е.³, Разов Е.Н.³

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского¹
Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского²*

Институт проблем машиностроения РАН³, г. Нижний Новгород
eerusin@mail.ru

Одной из важнейших задач современного машиностроения является разработка технологий импульсного компактирования композиций крупнокристаллических и наноразмерных порошков с целью изготовления высококачественных изделий различного функционального назначения. Рассмотрено влияние условий компактирования (амплитуда и длительность импульса давления, температура прессования) на структуру, износостойкость и механические свойства компактов.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Братов В.А.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург
Vladimir@bratov.com

Основное внимание уделено энергоёмкости процесса разрушения в случае воздействия на материал динамическими ударными и взрывными нагрузками. Будут приведены оценки величины аналогичной константе Гриффитса (удельная энергоёмкость разрушения в условиях статического нагружения) в случае ударно-волнового нагружения. Данная характеристика будет оценена для ПММА (полиметилметаакрилат) в случае инициирования динамической трещины нагружаемой на берегах динамическим импульсом давления. Также удельная энергоёмкость разрушения будет оценена для задачи пробивания керамических пластин стальными ударниками. Стоит отметить, что приведённые оценки являются оценками данной величины сверху. Для обоих исследуемых случаев получаемая величина примерно на порядок превосходит значения энергоёмкости характерные для квазистатического нагружения. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-00814 и 13-01-00598

РАЗРАБОТКИ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ С ШАГАЮЩИМИ ДВИЖИТЕЛЯМИ

Брискин Е.С.¹, Жога В.В.¹, Павловский В.Е.¹, Платонов А.К.², Шурыгин В.А.³

*Волгоградский государственный технический университет¹
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва
ЦКБ «Титан»³, г. Волгоград*

dtm@vstu.ru

Рассматриваются особенности кинематических схем, механики движения и систем управления шагающими машинами и роботами, разработанных коллективами авторов за последнее время. Указаны области возможного применения. Приводятся сравнение с известными шагающими машинами и роботами. Анализируются показатели, характеризующие их достоинства и недостатки. Обсуждаются методы улучшения динамических и энергетических характеристик управляемого движения, а также проблемы выбора компоновки машины, кинематической схемы движителей, информационно-измерительных и управляющих систем. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-01002, № 15-01-04577, № 13-08-01144.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Брусенцева Т.А.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

brusentseva@itam.nsc.ru

Исследованы механические свойства гетерогенного материала на основе эпоксидной смолы DER330 и пяти различных нанонаполнителей. Разработана технология получения наноматериалов с равномерно распределенными частицами в матрице. Показано, что введение наночастиц диоксида кремния А-380 в матрицу на 30 % увеличивает напряжение разрушения. Наилучшими показателями по совокупности исследуемых параметров обладают композиты с наночастицами нитрида алюминия: рост модуля упругости составил 12% при увеличении напряжения разрушения на 7%. Добавление наночастиц и нановолокон оксида алюминия в диапазоне исследуемых концентраций не приводит к значительным изменениям механических характеристик композита.

ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ ЛОВУШЕК-ГАЛАТЕЙ И ТОКОВОГО СЛОЯ

Брушлинский К.В.¹, Гольдич А.С.², Чмыхова Н.А.³

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН¹, г. Москва
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ², г. Москва*

brush@keldysh.ru, dephmaster@gmail.com, Natalia.Chmykhova@gmail.com

Представлены математические модели и численные исследования физических процессов в магнитной ловушке-галатее «Пояс» и нейтральном токовом слое. Равновесные плазменные конфигурации в них различаются зависимостью давления от функции магнитного потока в краевых задачах с уравнением Грэда–Шафранова: она монотонна в модели токового слоя и имеет максимум в центре конфигурации «Пояса». Нестационарные МГД-модели формирования конфигураций различаются режимами электрического тока в проводниках: при постоянном токе устанавливается конфигурация токового слоя, возрастание тока со временем способствует изоляции проводника от плазмы в «Поясе».

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ТРЕНИЯ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ГИПЕРЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ

Брыкина И.Г.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

brykina@imec.msu.ru

Рассматривается пространственное гиперзвуковое обтекание затупленных тел разреженным газом при малых числах Рейнольдса. Асимптотическим методом получено аналитическое решение трехмерных уравнений тонкого вязкого ударного слоя для коэффициентов теплопередачи и трения в зависимости от параметров набегающего потока и геометрических параметров тела. При стремлении числа Рейнольдса к нулю это решение приближается к решению в свободномолекулярном режиме обтекания при единичном коэффициенте accommodation. Проведено сравнение аналитического решения с расчетами методом Монте-Карло и с решением модельного кинетического уравнения. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00775.

ОЦЕНКА КОМФОРТАБЕЛЬНОСТИ МЕСТА ОПЕРАТОРА ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ВИБРАЦИЙ

Брысин А.Н., Соловьев В.С., Синёв А.В.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

brysin@rambler.ru

В рамках экспериментальных исследований длительного воздействия вибраций было выявлено, что, хотя основные транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, и удовлетворяют гигиеническим требованиям по вибрационной защите, но при работе человека-оператора в них наблюдается дискомфорт. В представленной работе проиллюстрированы схемы проведения испытаний и представлены результаты длительного мониторинга вибраций. С целью выявления возможности достижения наиболее опасных амплитуд проведены испытания с превышением разрешенного скоростного режима в не нагруженном транспортном средстве. В рамках исследования осуществлены замеры ускорений в различных точках. При анализе испытаний определены области опасные для работы человека оператора. Проведен анализ соответствия транспортных средств условиям комфортности. Обеспечение вибрационного комфорта является развитием задачи виброзащиты.

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ХИМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ГРАВИТАЦИОННЫЙ МАНЁВР У ЗЕМЛИ ПРИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПЕРЕЛЁТАХ

Бугаев В.В., Константинов М.С.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

VladimirBugayev1009@yandex.ru

Анализируется одна из возможных схем выведения космического аппарата (КА) на гелиоцентрическую орбиту с заданными характеристиками и для заданной эпохи старта. Схема предполагает: старт от Земли с выбираемым вектором гиперболического избытка скорости, обеспечиваемый химическим разгонным блоком; гелиоцентрический перелет Земля–Земля, реализуемый электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ); гравитационный маневр у Земли; гелиоцентрический перелет Земля–Венера и

последовательность гравитационных маневров у Венеры. Разработана математическая модель, описывающая движение КА на всех этапах полёта. Сформулирована задача сквозной оптимизации. Предлагаемый метод её решения базируется на необходимых условиях принципа максимума. Критерием оптимальности рассматривается конечная масса КА. Анализируется требуемая величина топлива для ЭРДУ, требования по мощности и ресурсу солнечной ЭРДУ.

ДВУМЕРНАЯ МОДЕЛЬ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МЕХАНОДИФФУЗИИ ДЛЯ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА

Бугаев Н.М., Земсков А.В.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

azemskov1975@mail.ru

Рассматривается двумерная нестационарная задача для изотропного упругого полупространства с учётом диффузии. Используется локально равновесная модель механодиффузии, включающая в себя связанную систему уравнений движения упругого тела и уравнение массопереноса. Решение ищется с помощью преобразований Лапласа по времени и Фурье по пространственным координатам. Обращение трансформант Лапласа искомым функциям осуществляется аналитически. Для обращения преобразования Фурье используются квадратурные формулы.

ИЗОХРОННЫЙ НЕЛИНЕЙНЫЙ ОСЦИЛЛЯТОР

Буданов В.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

vlbudanov@gmail.com

Исследуется нелинейный изохронный осциллятор, представляемый системой двух обыкновенных дифференциальных нелинейных уравнений второго порядка. Для свободных колебаний такого осциллятора имеются аналитические решения. Анализ вынужденных колебаний позволяет дать новую интерпретацию решений уравнения Матье. Показано, что введение добавочного линейного члена в одно из уравнений изохронного осциллятора превращает его в автоколебательную систему, в которой один параметр задает амплитуду установившихся колебаний, а второй – скорость сходимости к предельному циклу.

ФОРМИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ ТЕЧЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УДАРНО-ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГАЗО-ПАРОЖИДКОСТНЫЕ СРЕДЫ

Бузина В.А.¹, Болотнова Р.Х.^{1,2}, Агишева У.О.¹

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН¹, г. Уфа

Башкирский государственный университет², г. Уфа

buzina_lera@mail.ru

С использованием модели паро-газожидкостной смеси в двумерной осесимметричной постановке представлены результаты численного моделирования нестационарных процессов внезапного истечения вскипающей воды из сосудов высокого давления, а также проведено исследование особенностей воздействия воздушных ударных волн на газожидкостную пену различной плотности. Установлены режимы истечения вскипающей воды, приводящие к закручиванию струи при повышении начальной равновесной температуры до $T_0 = 503$ К. В условиях взаимодействия воздушной ударной волны со слоем водной пены происходит образование вихревых структур вследствие возникающих неоднородностей внутренних течений. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (р_поволжье_а 14-01-97007), Программы фонда фундаментальных исследований ОЭМПУ РАН (ОЭ-13) и Молодежного научно-инновационного конкурса (проект УМНИК-1-13-1 N 275).

ВЗРЫВНОЕ КОМПАКТИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ ТВЕРДЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКОЙ

Бузюркин А.Е.¹, Лукьянов Я.Л.²

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,

г. Новосибирск

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН², г. Новосибирск

buzjura@itam.nsc.ru

Целью исследования были разработка и оптимизация схем взрывного компактирования смесей твердых порошковых материалов с металлической связкой. На основе экспериментальных и численных исследований распространения ударных волн определены оптимальные режимы взрывного компактирования двухфазных порошковых сред, представляющих собой смеси порошков WC+Co 9:1. Показано, что наиболее предпочтительным для получения однородного прочного компакта по объему в осесимметричной схеме с центральным стержнем является режим компактирования, соответствующий скорости детонации заряда ВВ 4,6 км/с с последующим спеканием.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ В ЗАКРЫТОЙ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ И ВЛИЯНИЕ ЗАГРОМОЖДЕНИЯ ЕЁ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ

Буй В.Т., Хлупнов А.И.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

vantien06@gmail.com

Рассмотрена задача о моделировании обтекания конечного цилиндра в рабочей части аэродинамической трубы (АТ) малых скоростей. Геометрические параметры сопла, рабочей части и диффузора трубы соответствуют параметрам АТ Т-324 ИТПМ СО

РАН. Решение задачи строится в рамках осредненных уравнений Рейнольдса и SST-модели турбулентности с использованием пакета ANSYS Fluent. Параметры течения, распределение давления по поверхности цилиндра и его коэффициент лобового сопротивления сравниваются с параметрами обтекания цилиндра свободным потоком. Сделан вывод о величине допустимого коэффициента загромождения рабочей части аэродинамической трубы при испытании модели.

К ЗАДАЧЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК

Буланихина Н.Ю.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

natalia.kultina@gmail.com

Изучается динамика механических систем с внутренними резонансами на примерах тонкой сферической оболочки, находящейся под гидростатическим давлением, и цилиндрической оболочки, сжатой вдоль образующей. Спектр частот систем таков, что в области допустимых нагрузок (по линейной модели), наблюдается большое число внутренних резонансов: совпадение комбинационных частот и соответствующих им форм с собственными частотами и формами колебаний. При учете малой неконсервативности нагрузки и малых несовершенств начальной конфигурации оболочки показана возможность потери устойчивости равновесия на резонансно взаимодействующих формах колебаний.

ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ ПЕРЕМЕННОЙ ГЛУБИНЫ: ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И АСИМПТОТИКИ

Булатов В.В., Владимиров Ю.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

internalwave@mail.ru

Рассматривается поле внутренних гравитационных волн в клиновидной области стратифицированной среды. С использованием преобразования Канторовича–Лебедева получены точные решения, описывающие отдельную моду и полное волновое поле. Построены ВКБ асимптотики отдельной волновой моды, которые выражаются через гипергеометрическую функцию, и асимптотики полного волнового поля, выражающиеся через полулогарифмическую функцию. Для параметров стратифицированной среды, характерных для динамики океана, приведены результаты численных расчетов волновых полей по точным и асимптотическим формулам.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ С ПРОНИЦАЕМЫМИ СТЕНКАМИ

Булгакова Г.Т.¹, Ильясов А.М.²

Уфимский государственный авиационный технический университет¹

ООО «РН-УфаНИПИнефть»², г. Уфа

bulgakova.guzel@mail.ru

В продуктивных пластах в результате длительной эксплуатации месторождений под воздействием высоких депрессий образуются протяженные техногенные трещины. Для оценки объема суперколлектора по времени прихода индикаторной жидкости разработана математическая модель течения вязкой жидкости в магистральной трещине, с учетом оттока (притока) жидкости в пласт, а также с учетом реактивной силы Мещерского, ускоряющей или замедляющей поток жидкости в трещине. На основе метода контрольного объема построен модифицированный для течений с проницаемыми границами алгоритм «SIMPLE». Построены характерные графики изменения скорости течения, давления и числа Рейнольдса по длине трещины в зависимости от проницаемости пористого массива и ширины трещины. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания организациям высшего образования в 2015г. и проекта РФФИ 14-01-97012 р.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХМНОГОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бураго Н.Г.¹, Никитин И.С.², Якушев В.Л.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Институт автоматизации проектирования РАН², г. Москва

burago@ipmnet.ru

Решается задача оценки долговечности диска переменной толщины при высокочастотном циклическом нагружении. Предложен метод расчета трехмерного напряженно-деформированного состояния упругих дисков под действием циклических нагрузок от крутильных вибраций лопаток в компрессорах газотурбинных двигателей. Принято приближенное представление зависимости решения от координат по толщине диска и в окружном направлении. Для определения коэффициентов формул представления, зависящих от радиальной координаты, получена система дифференциальных уравнений, краевые задачи для которой решены с использованием неявной разностной схемы. Рассчитанное НДС использовано для оценок долговечности на основе критерия сверхмногоциклового усталостного разрушения.

БОЛЬШИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЗУЧЕСТИ С ПОСЛЕДУЮЩИМИ ПЛАСТИЧЕСКИМ ТЕЧЕНИЕМ И РАЗГРУЗКОЙ

Буренин А.А.¹, Бажин А.А.²

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН¹, г. Комсомольск-на-Амуре

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН², г. Владивосток

burenin@iacp.dvo.ru

Предлагается математическая модель больших деформаций для сред, проявляющих свойства упругости и ползучести с последующим пластическим течением. Обсуждаются возможные конкретизации предложенной математической модели и особенности постановок в ее рамках краевых задач.

АКУСТИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бурков М.В., Панин С.В., Любутинов П.С., Бяков А.В., Еремичев А.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

burkovispms@mail.ru

Представлены результаты разработки и применения оптических и акустических методов исследования деформации и разрушения конструкционных материалов: алюминиевых сплавов, сталей, углепластиков (монолитных и трехслойных сэндвич панелей с сотовым заполнением) при различных схемах статического и циклического нагружения. Используются методы акустической эмиссии, ультразвуковой спектроскопии, корреляции цифровых изображений, а также цифровой широкоточечной. Полученные результаты планируется использовать для создания систем встроенного контроля (в англоязычной литературе – Structural Health Monitoring) конструкций ответственного назначения, особенно для аэрокосмической отрасли. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-08-31747 мол_a.

КАЛИБРОВКА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЫ ОПОРНОГО ТИПА

Бурлаков Д.С., Чертополохов В.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

andorantes@gmail.com

При обучении пилотов сложных в управлении транспортных средств используют специализированные симуляторы. Подобный симулятор должен воссоздавать для пилота условия, приближенные к реальным. Для имитации возникающих в процессе движения симулируемого объекта перегрузок используют подвижные стенды-платформы. Обычно программное обеспечение симулятора разрабатывается под конкретный имитационный стенд, что ограничивает возможность его применения на другой конфигурации оборудования. С целью решения этой проблемы авторами был разработан алгоритм полуавтоматической калибровки параметров модели платформы с помощью системы видеонализа. Использование алгоритма позволяет быстро адаптировать программное обеспечение симулятора под любой подвижный стенд опорного типа. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-50-00029.

О РЕШЕНИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОЙ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ С ТРЕНИЕМ

Бурмашева Н.В.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

nat_burm@mail.ru

Рассматривается задача учета трения на границе упруго деформируемого тела с инструментом. Даже в статическом случае в виду наличия такого граничного условия возникают вариационные неравенства. Известно, что данная задача эквивалентна задаче поиска минимума функционала специального вида. В силу наличия в этом функционале члена, отвечающего за работу трения, задача становится не дифференцируемой. Рассмотрен один подход к решению рассматриваемой задачи методом конечных элементов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 14-19-01358).

РАВНОВЕСИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СВОБОДНОЙ ЖИДКОЙ ПЛЕНКИ В ПРОДОЛЬНОМ ПОЛЕ ТЯЖЕСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕРМОКАПИЛЛЯРНЫХ СИЛ

Бурмистрова О.А.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

oksanabur@mail.ru

Исследуется устойчивость свободной вертикальной жидкой пленки под действием силы тяжести и термокапиллярных сил. Для пленки, ограниченной твердыми стенками, в приближении тонкого слоя получена система уравнений, связывающая расход жидкости, толщину пленки и её температуру. Показана устойчивость решения с постоянной толщиной при пониженной гравитации. Найдено значение ускорения тяжести, при котором решение становится неустойчивым. Для бесконечно протяженной по вертикали пленки в случае плоского стационарного течения с постоянной толщиной найдено точное решение уравнений Навье–Стокса. Показано, что при малых значениях волнового числа решение устойчиво.

СУЩЕСТВОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЦИОНАРНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ ГАНТЕЛИ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ В ПОЛЕ ГРАВИТИРУЮЩЕГО ЦЕНТРА.

ТОЧНАЯ ПОСТАНОВКА

Буров А.А.¹, Косенко И.И.²

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН¹, г. Москва

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)²

kosenko@ccas.ru

Рассматривается задача о движении гантелеобразного тела переменной длины в центральном поле сил. Предполагается, что движение тела осуществляется в плоскости, неизменной в абсолютном пространстве и проходящей через притягивающий центр. Указывается правило изменения длины гантели, при котором существуют частные движения следующего вида: гантелеобразное тело располагается под постоянным углом (нулевым или ненулевым) к локальной вертикали, проходящей через его центр масс, а сам центр масс движется по орбите, аналогичной кеплеровской. В отличие от ранее использованных подходов, исследование осуществляется в точной постановке, без упрощающих предположений о структуре сил притяжения.

О ТОЧКАХ ЛИБРАЦИИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ «КОМПЛЕКСИФИЦИРОВАННОГО» ТРЕУГОЛЬНИКА

Буров А.А.¹, Никонов В.И.²

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН¹, г. Москва

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

nikon_v@list.ru

Рассматривается задача о движении материальной точки в поле притяжения треугольника, совершающего равномерное вращение в своей плоскости вокруг центра масс. Предполагается, что вершинам треугольника поставлены в соответствие «комплексные гантели» – пары точек, «разнесенных» на одинаковые расстояния в комплексную область и оснащенных комплексно-сопряженными массами. Изучается вопрос о существовании точек либрации. В частности, показано, что существуют точки либрации, расположенные вне плоскости треугольника.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС С ОСОБЫМИ ТОЧКАМИ

Бутенина Н.Н.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

n.n.butenina@mail.ru

Исследуется неавтономная динамическая система, описываемая системой линейных дифференциальных уравнений второго порядка с периодическими коэффициентами. Рассмотрение проводится с использованием разработанной автором теории управляемых динамических систем второго порядка. Вводится понятие особых точек неавтономных динамических систем и исследуется поведение фазовых траекторий в их окрестности. Показано, что при попадании изображающей точки в особую происходит более значительное нарастание амплитуды колебаний по сравнению с другими точками фазового пространства.

ВИБРАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ (ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ)

Быков А.А.¹, Шардаков И.Н.², Шестаков А.П.²

Пермский национальный исследовательский политехнический университет¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

shardakov@icmm.ru

На примере шарнирно опертой железобетонной балки, показан алгоритм создания системы вибрационного мониторинга. Он основан на анализе диаграммы коэффициентов чувствительности собственных частот к образованию дефекта в виде трещины. В результате анализа выбраны частоты, наилучшим образом отражающие процесс разрушения. Для осуществления их измерения выбраны соответствующие параметры удара и точек регистрации. Используя эти параметры, выполнен натурный эксперимент и его численный аналог, заключающийся в регистрации изменения собственных частот в процессе образования и развития трещин, при четырехточечном изгибе балки. Работа выполнена при финансовой поддержке РФ (проект № 14-29-00172).

ДЕТОНАЦИОННОЕ СЖИГАНИЕ ЧАСТИЦ БУРОГО УГЛЯ В ПОТОКЕ ВОЗДУХА

Быковский Ф.А.¹, Жолобов Ю.А.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

bykovskii@hydro.nsc.ru

Приведены результаты экспериментального исследования детонационного сжигания смеси частиц бурого угля с воздухом и добавкой водорода в вихревой плоскорадиальной камере проточного типа диаметром 500 мм. Использовался помол бурого угля Канско-Ачинского бассейна. Впервые реализованы устойчивые режимы непрерывной спиновой детонации данной топливовоздушной смеси. Получены фоторегистрограммы поперечных детонационных волн, изучена их структура, определены минимальные концентрации водорода, необходимые для транспортировки угольной пыли в камеру сгорания и развития химической реакции.

О ВЫБОРЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВОВ СО СЛОЖНОЙ РЕОЛОГИЕЙ

Быля О.И.¹, Блеквелл П.Л.², Васин Р.А.¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

University of Strathclyde², United Kingdom

ra.vasin@yandex.ru

Обсуждаются наблюдаемые в экспериментах особенности механического поведения сплавов в состоянии СП и близких к нему, когда материал демонстрирует высокую скоростную и температурную чувствительность и явную зависимость своих свойств от эволюции структуры. Анализируются подходы к построению соответствующих феноменологических определяющих соотношений, пригодных для численного моделирования технологических процессов. Особое внимание уделяется реологически сложным сплавам, у которых при указанных условиях наблюдается падающий участок на диаграмме деформирования. Приводятся примеры решения краевых задач для таких сплавов. Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №15-08-04281.

КОНЦЕПЦИЯ ОБРАТНОВОЛНОВОЙ АНТИДИФРАКЦИИ В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ВОЛН: ЯВЛЕНИЯ РАЗНОИМЕННОЙ АНТИДИФРАКЦИИ И АФРАКЦИИ В МНОГОМОДОВЫХ СИСТЕМАХ

Бырдин В.М.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

V_M_Byrdin@mail.ru

Обратноволновая (ОВ) разноимённая антидифракция – спектр явлений, противоположных классической, нормальной дифракции. Это антизеркальное отражение и авто- и сверхфокусировка. Бинверсия поля и 3-кратное сужение диаграммы направленности. Смещение пучков и полей на обратноволновой вставке и другие эффекты. Решён ряд ОВ-задач: волноводные, гауссов пучок, дифракция на клине (А. Зоммерфельд) и щели и др. Обобщены результаты ОВ-радиофизики (Л. Мандельштам и др.) на механику и планарные системы.

РАСЧЕТ РАВНОВЕСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТ СПЛАВА SiGe В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПЛЕНКЕ С УЧЕТОМ ОСТРОВКОВОГО РОСТА И ДИСЛОКАЦИЙ

Бычков А.А.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

az710@yandex.ru

Исследованы условия равновесия двухкомпонентного упругого SiGe слоя нанометровой толщины содержащего дислокацию несоответствия. Исследовано распределение концентрации Ge в пирамидальных островках и полупроводниковой пленке с волнистой свободной поверхностью. Расчет упругих деформаций выполнен с использованием метода конечных элементов. Для расчета распределения Ge в пленке, использованы аппроксимирующие формулы и итерационный алгоритм. Полученные результаты сравниваются с известными аналитическими оценками. Учтены неоднородность распределения компонент сплава из-за напряжений несоответствия на границе пленка – подложка, проникающих дислокаций и дислокационных петель.

КАЛИБРОВКА БЕСКАРДАННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СБОРЕ НА ТОЧНЫХ СТЕНДАХ

Вавилова Н.Б., Васинёва И.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

vasineva.irina@gmail.com

Рассматривается задача калибровки бескарданной инерциальной навигационной системы (БИНС). Под калибровкой понимается определение параметров инструментальных погрешностей чувствительных элементов при помощи проведения экспериментов на специализированных стендах. Методика калибровки, позволяющая оценивать параметры инструментальных погрешностей инерциальных датчиков только при помощи показаний этих датчиков, переносится на калибровку на точных стендах. Показано, что дополнительная информация от датчиков точного стенда может быть использована достаточно эффективно, а именно, ее наличие улучшает точность калибровки.

СВЕРХПРОЧНОСТЬ И МЕХАНИЗМЫ ДЕФОРМАЦИИ ОБЪЕМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Валиев Р.З.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

rzvaliev@mail.ru

Недавние исследования показывают, что обработка металлических сплавов методами интенсивной пластической деформации (ИПД) может привести не только к значительному измельчению зёрен, но и к различным фазовым превращениям, связанным с растворением вторичных фаз, образованием зернограницных сегрегаций и выделений. При этом такие особенности наноструктуры ИПД сплавов оказывают существенное влияние на их механические свойства. Для ряда металлических ИПД материалов с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой представлены экспериментальные данные и результаты моделирования, демонстрирующие «положительный» наклон зависимости Холла–Петча при переходе от микро- к наноструктурному состоянию. В сплавах, содержащих «полезные» примеси на границах зёрен, наблюдается достижение сверхпрочности при размере зёрен менее d_{cr2} .

Природа такой сверхпрочности обусловлена затруднением зарождения дислокаций на границах зерен с сегрегациями. Используемый новый подход применяется для достижения повышенной прочности в ряде промышленных сплавов Al и Ti, а также в некоторых УМЗ сталях, полученных интенсивной пластической деформацией. Работа выполнена при поддержке гранта Правительства РФ; договор 14.B25.31.0017.

РАСШИРЕНИЕ В ПУСТОТУ ПЛОСКОГО СЛОЯ ЦИЛИНДРА И ШАРА, ЗАПОЛНЕННЫХ ПЛОТНЫМ ГОРЯЧИМ ГАЗОМ ВАН ДЕР ВААЛЬСА

Валиев Х.Ф.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

haris@ciam.ru

Оригинальным программным комплексом выполнены расчёты расширения в пустоту плотного горячего газа Ван дер Ваальса, первоначально занимавшего конечный объём в плоском, цилиндрически и сферически симметричном случаях. Известная в плоском случае зона постоянных параметров в цилиндрически и сферически симметричном случаях отсутствует.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПОРИСТЫХ ПЛЕНОК

Валиев Х.Х.¹, Якупов С.Н.², Карнет Ю.Н.¹, Снегирева Н.С.³, Юмашев О.Б.¹, Яновский Ю.Г.³

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН²

АНО Сертификационный центр «Медполимер»³, г. Москва

hhvlv@mail.ru

Изучено влияние особенностей структуры поверхности капроновых пористых мембран на гидродинамическую проницаемость и физико-механические свойства этих материалов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ВОЗДУХА В ПРИЗЕМНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКИ И НЕОДНОРОДНОГО РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Вальгер С.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

swetla-ya@mail.ru

Выполнено численное моделирование атмосферных течений воздуха в приземном пограничном слое на основе решения трехмерных осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса, дополненных моделью вихревой вязкости $k-\omega$ SST. Расчеты проведены в пакете Fluent, дополненного оригинальными пользовательскими функциями (UDF) для задания входных граничных условий с учетом неоднородности подстилающей поверхности. Исследовано влияние сложной городской застройки и орографического фактора поверхности на структуру атмосферного приземного слоя и газодинамические параметры течения. Получены качественные и количественные характеристики течений, для ряда конфигураций проведено сравнение с экспериментом.

УСЛОВИЕ РЕЗОНАНСНОГО ДРОБЛЕНИЯ ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА В АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЕ В ЖИДКОСТИ

Вановский В.В., Петров А.Г.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

vovici@gmail.com

Рассматривается задача о дроблении газового пузырька в жидкости в условиях резонанса частот радиальной и n -ой деформационной моды 2:1. Задача о перекачке энергии решается с помощью метода осреднения Крылова–Боголюбова. Показывается, что амплитуда деформационной моды может на порядки превосходить амплитуду радиальной моды и выводится оценочный критерий дробления пузырька по амплитуде давления возбуждающей волны для случаев медленного и быстрого включения волны. Полученные амплитуды давления вполне достижимы на практике. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-01633).

ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ И ВЫПУЧИВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Ванько В.И.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

vvanko@mail.ru

Изучается процесс продольного изгиба шарнирно опертого упругопластического стержня под действием возрастающей либо постоянной (в условиях ползучести) силы. Показано: при любых « $\sigma \sim \varepsilon$ » диаграммах и любых законах ползучести материала стержень «несет» нагрузку (положительным приращением силы или времени соответствуют положительные приращения прогиба при использовании метода последовательных нагружений), пока жесткость срединного сечения больше приложенной силы (в безразмерных параметрах: сила, напряжения и деформации отнесены к соответствующим эйлеровым значениям). Характер процесса изгиба зависит от величины начального прогиба (н.п.) и от скорости нагружения. Например, при «малых» н.п. разгрузки в точках поперечных сечений нет; при «больших» н.п. в поперечных сечениях наблюдается разгрузка, что повышает несущую способность.

ЗАЩИТА ОТВЕРСТИЙ ДЛЯ ПОДВОДА МАСЛА ОТ СТРУЖКИ В ПОРШНЯХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Варенцов В.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

teplomost@mail.ru

При изготовлении поршней двигателей внутреннего сгорания в отверстиях для подвода масла к цапфам пальцев остается металлическая стружка. Разработано устройство, позволяющее осуществлять эффективную защиту этих отверстий от стружки.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА УДАРНЫХ ВОЛН

Варфоломеев Д.А., Казин К.И., Куропатенко В.Ф.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ технической физики

им. Е.И. Забабахина, г. Снежинск

d.a.varfolomeev@mail.ru

Предлагается высокоточный метод расчета ударных волн. В его основе лежит неоднородный разностный метод В.Ф. Куропатенко в Лагранжевых координатах. Метод позволяет явно выделять в решении ударные волны в виде разрывов первого рода. Предлагается ряд способов повышения точности этого метода. В частности, для определения величин перед фронтом ударной волны наряду с разностным подходом предлагается использовать элементы метода характеристик. На примере расчета методических задач показано, что предлагаемый метод превосходит по точности все однородные методы, а по монотонности – исходный неоднородный метод. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №13-01-00072.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА НА ОСТРОМ КОНУСЕ ПРИ ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ ВДУВЕ ГАЗА В СВЕРХЗВУКОВОЙ ПОТОК

Василевский Э.Б., Амбарцумян Д.С., Гатин Ф.В., Штапов В.В., Ежов И.В., Радченко В.Н.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

vasilevskiiedb@yandex.ru

Представлены исследования влияния тангенциального вдува охладителя (воздуха) на течение и теплообмен к поверхности конуса. Вдув охладителя осуществлялся через осе симметричную щель под углом $\gamma = 8^\circ$ к образующей конуса. Эксперименты проводились в гиперзвуковой ударной трубе ЦАГИ УТ-1М при числе Маха набегающего потока $M_\infty = 5$ и нулевом угле атаки. Для получения картины течения использовалась прямотеневая съемка. Измерения теплового потока осуществлялись с помощью метода люминесцентных покрытий. Получены данные по влиянию расхода охладителя на распределение теплового потока к боковой поверхности конуса.

КОНДЕНСАЦИЯ УГЛЕРОДА В ВОЛНАХ ГОРЕНИЯ И ДЕТОНАЦИИ АЦЕТИЛЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Васильев А.А.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

gasdet@hydro.nsc.ru

Представлены расчетные и экспериментальные результаты исследований конденсации углерода и образования С–кластеров при распространении волн горения и детонации в обогащенных смесях ацетилена и его основных производных (ди-, метил-, винил-ацетилен) с кислородом и воздухом. Установлено, что доля С–конденсата по отношению к общему количеству углерода в исходной смеси, зависит от типа волн, при этом детонация характеризуется минимальным «выходом» конденсата. Количество С–конденсата возрастает при увеличении концентрации горючего в смеси и начального давления. Предложена оценка нижнего предела концентрации углеводородного топлива, в продуктах реакции которого возможна конденсация углерода.

ВАРИАНТ СТАТИЧЕСКИ КОРРЕКТНОЙ ГРАДИЕНТНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Васильев В.В.¹, Лурье С.А.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Институт прикладной механики РАН², г. Москва

salurie@mail.ru

Построен вариант градиентной теории упругости, в которой тензор обобщенных напряжений учитывает градиенты традиционных напряжений. Соотношения упругости имеют традиционную форму и не включают дополнительных упругих постоянных. Рассматривается задача об изгибе консольной полосы силой, приложенной на свободном конце. На основе уравнений градиентной теории упругости получено точное решение этой задачи при условии несжимаемости материала по толщине полосы. Показано, что решение не является сингулярным. Построенное решение использовано для экспериментального определения параметра, характеризующего микроструктуру среды и входящего в уравнения градиентной теории. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 13-01-000872 и № 15-01-03649

ЧИСЛЕННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕБИТА СКВАЖИН ПО ЗАДАНЫМ ЗАБОЙНЫМ ДАВЛЕНИЯМ

Васильев В.И., Васильева М.В., Никифоров Д.Я.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

vasvasil@mail.ru

В теории и практике обратных задач для уравнений с частными производными большое внимание уделяется задаче определения

правой части и коэффициентов, в частности, зависимости правой части. В качестве дополнительного условия обычно задают интеграл или значение функции в заданной точке в зависимости от времени. В данной работе для параболического уравнения на многомерной области рассмотрим задачу определения зависимости правой части от времени. Обсуждаются результаты вычислительного эксперимента для модельных задач теории фильтрации. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-00719.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ГАЗО-ЖИДКОСТНЫХ СРЕД ПРИ ИСКРОВОМ ПРОБОЕ

Василяк Л.М.¹, Ветчинин С.П.¹, Панов В.А.², Печеркин В.Я.¹, Куликов Ю.М.², Сон Э.Е.¹

Объединенный институт высоких температур РАН¹, г. Москва

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

vladislav.panov@phystech.edu

Представлены результаты исследования развития электрического пробоя в двухфазной газо-жидкостной смеси. Проведены исследования при разных объемных содержаниях воздуха в 10 % -ом водном растворе изопропилового спирта. Измерены характерные времена развития отдельных стадий искрового разряда. Выявлены особенности развития неустойчивостей в прианодной зоне.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АНИЗОТРОПНОМ МИОКАРДЕ

Вассерман И.Н.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

igorw@icmm.ru

Исследовались особенности распространения волны возбуждения в неоднородно анизотропных конечноэлементных моделях миокарда. Неоднородность в данной модели заключается в повороте осей анизотропии по толщине стенки и обусловлена волокнисто-слоистой структурой сердечной мышцы. Для описания проводимости сердечной мышцы была взята однодоменная модель, и уравнения Алиева–Панфилова. Численное решение осуществлялось с помощью метода конечных элементов и алгоритма расщепления. Была построена конечно-элементная модель эволюции активных напряжений в миокарде, основанная на НМТ-модели. Рассмотрена реакция на изменение концентрации внутриклеточного кальция, описываемое моделью Билера–Рейтера.

О ВОССТАНОВЛЕНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ЗОН ДЕСТРУКЦИИ В ПЛАСТИНАХ

Ватульян А.О., Недин Р.Д.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

vatulyan@math.rsu.ru

Представлены постановки и методы решения задач о реконструкции предварительных напряжений (ПН) в неоднородных пластинах в рамках моделей Кирхгофа и Тимошенко с учетом образования зон деструкции, моделируемых локальным снижением жесткости. Произведен сравнительный анализ моделей пластин и исследовано влияние различного типа неоднородностей на амплитудно-частотные характеристики. Предложены итерационные и проекционные схемы решения возникающих обратных коэффициентных задач по идентификации неоднородных ПН и параметров зон деструкции, представлены результаты вычислительных экспериментов и даны рекомендации по наиболее информативным режимам зондирования.

ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО И ПЕРСПЕКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЗАЩИТНОЙ ТОЛЩИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Ваулина И.Н., Аптуков В.Н.

Уральский научно-исследовательский и проектный институт галургии, г. Пермь

Kobyakova.Natalia@gallurgy.ru

Представлен подход к оценке текущего и перспективного состояния водозащитной толщи (ВЗТ) с учетом влияния горно-геологических и техногенных факторов, основанный на инженерных методах и методах математического моделирования с применением критериев безопасного состояния. Оценка предполагает выделение природно-техногенных опасных зон (ПТОЗ) на основе анализа величины общего критерия оценки состояния ВЗТ. В выделенных ПТОЗ определяется степень их опасности посредством проведения уточняющего анализа. Рассмотрена реализация разработанного подхода на примере одного из действующих рудников Верхнекамского месторождения калийных солей.

ИНТЕГРИРУЕМЫЕ СЛУЧАИ ЗАДАЧИ ОБ ЭВОЛЮЦИИ СПУТНИКОВЫХ ОРБИТ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЖАТИЯ ПЛАНЕТЫ, ПРИТЯЖЕНИЯ ЕЁ МАССИВНЫХ СПУТНИКОВ И СОЛНЦА

Вашковьяк М.А.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

vashkov@keldysh.ru

Рассмотрена задача о совместном влиянии сжатия центральной планеты, притяжения ее массивных спутников и Солнца на эволюцию орбиты спутника пренебрежимо малой массы. Для произвольного угла между экваториальной плоскостью планеты и

плоскостью её гелиоцентрической орбиты получены эволюционные уравнения в плането-экваториальных элементах спутниковой орбиты. Описаны интегрируемые случаи эволюционной задачи, намечены пути их исследования и возможное применение к реальным спутниковым системам планет-гигантов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ И ТРАЕКТОРИИ СПУСКА МАЛОРАЗМЕРНЫХ СПУТНИКОВ CUBESAT

Вашенков П.В.¹, Кашковский А.В.², Бондарь Е.А.²

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,*

г. Новосибирск

vashen@itam.nsc.ru

Описаны результаты численного исследования аэротермодинамики, траектории спуска и времени жизни миниатюрных спутников CubeSat при неконтролируемом спуске с орбиты Земли на высоте 350 км. Исследование проводится локально-мостовым инженерным методом. Точность результатов вычисления аэродинамических характеристик оценивается сравнением с результатами моделирования методом прямого статистического моделирования. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-58-52044, 14-01-31099, а также гранта Правительства РФ (Договор No 14.Z50.31.0019) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых

ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНОГО ПОТОКА МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ АНЕМОМЕТРИИ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ УРАГАННЫХ ВЕТРОВ

Вдовин М.И., Кандауров А.А., Казаков В.И.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

arfirius@yandex.ru

При изучении взаимодействия ветрового потока с взволнованной поверхностью воды особый интерес представляет случай крутых и обрушающихся волн, образующихся при сильном ветре. В частности, в немногочисленных натурных и лабораторных экспериментах был обнаружен эффект насыщения коэффициента аэродинамического сопротивления водной поверхности при увеличении скорости ветра. В настоящей работе представлены результаты измерений характеристик воздушного потока над поверхностными волнами в лабораторных условиях, моделирующих сильные и ураганные ветры, с помощью модифицированной техники Particle Image Velocimetry (PIV).

ВЛИЯНИЕ КОРОТКОВОЛНОВЫХ НЕВЯЗКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ НА ФЛАТТЕР УПРУГИХ ПЛАСТИН В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

Веденеев В.В., Бондарев В.О.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

vasily@vedeneev.ru

Исследуется влияние на панельный флаттер пограничного слоя, образующегося на поверхности панели. Ранее эта задача была решена аналитически в случае длинных волн, когда уравнение Рэлея, описывающее распространение невязких возмущений в газе, решается в явном виде. В настоящей работе исследуются волны произвольной длины; уравнение Рэлея решается численно. Показано, что скорости роста усиливающих волн увеличиваются по сравнению с полученными ранее результатами, т.е. не учитываемые ранее члены приводят к дополнительной дестабилизации системы.

ВЛИЯНИЕ НА ЭМИССИЮ NOX НЕОДНОРОДНОСТИ И ПУЛЬСАЦИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТОПЛИВА НА ВХОДЕ В МАЛОЭМИССИОННУЮ КАМЕРУ СГОРАНИЯ

Ведешкин Г.К., Касилов П.В., Маслов В.П., Свердлов Е.Д.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

vedeshkin@ciam.ru

Для выявления основного влияющего фактора на эмиссию оксидов азота малоэмиссионными камерами сгорания, неоднородности поля концентрации или пульсаций концентрации топлива на выходе смесительного устройства камеры, предложен метод и проведены измерения пульсаций концентрации на выходе экспериментального смесителя малоэмиссионной камеры сгорания. Показано, что уровень пульсаций за смесительным устройством достаточно низкий, порядка 3%, и основной вклад в эмиссию NO вносит окружающая неравномерность поля концентрации.

СКОРОСТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ УДАРНИКОВ С ПРОЧНЫМИ МИШЕНЯМИ

Велданов В.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

vevladi@mail.ru

Рассмотрены экспериментальные и расчетные результаты по высокоскоростному взаимодействию (800 ... 1500 м/с) плоских дюралюминиевых ударников толщиной h , равной 1,5 мм и 3 мм, с массивными мишенями из дюралюминия. Исследовано влияние

скорости встречи на глубину, объем и форму кратера в мишени. Рассмотрено влияние поддона на результаты ударного взаимодействия. Показано, что поперечные размеры кратера составляют $5 \dots 9h$, при этом продольные размеры кратера могут составлять $1.35 \dots 2.0$ ширины ударника. Расчет взаимодействия цилиндрических ударников диаметром, равным толщине плоских, при одинаковых скоростях показывает в 2 раза большую глубину проникания плоских ударников.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Вельмисов П.А., Анкилов А.В.

Ульяновский государственный технический университет

velmisov@ulstu.ru

Исследуется устойчивость упругих элементов нескольких классов конструкций, находящихся во взаимодействии с потоком газа или жидкости. Определение устойчивости упругого тела соответствует концепции устойчивости динамических систем по Ляпунову. В качестве примеров рассмотрены нелинейные математические модели вибрационного устройства и крыла с упругим элементом при дозвуковом режиме обтекания потоком газа или жидкости. Модели описываются связанными системами дифференциальных уравнений в частных производных. На основе построения функционалов получены достаточные условия устойчивости.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ КОРРЕКЦИИ ГИПЕРМЕТРОПИИ МЕТОДАМИ LASIK И INTRALASIK

Венатовская Л.А.¹, Фетодова Л.А.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Федорова, Чебоксарский филиал²

L_karamshina@mail.ru

Предложена конечно-элементная модель, позволяющая оценить изменения напряженно-деформированного состояния роговицы и показателей внутриглазного давления (ВГД) после рефракционных операций по коррекции гиперметропии. Роговица и склера представляются сопряженными трансверсально-изотропными сферическими сегментами с разными радиусами и разными упругими свойствами. Оболочки заполнены несжимаемой жидкостью. Проводится анализ влияния параметров удаляемого при коррекции гиперметропии методами LASIK и IntraLASIK кольцевого слоя на изменение напряженно-деформированного состояния роговицы. Представлены профили деформированной роговицы до и после лазерной коррекции зрения. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-06311-а.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА НА ФОРМУ ФРОНТА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В МОДЕЛИ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО

Верезуб Н.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

verezub@ipmnet.ru

Детально изучены процессы конвективного теплопереноса и кристаллизации на простой, но единой расчетно-экспериментальной модели кристаллизации веществ с температурами плавления, близкими к комнатным (гептадекана и галлия), методом Чохральского. Прозрачность расплава гептадекана позволила визуализировать как структуры самого течения расплава, так и его закристаллизовавшейся части в лабораторном эксперименте, что обеспечило расчетную модель данными для тестирования. Численные расчеты позволили провести параметрическое изучение структур течения, тепловых потоков на охлаждаемом диске и определить зависимость формы фронта кристаллизации для обоих веществ от режимов конвективного теплообмена: термогравитационной и смешанной (т. е. при дополнительном вращении кристалла) конвекции.

ОЦЕНКА РАЗРУШЕНИЯ ГРАНИЧНОГО СЛОЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ИСПЫТАНИЙ НА ПОПЕРЕЧНУЮ ОСАДКУ

Веретенникова И.А.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

irincha@imach.uran.ru

Осуществлена проверка адекватности ранее разработанной феноменологической модели поврежденности и прогнозирования разрушения слоистого металлического материала, полученного сваркой взрывом, при пластической деформации. В качестве схемы испытания выбраны различные варианты поперечной осадки. Сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными для биметалла «08X18H10T-сталь 10» в условиях сложного напряженно-деформированного состояния показало, что разработанная модель адекватно и с хорошей точностью представляет развитие поврежденности и может быть использована для выполнения расчетов с целью прогнозирования расслоения материала, полученного сваркой взрывом.

Работа поддержана грантом РФФИ № 13-08-96061 p_урал_a.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ ГАЗОВ И ТВЕРДЫХ ИЗБИРАТЕЛЬНО ПРОНИЦАЕМЫХ МИКРОСФЕР

Верещагин А.С.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

vereshchag@itam.nsc.ru

В рамках проекта принципиально новой мембранно-сорбционной технологии извлечения гелия из природного газа газоконденсатных месторождений приводится вывод математической модели движения твердых избирательно проницаемых частиц и смеси движущихся газов, использующий принципы осреднения механики многофазных сред. В частном одномерном изотермическом случае проводится исследование типа полученной системы дифференциальных квазилинейных уравнений в частных производных.

ПРИСОЕДИНЕННАЯ МАССА И ЭФФЕКТИВНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕД

Верещагина Т.Н., Федотовский В.С.

*Государственный научный центр РФ – Физико-энергетический институт
им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск*

vertatl@list.ru

Проведены обзор и анализ имеющихся в литературе результатов, касающихся присоединенной массы жидкости для ансамбля включений – ключевого понятия в динамике гетерогенных сред. Приведены соотношения между коэффициентами присоединенных масс, полученными различными авторами. Показаны принципиальные различия коэффициентов присоединенной массы жидкости для дисперсных и пористых сред. Приведены примеры использования коэффициентов присоединенной массы для вычисления эффективной динамической плотности дисперсных и пористых сред.

ВАРИАНТ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРНА С ПОМОЩЬЮ CAE-СИСТЕМЫ FIDESYS

Вершинин А.В.¹, Улькин Д.А.², Яковлев М.Я.²

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
механико-математический факультет¹*

ООО «Фидесис»², г. Москва

yakovlev@cae-fidesys.com

Описаны метод и некоторые результаты оценки эффективных механических характеристик образца горной породы (керна). Данные о внутренней структуре керна получены с помощью метода компьютерной томографии. На основе этих данных строится конечноэлементная сетка для определённого фрагмента керна (в форме прямоугольного параллелепипеда). Механические свойства горной породы описываются законом Гука. Для вычисления эффективных свойств представительный объём керна (в форме параллелепипеда) подвергается ряду деформаций. Для каждой деформации вычисляется поле напряжений с помощью CAE Fidesys. Для каждой деформации оно осредняется по объёму, после чего вычисляются эффективные свойства.

СВЯЗАННЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТОПРУГИХ ТЕЛ СО СФЕРИЧЕСКИМИ ГРАНИЦАМИ

Вестяк В.А.¹, Тарлаковский Д.В.²

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)¹
НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²*

v.a.vestyak@mail.ru

Дана постановка связанных нестационарных осесимметричных задач о распространении волн в ограниченных сферическими поверхностями телах, заполненных изотропным проводником. Замкнутая линеаризованная система уравнений, описывающая этот процесс, включает в себя уравнения движения с правой частью в виде силы Лоренца, обобщенного закона Ома, а также следствия из уравнений Максвелла в сферической системе координат. Начальные условия нулевые. На границах заданы перемещения и напряженность электрического поля. Для решения искомые функции раскладываются в ряды по полиномам Лежандра и Гегенбауэра, а также в степенные ряды по малому параметру, характеризующему связь электромагнитных и механических полей. Изображение коэффициентов этих рядов по Лапласу представлены в интегральном виде с ядрами – функциями влияния. В явном виде построены оригиналы этих функций.

КРОМОЧНЫЕ ВОЛНЫ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА В ПОЛОМ ЦИЛИНДРЕ СО СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ НА ТОРЦЕ

Вильде М.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

mv_wilde@mail.ru

Исследуются поверхностные волны, распространяющиеся вдоль кромки полубесконечного полого кругового цилиндра. Лицевые поверхности цилиндра считаются свободными от напряжений. На торце цилиндра ставятся смешанные граничные условия: перемещение в радиальном направлении запрещено, в остальных направлениях закрепление отсутствует. Для получения асимпто-

тического решения при больших значениях волнового числа построено приближенное решение для цилиндрической поверхностной волны в упругом полупространстве. Данное решение позволяет получить явные приближенные формулы, показывающие, что в рассматриваемом теле существует бесконечное счетное множество кромочных волн высшего порядка.

КАЧЕНИЕ КОЛЕСА ПО СНЕГУ

Вильке В.Г.^{1,2}, Семенов А.А.^{1,2}, Кожевников И.Ф.²

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова¹

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН², г. Москва

kogevnik@ccas.ru

Предложена модель снежного слоя, представленного непрерывным набором столбиков, деформации которых описываются нелинейной моделью идеальной пластической среды с вязкими диссипативными силами. Поле касательных напряжений при взаимодействии твердого колеса со снегом определяется законом сухого трения. Из уравнений движения, описывающих плоско-параллельное движение колеса, найдены переменная зона контакта колеса со снегом, стационарные движения колеса и режим его пробуксовки. Результаты исследований представлены в виде таблиц и графиков, полученных путем численного интегрирования нелинейных уравнений движения, содержащих определенные интегралы с переменными пределами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОМЕНТНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННОМ ОПИСАНИИ

Вильчевская Е.Н.¹, Иванова Е.А.²

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт Петербург

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

vilchevska@gmail.com

В рамках пространственного описания разработана методика определения инерционных и кинематических характеристик среды, в которой происходят структурные превращения, связанные с консолидацией или распадом частиц, а также с изменением свойств анизотропии материала. Основной характеристикой состояния системы является тензор инерции, для которого формулируется дифференциальное определяющее уравнение, содержащее источниковый член, который должен задаваться исходя из физических представлений о процессах, связанных со структурными преобразованиями в среде.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Виноградов Ю.И., Молчанов Д.Б.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

den_bibby@mail.ru

Построен аналитический метода конечных элементов. Проводится декомпозиция дифференциальных уравнений механики пластин и аналитически решаются полученные уравнения на элементе. Алгоритм тестируется решением задачи изгиба квадратной пластины.

МАГНИТНАЯ ЖИДКОСТЬ ПОД ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКОЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

Виноградова А.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

vinogradova-as@mail.ru

Теоретически и численно исследуется магнитная жидкость, покрытая полимерной пленкой, в магнитном поле линейного проводника с током. Форма статической свободной поверхности магнитной жидкости описывается аналитическим решением. Вычислены различные объемы магнитной жидкости при фиксированных максимальном радиусе (толщине) капли и токе в проводнике. Изучено влияние граничных условий на форму жидкости при наличии полимерной пленки и без нее. Полученные результаты следует учитывать при конструировании различных устройств с управляемыми объемами магнитной жидкости. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-31146, 14-01-90003 и 13-01-00703.

ДВИЖЕНИЕ ЦИЛИНДРА ПО ПОДВИЖНОЙ ПЛОСКОСТИ С ТРЕНИЕМ

Виноградова О.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

vinogradova-oa@yandex.ru

Рассматривается двумерная модель движения цилиндра по подвижной наклонной плоскости при наличии трения скольжения и трения качения. В случае вертикального движения плоскости показано, что за конечное время устанавливается один из режимов: покой, качение вниз или качение со скольжением вниз. В случае плоскопараллельного движения горизонтальной плоскости найдены параметрические условия существования всех периодических режимов качения цилиндра. Приведен пример поэтапного интегрирования движения с использованием численных методов.

ОБ ОБРАЩЕНИИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ВЕРТОЛЕТНОГО ПРОФИЛЯ В ВЯЗКОМ ТРАНСЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

Владимирова Н.А.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

viana@protech.ru

Численно решена задача трансзвукового обтекания винтового профиля, совершающего продольные возвратно-поступательные колебания вдоль направления скорости полета вертолета. В обращенном движении профиль обтекается вязким нестационарным потоком с заданным периодическим законом изменения скорости от времени. На основе URANS методов разработана технология расчета обтекания вертолетных профилей в обращенном движении, исключающая действие инерционных сил. Численные исследования выявили наличие гистерезиса аэродинамических характеристик профиля по числам Маха набегающего потока в трансзвуковом диапазоне, когда на поверхности профиля возникают скачки уплотнения и волновые отрывы пограничного слоя.

ВЛИЯНИЕ ИОННО-ЛУЧЕВОГО ВАКУУМНО ДУГОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИЮ И РАЗРУШЕНИЕ СТАЛИ 12Х1МФ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ, ЦИКЛИЧЕСКОМ И ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИЯХ

Власов И.В.^{1,2}, Панин С.В.^{1,2}, Сергеев В.П.^{1,2}, Марущак П.О.³, Сунгатулин А.Р.^{1,2}

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН¹, г. Томск

Национальный исследовательский Томский политехнический университет²

Томский государственный технический университет³

good0@yandex.ru

Исследовано влияние вакуумно-дуговой ионно-лучевой обработки на структуру и механические свойства жаропрочной стали 12Х1МФ. Для всесторонней оценки влияния ионно-лучевого воздействия на механические свойства проведены испытания на статическое и циклическое растяжение, а также ударную вязкость на маятниковом копре, оснащенный инструментированным бойком.

ПОДЪЕМНАЯ СИЛА, ДЕЙСТВУЮЩАЯ НА ТЕЛА РАЗНОЙ ФОРМЫ В ВИБРИРУЮЩЕЙ ПОЛОСТИ С ЖИДКОСТЬЮ

Власова О.А., Щипицын В.Д., Козлов В.Г.

Лаборатория вибрационной гидромеханики, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

vlasova_oa@pspu.ru

Экспериментально исследуется осредненная подъемная сила, действующая на твердое тело, находящееся вблизи границы полости с жидкостью, совершающей поступательные колебания. В опытах варьируется форма, характерный размер и относительная плотность тела, вязкость жидкости и параметры вибраций. Подъемная сила измеряется методом динамического подвеса тела в поле силы тяжести, когда тело совершает инерционные колебания, не касаясь стенок. Сила отталкивания проявляется на расстоянии, сравнимом с толщиной слоя Стокса, и возрастает по мере приближения к стенке. Построена теоретическая модель генерации подъемной силы. Теоретические и экспериментальные результаты удовлетворительно согласуются в высокочастотном приближении.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ РЕЖИМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИММЕТРИИ В ЗАДАЧЕ О СТЕКАНИИ ТОНКОГО СЛОЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Вожаков И.С.¹, Архипов Д.Г.¹, Цвелодуб О.Ю.²

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск²

vozhakov@gmail.com

Проведено исследование дивергентной системы уравнений для моделирования нелинейных волн на стекающей по вертикальной плоскости пленке жидкости. Обнаружено, что в расширенной по поперечной координате расчетной области дивергентная система уравнений инвариантна относительно некоторого преобразования четности. Продемонстрирована эффективность применения этой симметрии для численного решения задачи методами Галеркина. Для случая умеренных чисел Рейнольдса численно показано, что стационарно-бегущие решения системы обладают обнаруженной симметрией.

ОПИСАНИЕ УПРОЧНЕНИЯ И СЛОЖНОГО НАГРУЖЕНИЯ В МНОГОУРОВНЕВЫХ МОДЕЛЯХ НЕУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛИКРИСТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

Волегов П.С., Трусев П.В., Янц А.Ю., Грибов Д.С., Селуков Д.Г.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

crocinc@mail.ru

Рассмотрена двухуровневая математическая модель неупругого деформирования металлических поликристаллов с учетом эволюции структуры. На примере двухуровневой модели неупругого деформирования поликристаллических металлов рассматриваются эффекты запаздывания скалярных и векторных свойств при изломе траектории деформирования в пространстве А.А. Ильюшина, проверяется выполнение постулата изотропии и предлагается возможное объяснение с физических позиций эффекта за-

паздывания векторных свойств при деформировании по траекториям с изломами. Проведены численные эксперименты на циклическое непропорциональное нагружение, отмечена возможность модифицированного закона упрочнения описать выход на стационарные значения интенсивности напряжений, показана возможность качественного описания эффекта дополнительного циклического упрочнения.

МОДЕЛЬ ПОВРЕЖДЁННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ ПРИ МЕХАНИЗМАХ ДЕГРАДАЦИИ, СОЧЕТАЮЩИХ УСТАЛОСТЬ И ПОЛЗУЧЕСТЬ МАТЕРИАЛА

Волков И.А., Коротких Ю.Г., Тарасов И.С.

Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород

pmptmvgavt@yandex.ru

Развита модель повреждённой среды (МПС), описывающая процессы накопления повреждений при механизмах деградации, сочетающих усталость и ползучесть материала. Для описания процесса ползучести материала разработан новый вариант определяющих соотношений. Разработаны верифицированные экспериментально-теоретические методики определения материальных параметров уравнений МПС. Методом численного моделирования и сопоставления полученных результатов с экспериментальными данными проведена оценка достоверности модели МПС. Разработана модель суммирования повреждений при усталости и ползучести.

ЭФФЕКТ ЗАДЕРЖКИ РАЗРУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТКОЛА

Волков Г.А.¹, Михайлова Н.А.²

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный университет²

volkovgrig@mail.ru

Исследуются прочностные свойства азотистой стали при высокоскоростных динамических нагрузках на основе экспериментальной схемы по откольному разрушению. С помощью классического решения волновой задачи в упругой постановке выполнена обработка полученных в ходе испытаний временных профилей скорости свободной поверхности образца. Вычисленная таким образом история напряжений в откольном сечении показала, что для некоторых образцов присутствует эффект задержки разрушения. С помощью критерия инкубационного времени построена аналитическая модель, которая позволяет объяснить выявленный эффект.

УПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРОМ ТЯГИ СОПЛА ПРИ ПОМОЩИ ВДУВА СТРУИ В СВЕРХЗВУКОВОЙ ПОТОК

Волков К.Н., Емельянов В.Н., Яковчук М.С.

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. С.-Петербург*

dsci@mail.ru

Рассматриваются численное моделирование газодинамических процессов, сопровождающих поперечный вдув струи газа в сверхзвуковую часть сопла, применительно к созданию управляющих усилий в ракетных двигателях твердого топлива. Численные расчеты проводятся на основе различных моделей турбулентности при варьировании массовым расходом вдуваемого газа. Результаты расчетов, полученные в рамках невязкой, ламинарной и турбулентной постановки задачи, сравниваются между собой и с данными физического эксперимента. Делаются выводы о влиянии входных параметров задачи на коэффициент усиления тяги.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ С УЧЕТОМ МАСШТАБНЫХ ЭФФЕКТОВ И ГЕОМЕТРИИ ВКЛЮЧЕНИЙ

Волков-Богородский Д.Б.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

v-b1957@yandex.ru

Развивается математический аппарат для точного решения последовательности краевых задач для функций быстрых переменных в методе асимптотического усреднения Бахвалова для уравнений теории упругости, фильтрации и теплопроводности в структурно-неоднородных материалах с включениями сфероидальной, сферической и цилиндрической формы, имеющими промежуточный межфазный слой. Точный аналитический учет контактных условий на межфазных границах, обеспечиваемый специальной конструкцией аппроксимирующих функций, позволяет воспроизвести на микроуровне физические поля в ячейке с включением, и смоделировать масштабные эффекты, обусловленные значительным развитием межфазного слоя около нановключений.

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОГНУТОГО РОТОРА С ОСТАТОЧНЫМ ДИСБАЛАНСОМ ПРИ ВЫБЕГЕ

Волоховская О.А.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

olgaavol@yandex.ru

На основе модели однопролетного ротора с первоначальным прогибом и остаточным дисбалансом для двух вариантов его закрепления на податливых анизотропных опорах (на стенде и при взаимодействии с валопроводом) проведена оценка амплитуд колебаний для контрольных точек ротора в окрестности проходимых им в период после отключения турбины до своей полной

остановки (при выбеге) критических скоростей. В качестве примера приведены расчеты для ротора высокого давления турбины типа К-300-23,5 со значениями начального прогиба и остаточного дисбаланса, допустимыми современными нормами для турбоагрегатов на величины тепловой пробы для погнутости и остаточного дисбаланса. Результаты проанализированы.

УРАВНЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТИН С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ НА ИХ ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Волчков Ю.М., Полтавская Е.Н.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

volk@hydro.nsc.ru

На основе аппроксимации решений уравнений плоской задачи отрезками полиномов Лежандра построены уравнения упругопластического деформирования пластин с произвольным видом условий на их лицевых поверхностях. Уравнения цилиндрического изгиба пластин с учетом пластических деформаций в первом приближении сводятся к системе обыкновенных дифференциальных уравнений с коэффициентами, зависящими от напряженно-деформированного состояния в точке. Порядок дифференциальных уравнений не зависит от типа краевых условий на лицевых поверхностях пластин, что обеспечивает корректную постановку контактных задач и позволяет построить уравнения деформирования слоистых пластин.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТРАЕКТОРИИ В ЗАДАЧЕ О БРАХИСТОХРОНЕ С РАЗГОНЯЮЩЕЙ СИЛОЙ

Вондрухов А.С.

ЗАО «Санкт-Петербургская международная товарно-сырьевая биржа», г. Москва

vondrukhov@gmail.com

Изучено двухпараметрическое семейство оптимальных кривых в задаче о брахистохроне при действии разгоняющей силы тяги. Задача сведена к стандартной задаче оптимального управления по быстродействию. Получена система уравнений, позволяющая находить оптимальные траектории. Показано, что касательная к оптимальной траектории вертикальна в начальной точке, и доказано свойство автономности траекторий без трения. Рассмотрено влияние вязкого трения.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ПОСАДКИ ВОЗВРАЩАЕМОГО АППАРАТА С ДЕФОРМИРУЕМЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ ПОСАДОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Воронин В.В.¹, Бакулин В.Н.², Борзых С.В.¹, Щиблев Ю.Н.¹

ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева»¹, г. Королев

Институт прикладной механики РАН², г. Москва

vitaly.emelyanov@mail.ru

Рассмотрен подход к разработке динамической модели для статистического исследования процесса посадки возвращаемого космического аппарата, снабженного механическим посадочным устройством с энергопоглощающими элементами. Обоснована актуальность задачи и необходимость комплексной экспериментальной отработки процесса посадки. Отмечены сложности реализации создания наземных стендов и проведения экспериментов. Указана определяющая роль математического моделирования в прогнозной оценке успешности посадки проектируемого аппарата. Описана структура используемых математических моделей и технология получения вероятностных оценок успешности процесса для заданных диапазонов условий посадки. Работа поддержана грантами РФФИ № 13-01-00853-а, № 15-08-99591-а, № 14-08-01026-а.

О СЖИГАНИИ ГАЗОВ В ПУЗЫРЯХ

Воронин Д.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

voron@hydro.nsc.ru

Проведено численное моделирование динамики одиночного пузырька в воде, заполненного химически активным газом. Математическая модель базируется на основе законов сохранения массы, импульса и энергии для двумерного нестационарного движения сжимаемой среды в случае осевой симметрии. Используются уравнения Рейнольдса турбулентного движения вязкой и теплопроводной среды с учетом диффузии вещества и испарения жидкости на межфазной границе. Сжигание газов в воде позволяет выплывать преобразование химической энергии сжигаемой газовой смеси в поступательную за счет импульсов силы, возникающих при колебаниях пузыря. Испарение жидкости внутри пузырька понижает температуру газа в нем, но увеличивает массу паров, что приводит к немонотонности динамики давления газа в пузырьке.

ОСОБЕННОСТИ ЗАДАЧ СТАБИЛИЗАЦИИ НЕУСТОЙЧИВЫХ ОБЪЕКТОВ

Воронков В.С.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

vic_voronkov@mail.ru

Для линейных, полностью управляемых систем автоматического управления с устойчивыми по Ляпунову объектами в соответствие с леммой Калмана–Попова–Якубовича существует ограниченное управление, при котором замкнутая система становится глобально устойчивой. Особенности задач стабилизации неустойчивых объектов являются: невозможность достижения их глобальной устойчивости при ограниченном управлении; существование ограниченного управления, при котором достигается наибольшая область притяжения стабилизируемого состояния равновесия в фазовом пространстве системы; возможность нахож-

дения такого оптимального по устойчивости ограниченного управления из условия минимума квадратичного функционала. Показывается возможность аналитического решения задач стабилизации неустойчивых объектов оптимальным по устойчивости управлением. Приводятся примеры прикладных задач стабилизации оптимальным по устойчивости управлением перевернутого маятника, различных модификаций магнитного подвеса.

ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ И ДИФфуЗИОННОГО ГОРЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ

Воротилин В.П.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

VPVorotilin@yandex.ru

На основе представлений о турбулентной среде как совокупности независимых турбулентных частиц – вихрей без привлечения эмпирических корреляций и подгоночных констант получена замкнутая система уравнений, описывающих движение и горение турбулентных струй горючего газа. С учетом факта существования реальной границы турбулентных струй дан вывод уравнения захвата внешней среды, замкнувшего систему уравнений движения турбулентных струй. Рассмотрен предел мгновенных реакций, соответствующий режиму диффузионного горения. Особенностью предлагаемой теории явилась необходимость ввести понятие эффективной скорости реакции не только для молекул реагирующих веществ, но также и для занимаемых ими объемов.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РОСТА УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В МЕТАЛЛАХ С ПОМОЩЬЮ КОНТАКТНОГО ДАТЧИКА ПОТОКА ТЕПЛА

Вшивков А.Н.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

vshivkov.a@icmm.ru

Разработан экспериментальный метод для исследования баланса энергии в материале в процессе деформирования и разрушения. Метод инфракрасной термографии дополнен оригинальным контактным датчиком потока тепла, основанным на эффекте Зеебека, применение которого позволило устранить неточности, возникающие при использовании метода инфракрасной термографии, при определении мощности источников тепла во время деформации и разрушения металлов. Эффективность этого метода показана при исследовании термоупругих эффектов в металлах и при анализе баланса энергии в процессе распространения усталостных трещин в нержавеющей стали (8X18H10) и титановом сплаве ОТ4-0.

ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕССТОЛКНОВИТЕЛЬНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН

Вшивкова Л.В.

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск*

lyudmila.vshivkova@gmail.com

Представлена двумерная гибридная численная модель плазмы для моделирования физических процессов в предвестнике ударной волны в галактических остатках сверхновых звезд. При моделировании ударная волна формируется путем отражения сверхзвукового потока от границы области. Взаимодействие между входящим и отражающимся потоками порождает сильную неоднородность, которая распространяется от стены. Гибридное приближение уменьшает вычислительные затраты по сравнению с использованием полностью кинетической модели и, с другой стороны, моделируя движение ионов с большей точностью, чем это позволяет МГД-приближение. Другим важным преимуществом использования гибридной модели является возможность изучения важных неустойчивостей на ионно-временных масштабах, пренебрегая высокочастотными модами, связанными с электронами. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-31304 мол_a и № 14-01-00392.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИНТЕНСИВНОГО ИСПАРЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

Высокоморная О.В., Пискунов М.В., Стрижак П.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

vysokomornaja@tpu.ru

Разработаны физическая и математическая модели тепломассопереноса при испарении капли воды с твердым включением в высокотемпературной газовой среде. С применением разработанной модели проведены численные исследования в широком диапазоне основных параметров рассматриваемой системы. Выявлено два режима испарения неоднородной капли воды в среде высокотемпературных газов: режим интенсивного испарения на границе контакта твердого включения с жидкостью и режим испарения воды с внешней поверхности капли.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПАДА ВИХРЯ В ТРУБЕ

Высотина В.Г.

г. Москва

dthf1614@mail.ru

Численное моделирование осесимметричного распада вихря в трубе выполнено методом Годунова. Выявлено влияние изменения отношения давлений и углов закрутки потока на появление и эволюцию распада вихря. Приведено сравнение полученных численных результатов с экспериментальными данными.

КОНВЕКЦИЯ ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРАЦИЯХ

Вяткин А.А., Сабиров Р.Р.

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

vjatkin_aa@pspu.ru

Экспериментально исследуется конвекция тепло выделяющей жидкости во вращающемся горизонтальном цилиндре при поперечных вибрациях. Рассмотрен случай быстрого вращения полости, когда действие силы тяжести пренебрежимо мало. Эксперименты выполняются в полостях разного размера при вибрациях различной частоты и амплитуды. Обнаружено возбуждение конвекции при совпадении частоты вибраций и частоты вращения. Однако наиболее интенсивные конвективные течения и максимальный теплоперенос наблюдаются при совпадении частоты вибраций с одной из собственных частот инерционных колебаний системы. В развитии конвекции ключевую роль играют центробежный и вибрационный механизмы.

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В РЕКУПЕРАТИВНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ С ПОРИСТЫМИ ВСТАВКАМИ

Габдулвалиева (Иванова) Е.И.

Казанский научный центр РАН

katerina_pt_3_04@bk.ru

Предложены простые формулы для оценки коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника с пористыми вставками. Для того чтобы получить расчетную формулу для коэффициента теплопередачи пористые вставки рассматриваются как оребрение разделяющей стенки с известными коэффициентами эффективности оребрения.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА–ЛИУВИЛЛЯ

Гавриков А.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

gavrikov@ipmnet.ru

Предлагается модификация метода ускоренной сходимости для нахождения собственных значений и функций обобщенной задачи Штурма–Лиувилля, основанный на введении дополнительного параметра и решении возмущенной задачи. Рассмотрен ряд модельных примеров.

ПРЯМОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ПСЕВДОПЛАСТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ

Гаврилов А.А.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

gavand@yandex.ru

Представлены результаты прямого численного моделирования турбулентного течения неньютоновской псевдопластической жидкости в прямой трубе. Получены данные о распределениях компонент тензора турбулентных напряжений, балансе напряжений и балансе турбулентной кинетической энергии для установившегося турбулентного течения псевдопластической среды при обобщенных числах Рейнольдса 10^4 и $2 \cdot 10^4$. Показано, что в турбулентном течении псевдопластической среды при уменьшении показателя степени жидкости уменьшается турбулентный перенос импульса и пульсаций между пристеночным слоем и ядром течения и увеличивается поток турбулентной энергии к стенке.

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТОНКОСТЕННЫХ МНОГОПРОЛЕТНЫХ БАЛОК С УЧЕТОМ ВТОРИЧНЫХ СДВИГОВ

Гаврилов А.А.¹, Гребенюк Г.И.²

Оренбургский государственный университет¹

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)²

greb@sibstrin.ru

Исследуются напряженно-деформированное состояние и собственные колебания неразрезной тонкостенной балки бисимметричного сечения, имеющего участки, как с открытым, так и с замкнутым контуром, с учетом вторичных сдвигов. Проводится оценка влияния учета вторичных сдвигов на основные характеристики НДС балки при статическом нагружении и параметры свободных колебаний. Предлагается алгоритм оптимизации параметров многопролетной балки с ограничениями по прочности и частотам собственных колебаний, оценивается влияние ограничений по частотам собственных колебаний на характеристики оптимального проекта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СТАТОРОВ МОЩНЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Гаврилов С.Н.¹, Петреня Ю.К.²

ОАО «НПО ЦКТИ им. И.И. Ползунова»¹, г. Москва

ОАО «Силовые машины»², г. Санкт-Петербург

s.n.gavrilov@mail.ru

Рассмотрены проблемы определения собственных частот и форм колебаний элементов лобовых частей мощных турбогенераторов. Представлены результаты анализа различных методик с учётом степени достоверности расчётных характеристик вибрации.

онного состояния и их сходимости с результатами стендовых испытаний и опытом эксплуатации, что позволило выявить существенную зависимость результатов расчёта от ряда параметров и условий постановки и решения проблемы определения вибрационного состояния турбогенераторов. Отмечена сильная зависимость расчётных характеристик как от используемых алгоритмов расчёта, так и от корректной постановки краевых условий. Отмечено, что для повышения достоверности численного моделирования необходим учёт в расчётных процедурах экспериментальных данных стендовых исследований и промышленных экспериментов. Рассмотрен переход от численного расчёта и моделирования к расчётно-экспериментальным методам определения вибрационного состояния мощных турбогенераторов. Рассмотрены вопросы управления вибрационным состоянием турбогенераторов, в том числе и с применением методов демпфирования.

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПОДДЕРЖКА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Гаврюшин С.С.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

gss@bmstu.ru

Излагается современное состояние, и оцениваются перспективы использования биомеханических подходов при планировании и проведении высокотехнологичных хирургических операций. В рамках концепции CAS-технологий обсуждается методология объединения возможностей современной компьютерной томографии, специализированные программные комплексы, программных средств и технологического оборудования, включая 3D-печать, для планирования, проведения и осуществления послеоперационной реабилитации высокотехнологичных хирургических операций. Приводится реальный пример применения созданной CAS – системы для поддержки высокотехнологичной челюстно-лицевой хирургической операции. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-07-00972.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ НА ЛОПАСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ВИНТА

Гаджимагомедов Г.Г., Лутовинов В.М.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

gadji_@mail.ru

Методом PIV измерены двухмерные поля скоростей вокруг лопасти вращающегося винта в нескольких сечениях перпендикулярных размаху, а также произведен расчет по полученным экспериментальным данным распределения подъемной силы вдоль лопасти. Методика измерения аэродинамических нагрузок, действующих на двухмерные профили, была проверена и апробирована в аэродинамической трубе на неподвижной дренированной модели крыла путем сопоставления результатов получаемых с помощью оптической методики и результатов измерений распределения давления на поверхности модели.

ОЦЕНКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА И ТРЕЩИНЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гадильшина В.Р.

Институт механики и машиностроения Казанский научный центр РАН

venera_gadilshina@mail.ru

Предложена математическая модель для описания процесса неизоэнтальпической фильтрации жидкости к вертикальной скважине с трещиной гидравлического разрыва пласта. Проведен анализ влияния фильтрационных и теплофизических параметров пласта и трещины на распределения давления и температуры в пласте. На основе предложенной модели разработан вычислительный алгоритм оценки фильтрационных и теплофизических параметров пласта и трещины по кривым изменения забойных давления и температуры, зарегистрированным после пуска скважины.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ КИНЕТИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Гайнулина Л.Р., Бережной Д.В., Федорова И.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

dmitri.berezhnoi@kpfu.ru

Излагаются основы методики численного исследования удельной энергоемкости маховичных накопителей энергии. В дополнение к традиционной оценке энергоемкости по кинетической энергии добавляется оценка по удельной потенциальной энергии упругих деформаций. Анализируются возможности использования различных конструкционных материалов при изготовлении маховиков, даются некоторые рекомендации по форме маховика. Приводится оценка удельной энергоемкости системы маховик-кожух, находящейся в потенциальном поле. Отмечается, что используемая в работе «расширенная» оценка энергоемкости дает большую вариативность при конструировании маховичных накопителей энергии и в некоторых случаях позволяет снизить скорость вращения роторной части конструкции. Наличие потенциального поля в системе маховик-кожух позволяет повысить удельную энергоемкость кинетического накопителя энергии. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-01-05686, № 15-07-05380.

ДИНАМИКА ВЯЗКИХ ВИХРЕВЫХ ТЕЧЕНИЙ

Гайфуллин А.М.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

gaifullin@tsagi.ru

Среди многообразия научных задач особое место занимают именные задачи, т. е. те задачи, которые были поставлены выдающимися учеными и либо не были ими решены, либо решены только в частных случаях. Рассматриваются общие особенности течения вязкой вихревой жидкости, описываются аналитические и численные методы их исследования. При этом особое внимание уделяется решению именных задач: о течении вязкой жидкости в ядре вихревой пелены, сходящей с острых кромок треугольного крыла малого удлинения (М.Г. Холл, К. Стюартсон), о диффузии двух вихрей (Л.Н. Сретенский), об обтекании конечной или полубесконечной пластины с движущейся против потока поверхностью (Дж.Б. Клемп, А. Акривос, Г.Г. Черный), о взаимодействии вихря с плоскостью (Дж.И. Тейлор, М.А. Гольдштик, Дж. Серрин).

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И КРУЧЕНИИ УПРУГОГО ЦИЛИНДРА С ВИНТОВОЙ ДИСЛОКАЦИЕЙ

Галаско А.А.

Южный федеральный университет, Институт математики, механики и компьютерных наук,

г. Ростов-на-Дону

arturgalasko@yandex.ru

Найдено точное решение задачи о больших деформациях кручения и растяжения – сжатия сплошного кругового цилиндра с прямолинейной винтовой дислокацией. Материал цилиндра изотропный и несжимаемый. Исследованы нелинейные эффекты, обусловленные наличием дислокации. Обнаружено влияние дислокации на сопротивление стержня растяжению или сжатию, а также на устойчивость при растяжении и кручении. Исследовано влияние дислокации на величину и знак эффекта Пойнтинга при кручении. Основные результаты сформулированы в виде, допускающем экспериментальную проверку.

РЕЗОНАНСНЫЕ ВОЛНЫ: ОТ УДАРНЫХ ВОЛН К РОЖДЕНИЮ ВСЕЛЕННОЙ

Галиев Ш.У., Массе В.Р.

Оклендский университет

s.galiyev@auckland.ac.nz

Сильно нелинейные волны могут возбуждаться в различных конструктивных, а также в натуральных резонаторах. Например, в ракетных системах, а также по естественным причинам в верхних слоях Земли, в водных бассейнах, горных хребтах, участках океана – везде, где резонансные эффекты могут привести к очень большому росту амплитуды. Резонансные сильно нелинейные процессы могут определять эффекты в космосе, рождение и эволюцию Вселенной. Мы задаемся вопросом, можно ли указанные сильно нелинейные резонансные волны и процессы моделировать с помощью хорошо известных нелинейных волновых уравнений. Для ответа обращаемся как к публикациям почти 50-летней давности, так и к результатам последних дней. Внимание привлекается к огромному объему экспериментов, наблюдений и расчетов. Таким образом, проблемы, рассмотренные в сообщении, охватывают многие области механики, физики и математики.

ТОЧНЫЕ И ПРИБЛИЖЁННЫЕ МОДЕЛИ СЛОИСТЫХ И НЕПРЕРЫВНО НЕОДНОРОДНЫХ ПЛИТ И ОБОЛОЧЕК ИЗ КОМПОЗИТНЫХ, НАНО- И МЕТАМАТЕРИАЛОВ

Галилеев С.М.¹, Салихова Е.А.², Орлов О.А.¹, Назаров Р.А.¹

С.-Петербургский государственный экономический университет¹

ОАО «Конструкторское бюро специального машиностроения»², г. Санкт-Петербург

galiley1010@gmail.com

При помощи метода начальных функций рассматриваются вопросы построения точных и приближённых математических моделей слоистых и неоднородных по толщине прямоугольных анизотропных плит и круговых цилиндрических оболочек. Нагрузки статические и динамические. В моделях не используются ограничения на толщины слоёв, на структуру слоистого пакета, на упругие характеристики, на виды воздействий (локальные, распределённые, статические, динамические). Использование трёхмерных моделей позволяет выявить такие особенности напряжённого и деформированного состояния, которые не удаётся оценить при помощи численных методов и приближенных неклассических теорий. Представлены исследования НДС слоистых и неоднородных плит, в том числе из механических метаматериалов, а также свободных колебаний балок из графена.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ И ГАШЕНИЯ ВОЛН ДАВЛЕНИЯ КОНЕЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ПУЗЫРЬКОВОЙ ОБЛАСТИ

Галимзянов М.Н.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

monk@anrb.ru

Рассматривается задача о воздействии волны давления конечной длительности в жидкости на твердую стенку, покрытую пузырьковой областью. Изучаются особенности динамики волны в жидкости и нелинейные эффекты, которые могут возникнуть при воздействии на твердую стенку. Проанализированы зависимости эффектов гашения и усиления волны в пузырьковой области от её протяженности и начального объемного содержания газовой фазы. Рассмотрен случай неоднородного распределения по длине пузырьковой области начального объемного содержания пузырьков. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-97004-р_поволжье_a.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕАКЦИЮ СУСПЕНЗИИ ПОЛИИМИДА К ПРИЛОЖЕННОМУ НАПРЯЖЕНИЮ

Галимов Р.А., Семенов Н.А.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

rodion599@gmail.com

Электрореологические суспензии (ЭРС) относятся к числу, так называемых, «умных материалов», реологические и механические свойства которых (вязкость, предел текучести, модуль сдвига, и др.) могут резко изменяться под воздействием прикладываемого внешнего электрического поля (электрореологический эффект). Поскольку указанные трансформации происходят в течение миллисекунд и обратимы, а среда при наложении электрического поля, от маловязкой и жидкотекучей субстанции способна проявлять свойства вязкопластичного объекта, подобные материалы перспективны с практической точки зрения. У известных из литературы электрореологических суспензий при повышении температуры реакция на приложение электрического поля резко снижается или исчезает.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГУЛЯРНЫХ ПРЕЦЕССИЙ СИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА В ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ПОЛЕ

Галиуллин И.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

gali1951@list.ru

Сопоставлены необходимые и достаточные условия устойчивости, полученные в результате линеаризации уравнений для регулярных прецессий симметричного твердого тела в осесимметричных силовых полях. Дан обзор исследований, имеющих полуторавековую историю, посвященных регулярным прецессиям, начиная с открытия прецессии волчка Лагранжа. Приведены результаты автора по устойчивости симметричного тела в центральном ньютоновском поле, а также по прецессионным движениям некоторых планет солнечной системы.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН В КОНЕЧНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ

Галич П.И., Рудых С.

Технион – Израильский технологический институт, г. Хайфа

galich@technion.ac.il

Исследуется распространение упругих волн в периодических слоистых средах, допускающих большие деформации. При достижении критической деформации, в результате потери устойчивости, наблюдается «сморщивание» межфазных слоев. Подобное изменение микроструктуры композита порождает сложную систему периодических рассеивателей и отражателей. Это явление может быть использовано для создания запрещенных зон и фильтрации нежелательных частот. Подобные микроструктурные превращения в композите обратимы, поэтому данный механизм может использоваться для контроля распространения волн посредством деформации.

К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРЕХМЕРНОМ ТЕЛЕ ПО НЕПОЛНЫМ ДАННЫМ

Галыбин А.Н.

Институт физики Земли РАН, г. Москва

a.n.galybin@gmail.com

Рассмотрена некорректная задача реконструкции НДС в упругом теле по данным полевых измерений, которые компенсируют недостаток данных на границе. Работа основана на задаче реконструкции гармонических функций по конечному числу данных. Подход основан на методе Треффтца. Искомая гармоническая функция представляется линейной комбинацией радиальных базисных функций с неизвестными коэффициентами, которые определяются путем минимизации невязки расчетных и измеренных смещений (деформаций). Проведены численные эксперименты для исследования точности реконструкции и чувствительности к ошибкам измерений. Подход показывает удовлетворительные результаты, когда число базисных функций не превышает 100–150.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ С ПЕРЕВЕРНУТЫМ МАЯТНИКОМ

Галялтидинова Н.И.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

nailya-92@mail.ru

Рассматривается задача синтеза управления робота с перевернутым маятником. Проведен синтез систем управления методами пространства состояний (по координатам вектора состояния и с использованием наблюдающего устройства), синтез оптимального LQR-регулятора и синтез робастного регулятора. Робастный регулятор позволяет стабилизировать систему при отклонениях параметров системы от номинальных и при наличии разного рода неопределенностей. Синтез робастного управления проведен при учете неопределенных ограниченных возмущений с использованием метода матричных систем сравнения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИСЛЕДОВАНИЯ НОВОЙ СХЕМЫ НАБОРА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПЛАЗМЕННЫХ АКТУАТОРОВ

Гамируллин М.Д., Курячий А.П., Литвинов В.М., Чернышев С.Л.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

aleksandr.kuryachiy@tsagi.ru

Экспериментально подтверждена работоспособность новой схемы набора плазменных актуаторов, предназначенных для управления течением в пограничном слое на протяженных аэродинамических поверхностях. На основе измерений скорости потока, индуцированного системой актуаторов в первоначально покоящемся воздухе, с использованием интегрального метода импульсов оценена объемная сила, создаваемая актуаторами. Предложен простой оперативный метод измерения средней электрической мощности, потребляемой актуаторами.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Ганеева М.С., Моисеева В.Е., Скворцова З.В.

Институт механики и машиностроения Казанский научный центр РАН

zara-skvortsova@yandex.ru

Представлены результаты исследования нелинейного изгиба и устойчивости круглых пластин под действием давления нагретой или охлажденной жидкости (сжимаемой рабочей среды аппарата высокого давления). Рассмотрены случаи, когда рабочие температуры значительно отличаются от начальной температуры. Показано, что процесс нелинейного деформирования пластины носит монотонный и непрерывный характер при докритических температурах и немонотонный, включающий скачок, – при полекритических температурах.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СВЕРХЗВУКОВЫХ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ НА ГИБКИХ И ПОРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Гапонов С.А.

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

г. Новосибирск

gaponov@itam.nsc.ru

В рамках линейной и нелинейной теории рассмотрена устойчивость сверхзвукового пограничного слоя на пористых и гибких поверхностях для чисел Маха $M = 2; 5.3$. Установлено, что гибкие покрытия влияют на стабильности пограничного слоя даже в потоке газа. При умеренных сверхзвуковых скоростях тонкие гибкие покрытия ведут к стабилизации течения, по крайней мере, в области больших чисел Рейнольдса. При учете плотности пленки, наряду с волной подобной волне на твердой поверхности, появляются дополнительные возмущения, которые при больших числах Рейнольдса интенсивно нарастают. При числе Маха $M=5.3$ в области чисел Рейнольдса, в которой пограничный слой на твердой поверхности неустойчив, гибкое покрытие стабилизирует течение. При совместном влиянии свойств гибких и пористых покрытий установлено, что энергетические потери в порах уменьшают стабилизирующую роль гибкого покрытия.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ И РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГАЗОГИДРАТОВ

Гарагаш И.А.

Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, г. Москва

garagash@mail.ru

Изучен процесс истощения несущей способности осадочной толщи и бифуркация процесса деформирования в результате разложения газогидратов. Предложен механизм развития наведенных землетрясений, связанный с формированием локальной неоднородности механических свойств в процессе разложения газогидратов. Показано, что деформирование формирующегося относительно податливого включения с учетом влияния вмещающего материала ограничено неустойчивостью, наступающей в предельной стадии на падающей ветви диаграммы деформирования. Получены выражения для критической деформации включения и вычислено значение сейсмического КПД наведенного землетрясения.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА В НЕСТАНДАРТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гаришин О.К., Лебедев С.Н.

Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН, г. Пермь

gar@icmm.ru

Проведены теоретические модельные исследования контактного режима работы атомно-силового микроскопа (АСМ) для нестандартных ситуаций: 1) «мягкие» материалы, когда зонд АСМ индентруется в образец на большую глубину (большие нелинейно упругие деформации); 2) образец макродеформирован; 3) зонд и материал контактируют не по нормали; 4) поверхность образца может смещаться под давлением зонда; 5) материал анизотропен. Для каждого из этих вариантов были решены соответствующие контактные краевые задачи о взаимодействии зонда АСМ с поверхностью образца. Определены области применимости стандартных методик в вышеописанных нестандартных ситуациях. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-96002p_урал_a.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАССИВОВ СКАЛЬНЫХ ПОРОД КАК ТВЕРДЫХ ТЕЛ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ В ЗОНАХ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Гасанова Н.Ю.¹, Саямова К.Д.², Меликулов А.Д.³

Ташкентский государственный технический университет¹

Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан²

Спецуправление № 75³

lima-07@mail.ru

Массивы скальных горных пород обладают широким спектром свойств, которые проявляются при любых технологических воздействиях. Особенности поведения таких массивов заключаются в сочетании характеристик твердых как упругих, так и пластических тел, включая и хрупких, и вязко-текучих тел, и ползучести. При воздействии на массив происходит изменение первоначального напряженного состояния, что может привести к нежелательным последствиям как с точки зрения устойчивости и безопасности объекта, так и дополнительных материальных затрат. Выявление потенциальной области деформаций растяжения в массиве представляет практический интерес для предотвращения нежелательного разрушения.

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КРИВИЗНЫ И ПУЛЬСАЦИЙ РАСХОДА НА ГЕНЕРАЦИЮ ЗАКРУТКИ КРОВОТОКА В ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Гатаулин Я.А.¹, Юхнев А.Д.¹, Зайцев Д.К.¹, Курапеев Д.И.², Попов М.А.²

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого¹

Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр², г. Санкт-Петербург

yakov_gataulin@mail.ru, eemeshkov@gmail.com

Рассматривается пульсирующее течение в модели кровеносного сосуда с пространственными изгибами. Геометрическая модель с жесткими стенками построена по данным компьютерной томографической ангиографии общей сонной артерии. По результатам численного решения уравнения Навье-Стокса анализируются изменения в структуре и интенсивности поперечного течения по длине сосуда и по фазам цикла пульсирующего расхода. В отличие от случая стационарного течения, влияние пространственных изгибов сосуда, генерирующих закрутку, проявляется только в фазу уменьшения расхода, когда успевает накапливаться действие вязких пристеночных эффектов и локального дисбаланса между центробежной силой и поперечным градиентом давления. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-07923.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЛАБЫХ ВОЛН В МНОГОФРАКЦИОННЫХ ПУЗЫРЬКОВЫХ ЖИДКОСТЯХ

Гафиятов Р.Н.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

gafiyatov@mail.ru

Исследовано распространение акустических волн в многофракционных смесях жидкости с газовыми и парогазовыми пузырьками различных размеров и разного состава с фазовыми превращениями. Дисперсная фаза представлена из N+M фракций, состоящих из различных газов в пузырьках и отличающиеся радиусами пузырьков. Фазовые превращения учитываются в N фракциях пузырьков. Общее объемное содержание пузырьков является малым (не более 1%). Записана система дифференциальных уравнений движения смеси, выведено дисперсионное соотношение. Показано, что дисперсия и диссипация акустических волн значительно зависят от присутствия в составе дисперсной фазы пузырьков различных фракций.

ЭФФЕКТ ПОЯВЛЕНИЯ ТРОЙНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ УГЛОМ ОТРАЖЕНИЯ В СВЕРХЗВУКОВЫХ ПОТОКАХ ГАЗА

Гвоздева Л.Г., Гавренков С.А.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

gvozdevalg@mail.ru

Исследование математическими методами трехударных конфигураций ударных волн показывает, что при числах Маха больших трех и отношении удельных теплоемкостей меньших 1.4 появляется новая форма трехударной конфигурации, когда отраженная волна не лежит в той же полуплоскости, что и падающая волна. Эта форма отличается от ранее известных форм с положительным углом отражения, когда отраженная волна лежит в той же полуплоскости, что и падающая. Рассматривается эффект появления новой конфигурации в задачах аэродинамики. Показано, что появление конфигурации с отрицательным углом может привести к заметным изменениям в волновой картине течения, например, к появлению двойного маховского отражения.

ПРОСТОЙ ПРИМЕР ПЕРЕМЕЖАЮЩЕГОСЯ ТЕЧЕНИЯ – ТУРБУЛЕНТНЫЙ СЛЕД ДВУХ ЦИЛИНДРОВ

Гембаржевский Г.В.

Институт проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского, г. Москва

vggemb@ipmnet.ru

Рассматривается несжимаемый турбулентный след, создаваемый парой параллельных цилиндров. Вихревые дорожки Кармана моделируются осцилляторами Ван-дер-Поля, а взаимодействие дорожек – нелинейным членом в уравнениях модели. С использованием метода Крылова-Боголюбова получены коллективные моды, среди которых можно выделить моды четырех типов. В некоторых областях параметров моды сосуществуют в различных режимах перемежающегося следа. Проведенные эксперименты достаточно удовлетворительно согласуются с предсказаниями модели.

КВАЗИСТАТИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ИДЕАЛЬНО ЖЁСТКОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ТОНКОМ СЛОЕ

Георгиевский Д.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

georgiev@mech.math.msu.su

На основе асимптотического интегрирования исследовано плоское безынерционное выдавливание идеальножёсткопластического материала из кругового сектора, угол которого служит малым параметром. Течение инициировано сближением сторон сектора и наличием в его вершине стока заданной мощности. Получены главные приближения скоростей и напряжений, найдены области применимости асимптотических разложений и безынерционного (квазистатического) решения. Проведены аналогии с решениями классической задачи Прандтля и некоторых её обобщений.

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ СТЕКЛА ПРИ УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ВЫСОКОСКОРОСТНЫМИ КОСМИЧЕСКИМИ ОСКОЛКАМИ

Герасимов А.В.¹, Биматов В.И.², Жаровцев В.В.¹, Пашков С.В.¹, Христенко Ю.Ф.¹

НИИ прикладной математики и механики Томского государственного (национального исследовательского) университета¹

Томский государственный (национальный исследовательский) университет²

hrs@niipmm.tsu.ru

Объект исследования – процессы деформирования и разрушения стекол космических аппаратов при воздействии высокоскоростных частиц. Для этого проводились эксперименты с легкогазовой установкой по метанию микрочастиц со скоростью до 7 км/сек и разработка математических моделей разгона в установке высокоскоростных частиц, их движения вне установки и соударения с преградой. Эффективность исследований определилась наличием как уникальных установок для высокоскоростного метания твердых тел, так и комплексным численным моделированием исследуемых явлений.

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ У ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ: МЕТОД ЦИФРОВОЙ ФОТОУПРУГОСТИ И КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Герасимова Т.Е.

Самарский государственный университет

gerasimovate2015@yandex.ru

С помощью метода фотоупругости и МКЭ анализа определены коэффициенты полного асимптотического разложения М. Уильямса поля напряжений у вершины трещины для большой серии экспериментальных образцов с трещинами и надрезами. Предложен новый образец для определения параметров механики разрушения: полудиск с краевым надрезом для испытаний на сжатие с постоянным значением функцией формы. Выполнена цифровая обработка экспериментальных данных. Для проверки результатов обработки эксперимента в САЕ системе SIMULIA Abaqus проведены МКЭ расчеты для серии экспериментальных образцов с трещинами и надрезами. Представлены программы, реализующие быструю обработку экспериментальной информации.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ВЫСОКОМАСШТАБИРУЕМЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТЕЛА

Гетманский В.В., Андреев А.Е.

Волгоградский государственный технический университет

victor.getmanski@gmail.com

Рассматривается представление уравнения динамической задачи деформируемого твердого тела в форме уравнений Эйлера для условного экстремума с уравнениями связей в виде равенства нулю компонентов симметричного тензора деформаций. Компонентами тензора напряжений в этом случае являются соответствующие множители Лагранжа. Предложены уравнения связей, выраженные через перемещения заданных точек, что позволяет свести задачу к уравнениям динамики систем твердых тел с избыточными связями. Анализируются возможности такого метода для создания высокомасштабируемых алгоритмов параллельных вычислений.

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН САМОИНДУЦИРОВАННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ В ПУЗЫРЬКОВЫХ ЖИДКОСТЯХ

Гильманова Г.И.¹, Саметов С.П.^{1,2}, Гумеров Н.А.^{1,3}, Ахатов И.Ш.⁴

Бакинский государственный университет¹, г. Уфа

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН², г. Уфа

Институт передовых компьютерных исследований, Университет штата Мэриленд³, Колледж Парк, США

Сколковский институт науки и технологий⁴, г. Сколково, Московская обл.

gilmanova.galia@gmail.com

Эффект самоиндуцированной акустической прозрачности является проявлением двустороннего взаимодействия акустического

поля и пузырьков и заключается в формировании ударной волны объемного содержания, распространяющейся по пузырьковой жидкости, с образованием практически свободной от пузырьков области за фронтом волны. В работе сообщается, что скорость такой ударной волны существенно уменьшается при увеличении вязкости жидкости. Это подтверждается теоретически, численно и экспериментально для водо-глицериновых смесей с пузырьками воздуха размером 5–50 мкм при частотах порядка 50 кГц. Соответствие теории с экспериментом показывает удовлетворительное согласование.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ В СВОБОДНОЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУЕ

Гильфанов А.К.¹, Зарипов Ш.Х.¹, Кох В.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

*Институт токсикологии и экспериментальной медицины им. Д. Фраунхофера²,
г. Ганновер, Германия*

artur.gilfanov@kpfu.ru

Развита математическая модель формирования аэрозольных наночастиц в свободной осесимметричной турбулентной струе в результате нуклеации, конденсации и коагуляции. Реализация модели основана на численном решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса и применении метода моментов для решений уравнения аэрозольной динамики. Исследованы осредненные характеристики аэрозоля в зависимости от начальной скорости несущей среды. Выявлен вклад конденсации и коагуляции при различных значениях начальной скорости струи.

ВЛИЯНИЯ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ НА КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС

Гиниятуллин Р.Р.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

true_way@mail.ru

Защита от коррозионного разрушения элементов конструкций, является одной из важнейших задач современности. Одним из перспективных направлений повышения коррозионной стойкости является модификация поверхностного слоя элемента конструкции. В работе приводятся некоторые результаты экспериментального исследования коррозионного износа элементов конструкций, на поверхность которых были имплантированы ионы углерода. Для анализа результатов используется экспериментально-теоретический подход.

МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ТЕЛ С ТРЕЩИНОПОДОБНЫМ ДЕФЕКТОМ

Глаголев В.В., Маркин А.А.

Тульский государственный университет

vadim@tsu.tula.ru

Следуя Л.И. Седову, в исходном равновесном состоянии телу приписывается отрицательная энергия сцепления, отражающая внутренние взаимодействия. Внешние воздействия сообщают телу дополнительную свободную энергию. При этом энергия сцепления может как увеличиваться, так и уменьшаться по абсолютной величине. Необходимым условием разрушения элементарного объема является достижение энергией сцепления нулевого значения. Принимается, что удельная свободная энергия сцепления уменьшается по абсолютной величине при положительном гидростатическом напряжении и увеличивается при отрицательном (всестороннее сжатие). На основе модифицированной концепции слоя взаимодействия построена модель начальной стадии деформирования, изменения энергии сцепления и разрушения упругопластического тела, ослабленного физическим разрезом.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕРМОУПРУГИЕ ПРОЦЕССЫ, ВОЗБУЖДАЕМЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ВНУТРИ ЗОН ИНДЕНТАЦИИ В МЕТАЛЛАХ

Глазов А.Л., Муратиков К.Л.

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург

glazov.holo@mail.ioffe.ru

Экспериментально и теоретически рассмотрены вопросы генерации нестационарных термоупругих деформаций лазерным излучением в зонах индентации в металлах. Линейные процессы их генерации лазерным излучением в однородных объектах в настоящее время достаточно хорошо изучены. Вместе с тем изучение процессов генерации термоупругих деформаций вблизи неоднородностей, образующихся при индентации по Виккерсу в керамиках (в частности, вблизи концов радиальных трещин) показало, что с их помощью появляется возможность получения информации о характере распределения внутренних напряжений в приповерхностных слоях керамики. В рамках данной работы приводятся экспериментальные и теоретические результаты, касающиеся особенностей проявления лазерного термоупругого эффекта в зонах индентации по Виккерсу и Роквеллу в металлах. Показано, что при локальном характере возбуждения термоупругих деформаций лазерным излучением в индентированных участках металлов и их последующей регистрации с помощью пьезодатчика, подсоединенного к исследуемому объекту, появляется возможность получать важную информацию о присутствующих в них внутренних напряжениях. Высокая чувствительность регистрируемых пьезоэлектрических сигналов к внутренним напряжениям позволяет говорить о возможности создания новых методик детектирования внутренних напряжений в объектах из металлов, основанных на лазерном термоупругом эффекте и принципах индентации.

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫХ ПРЕГРАД ПРИ ВЗРЫВНОМ НАГРУЖЕНИИ

Глазова Е.Г., Кочетков А.В., Крылов С.В., Модин И.А., Турыгина И.А.
Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского
kochetkov@mech.unn.ru

Предлагается математическая модель деформирования газопроницаемых пакетов проволочных плетеных сеток, используемых для демпфирования действия ударных волн на элементы конструкций. В рамках этой модели динамическое поведение пакета сетки с содержащимся поровым газом описывается на основе нелинейных уравнений динамики двух взаимопроникающих континуумов, каждый из которых имеет свои скорости, напряжения (давления) и температуры. Предполагается, что эффекты вязкости и теплопроводности существенны лишь в процессах межфазного взаимодействия. Пакет сетки деформируется нелинейно и анизотропно – в направлении, перпендикулярном к слоям сетки упругопластически сжимается, а в направлениях металлических нитей – упругопластически растягивается. Сдвиговые напряжения пренебрежимо малы. Программная реализация данной модели оснащается экспериментальной диаграммой динамического сжатия в направлении, перпендикулярном слоям сетки. В направлениях нитей на основе квазистатических экспериментов на растяжение строится семейство диаграмм деформирования отражающих их зависимость от предварительного обжатия по нормали пакета.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОБИТИЯ ПРЕГРАД УДЛИНЕННЫМИ КОМБИНИРОВАННЫМИ УДАРНИКАМИ

Глазырин В.П., Орлов Ю.Н.
Томский государственный (национальный исследовательский) университет
glvp@list.ru

При помощи методов математического моделирования исследован процесс взаимодействия комбинированных ударников с алюминиевыми и стальными преградами. Рассматриваются ударники оживальной и затупленной формы. Поведение среды описывается с общих позиций механики. Материал считается изотропным, упругопластическим, сжимаемым, пористым. Учитываются ударно-волновые явления, а также образование отрывных и сдвиговых разрушений. Для численного моделирования процесса соударения тел использована разработанная методика. Рассмотрен двумерный случай осевой симметрии. Получены текущие конфигурации ударник-мишень, области разрушенного материала и временные параметры моделируемого процесса. Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности Томского государственного университета.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РАЗРЯДА И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ

Глинов А.П., Герман В.О., Головин А.П., Козлов П.В., Любимов Г.А.
НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
krestytritsk@mail.ru

Проведено расчетно-теоретическое исследование конвективных течений, обусловленных джоулевым нагревом, в наклонном плоском слое разрядного промежутка с учетом теплового и электрического сопротивления электродов и вдува (отсоса) электропроводной среды через них. Определены условия развития разряда с однородной плотностью тока в разряд неоднородный. Обобщение ранее проведенных экспериментов с квазистационарными дугами показало, что неоднородности структуры разряда возможны как в его столбе, так и в опорных пятнах. Эксперименты показали возможность стабилизации неподвижных и перемещающихся дуг с помощью внешнего магнитного поля. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 13-01-00305, № 14-01-00399.

МОНИТОРИНГ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗОНЕ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Глот И.О., Федорова В.А.
Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН, г. Пермь
glot@icmm.ru

В рамках линейной теории упругости создана математическая модель квазистатических деформационных процессов в горных породах в зоне вулканической активности. В численных экспериментах на базе модели оценена чувствительность деформационных характеристик земной поверхности к изменениям состояния вулканической системы и выделены наиболее информативные параметры для измерений средствами деформационного мониторинга. Предложена принципиальная схема системы мониторинга деформаций земной поверхности с сенсорами в виде волоконно-оптических датчиков на основе брэгговских решеток. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-29-00172.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АПОЛИПОПРОТЕИНА В-100 С ЛИПИДАМИ

Глухова О.Е., Гришина О.А.
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
glukhovaoe@info.sgu.ru

Нарушение метаболизма липопротеинов является фактором риска развития и прогрессирования атеросклеротического поражения сердечно-сосудистой системы. Несмотря на экспериментальные исследования структуры липопротеина, построенные 3D-

модели, закономерности его поведения и структурные особенности до сих пор неизвестны из-за отсутствия атомистической модели белковой составляющей липопротейна – ApoB-100. Нами проведено построение атомистической модели белка ApoB-100, а также исследованы закономерности поведения ApoB-100 со сложными липидами.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР: ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Глухова О.Е., Слепченков М.М.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

graphene@yandex.ru

Предложена новая методика расчета локальных напряжений на атомах наноструктур, испытывающих внешнее деформирующее воздействие. С помощью разработанной методики проведена оценка напряженно-деформированного состояния углеродных наноструктур под действием деформации. Показано, что полученные с помощью разработанной методики распределения локальных напряжений по атомам структуры качественно верно отражают наиболее деформированные участки углеродной наноструктуры. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №14-01-31508, 14-01-31429 и Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности № 3.1155.2014/К.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХЗВУКОВЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ОТРЫВОМ НА ОСНОВЕ ТРЕХПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Глушко Г.С.¹, Крюков И.А.¹, Ларина Е.В.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)²

ikryukov@gmail.com

Исследуется применимость «Lag» моделей турбулентности к сверхзвуковым течениям с отрывом потока от стенки. «Lag» модель турбулентности – это трехпараметрическая модель турбулентности, включающая уравнения для кинетической энергии турбулентности, для одной из осредненных диссипативных величин (скорости диссипации или частоты пульсаций), для турбулентной вязкости. Рассматриваются случаи течений с взаимодействием ударных волн и пограничных слоев, где возникают ограниченные отрывы, а именно двумерные течения вблизи сжимающего угла и воздухозаборного устройства в двумерной постановке. Показано, что с использованием «Lag» моделей можно получить приемлемое соответствие между экспериментальными и расчетными значениями по длине отрывной зоны и восстановлению статического давления вдоль стенки сжимающего угла. В случае сверхзвукового течения в воздухозаборном устройстве получено соответствие эксперименту по ударно-волновой картине и статическому давлению в канале. В гиперзвуковом случае получена нестационарная картина течения на входе в воздухозаборник.

МОНИТОРИНГ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ БЕГУЩИМИ ВОЛНАМИ

Глушков Е.В., Глушкова Н.В., Еремин А.А.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

evg@math.kubsu.ru

Возбуждение, распространение и дифракция бегущих волн в слоистых, в общем случае трехмерных анизотропных, упругих волноводах с локализованными неоднородностями исследуются на основе интегральных и асимптотических представлений. Для целей неразрушающего ультразвукового контроля тонкостенных инженерных конструкций разработан набор малозатратных компьютерных моделей и проведена их экспериментальная верификация. В качестве примера приводится решение задачи определения эффективных упругих модулей композитных материалов по характеристикам регистрируемых сигналов и анализируются резонансные явления, наблюдаемые при взаимодействии бегущих волн с поверхностными препятствиями.

БИФУРКАЦИОННЫЕ СЦЕНАРИИ В ЗАДАЧЕ КОНВЕКЦИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ, ПОДОГРЕВАЕМОЙ СНИЗУ

Говорухин В.Н.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

vngovoruhin@sfedu.ru

Численно исследуются бифуркации стационарных и нестационарных конвективных течений в прямоугольном контейнере, заполненном насыщенной жидкостью пористой средой. Предполагается, что на границе контейнера поддерживается линейный профиль температуры, что обуславливает наличие в рассматриваемой задаче косимметрии и, как следствие, существование континуального семейства стационарных режимов. Изучены бифуркации семейств стационарных режимов и сценарии возникновения автоколебаний при росте интенсивности подогрева и изменении размеров контейнера. Кроме того, рассмотрены перестройки течений при наличии факторов (анизотропия среды, источники тепла), нарушающих косимметрию.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ ТЕЛ ПРИ ИХ РАЗРУШЕНИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Голенцов Д.А., Ватажин А.Б., Улыбышев К.Е., Лихтер В.А., Гулин А.Г.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

goldan-00@pisem.net

Рассмотрена проблема электризации микрочастиц, образующихся при разрушении различных тел, обтекаемых газодинамическим потоком, и связи этого явления с задачами диагностики состояния и начала разрушения этих тел. Для изучения сформулированной проблемы были созданы экспериментальные установки, на которых измеряются токовый сигнал от разрушаемого образца (из металлического или из композитного материала) и пролетный сигнал от заряженных микрочастиц, уносимых потоком газа от разрушаемого тела. Предложена новая приближенная модель определения суммарного электрического заряда частиц, образующихся при разрушении металлических тел, основанная на теории электронного газа в кристаллической решетке тела и на его границе с окружающей средой и использующая методы теории подобия и размерностей. Данные исследования позволяют расширить возможности метода электростатической диагностики состояния элементов двигательных и энергетических устройств путем прогнозирования аномальных режимов их работы, связанных с их разрушением или началом разрушения.

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОМЕХАНИКИ КОМПОЗИТОВ

Головин Н.Н.¹, Кувыркин Г.Н.²

ОАО «Корпорация «МИТ»¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана², г. Москва

n_n_golovin@yauza.ru

С единых термодинамических позиций рассматриваются особенности термодеструкирования пространственно армированных и терморазлагающихся композитных материалов на основе углерода. Формулируется основная система уравнений. Предлагается подход к идентификации характеристик компонентов пространственно армированных композитов. Приводятся результаты численного моделирования полей температур и термонапряжений в конструкциях.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ГИДРОРАЗРЫВОМ ПЛАСТА

Головин С.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

golovin@hydro.nsc.ru

Предложены математические модели физических процессов, происходящих при гидроразрыве пласта и добыче углеводородов на скважинах с системой гидроразрывов. Модели являются развитием существующих подходов в области учета порового давления, флюидообмена между трещиной и пластом, влияния неоднородности жидкости гидроразрыва на перенос компонент жидкости, а также распределение давления и рост трещины ГРП. Дано описание притока жидкости к горизонтальной скважине с множественными трещинами гидроразрыва в неоднородном коллекторе. Приводятся данные теоретического и численного анализа физических процессов на основе построенных моделей.

ТЕРМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В НАНОСТРУКТУРАХ

Головнева Е.И., Головнев И.Ф.

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

г. Новосибирск

elena@itam.nsc.ru

С помощью метода молекулярной динамики проведено исследование влияния формы металлической наноструктуры на конечное состояние в процессе разогрева. Для сравнения использовались сферические кластеры и структуры, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов (нанопроволока). Обнаружено, что при температурах выше 525 К в процессе релаксации нанопроволоки в равновесное термодинамическое состояние наблюдается лавинообразная перестройка кристаллической структуры с переходом в состояние с более глубоким минимумом потенциальной энергии и с одновременным повышением температуры структуры.

ПЕРЕХОД ГОРЕНИЯ В ДЕТОНАЦИЮ В КАНАЛАХ, ДИАМЕТР КОТОРЫХ МЕНЬШЕ КРИТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ ДЕТОНАЦИИ

Голуб В.В.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

victor.v.golub@gmail.com

Приведены результаты экспериментальных исследований перехода горения в детонацию (ПГД) в каналах, диаметр которых меньше критического диаметра распространения стационарной детонации. Рассмотрено расширение в начале детонационного канала (форкамера) для смещения баланса между выделяемой в ходе реакции и потерями для реализации ПГД. Определены преддетонационные расстояния в бедных пропано-бутано-кислородных, ацетилено-кислородных и метано-кислородных смесях в каналах субкритического диаметра. Предложен критерий эффективности форкамеры, который учитывает факторы, влияющие на переход горения в детонацию.

ПРУЖИННЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ПЛАНАРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Голуб М.В., Дорошенко О.В.

*Институт математики, механики и информатики, Кубанский государственный университет,
г. Краснодар
m_golub@inbox.ru*

Рассматривается динамическое поведение интерфейсов с неидеальным контактом материалов. Для описания применяются пружинные граничные условия, которые связывают напряжения и перемещения на поврежденном интерфейсе. Строится решение задачи рассеяния на одиночной круговой интерфейсной трещине, которое используется вместе с техникой усреднения по ансамблю для описания поврежденного интерфейса. Оценивается жесткость для пружинных граничных условий, производится сравнение с известными результатами. Обсуждается возможность применения пружинных граничных условий для идентификации поврежденных интерфейсов, которые могут определяться путем оценки групповых скоростей волн Лэмба. Работа поддержана грантами Министерства образования и науки РФ (№ 1.189.2014К) и РФФИ (13-01-96516).

МЕТОД СИНТЕЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ГРАВИТАЦИОННЫХ МАНЕВРОВ ДЛЯ ПОСАДКИ НА СПУТНИК ЮПИТЕРА

Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Корянов В.В., Тучин А.Г., Тучин Д.А.

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва
alexgrush@rambler.ru*

Показана эффективность введения в баллистические сценарии космических миссий многократных полиобъектных гравитационных маневров. Проведено дальнейшее развитие методик, использующих так называемые диаграммы Тиссерана–Пуанкаре, которые учитывают динамические особенности модели ограниченной круговой задачи трех тел, геометрию инварианта интеграла Якоби и критерия Тиссерана (в усложнённых «мульти» и «3D» композициях). Методики применены для поиска эффективных схем гравитационных маневров КА с малой тягой с целью обхода фазовых ограничений (ограничения на суммарную дозу полученной радиации, на длительность захода в тень) и выполнения требований по общей длительности космической миссии.

ПРИНЦИПЫ МАКСИМУМА В ГИДРОДИНАМИКЕ

Голубкин В.Н.¹, Сизых Г.Б.²

*Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского¹, г. Жуковский
Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный
o1o2o3@yandex.ru*

Дан обзор девяти известных в настоящее время принципов максимума, справедливых для течений вязкой несжимаемой жидкости, два из них представлены впервые. Это принцип максимума окружной циркуляции в нестационарном осесимметричном течении и принцип максимума отношения завихренности к радиусу в незакрученном осесимметричном течении. Приведен пример использования принципа максимума окружной циркуляции для качественного анализа закрученного осесимметричного течения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ НИКЕЛЕВОГО СУПЕРСПЛАВА ВЖМ-5 ДЛЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛОПАТОК АВИАЦИОННЫХ ГТД

Голубовский Е.Р., Волков М.Е., Эммаусский Н.М.

*Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва
golubovskiy@ciam.ru*

Представлены экспериментальные данные, полученные по результатам испытаний на малоцикловую усталость (МЦУ) монокристаллических образцов из перспективного жаропрочного никелевого сплава ВЖМ-5. Режимы испытаний – 850 и 1050 С, «жесткий» цикл – при контролируемой деформации в цикле, $f=0.5\text{Гц}$, коэффициент асимметрии цикла $R=-1$ (850 С) и $R=0$ (850 и 1050 С). Приведены полученные численные модели и кривые зависимости числа циклов до разрушения N_f от размаха деформации в цикле. Для циклов с номером $N=N_f/2$ определены напряжения макс и мин и получены численные модели зависимости числа циклов $N=N_f/2$ от макс и мин. Представлены результаты анализа характера развития трещин.

К ОПТИМИЗАЦИИ УСКОРЕНИЯ ЖИДКОГО ТЕЛА

Голубятников А.Н.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
golubiat@mail.ru*

Дано точное решение задачи об оптимизации ускорения порции вязкой однородной несжимаемой жидкости под действием поверхностных сил. Заданы масса, начальный и конечный поперечный габариты, время разгона и конечный импульс. Минимизация затрат энергии на ускорение тела из состояния покоя, включая энергию начального удара, дает начальную форму в виде эллипсоида вращения. Задача также решена в классе цилиндров, требующем только нормальных нагрузок (распределения давления). Исследована устойчивость ускорения. Отмечена возможность обобщения задачи на широкий класс вязкоупругих жидкостей Фойгта. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 14-01-00056 и 15-01-00361).

МАСШТАБНЫЕ ЭФФЕКТЫ, ПОДОБИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Гольдштейн Р.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

goldst@ipmnet.ru

Рассмотрены эволюция и современное состояние детерминистических и статистических представлений о масштабных эффектах деформирования, прочности и разрушения материалов, изделий, конструкций и сооружений. Изложены подходы к анализу условий подобия при разрушении с учетом различных закономерностей масштабных эффектов, обусловленных природой материала и конструкции, наличием тех или иных видов концентраторов напряжений и параметрами воздействий. Приведены примеры методик физического и виртуально-физического моделирования процессов разрушения натурных объектов по данным о разрушении их прототипов (как меньших, так и больших масштабов). Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 14-11-00844).

СТРУКТУРА МАТЕРИАЛА В СЦЕНАРИИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ СЖАТИИ

Гольдштейн Р.В., Осипенко Н.М.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

osipnm@mail.ru

Несущая способность структурированных материалов и характер их разрушения зависят от локальной реакции элементов структуры на условия нагружения. На примере анализа упруго-хрупкого разрушения материалов, содержащих поры или микротрещины, показаны различия в механизмах их разрушения в ситуациях внешнего неравнокомпонентного сжатия.

Рассмотрен механизм влияния присутствия структуры указанных типов на инициирование разрушения материала и дилатансию при изменении напряженного состояния, а также на характер развития магистральных нарушений, образующихся при объединении микротрещин, растущих в окрестностях активных элементов структуры.

АНАЛИЗ ГЕМОДИНАМИКИ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА ПРИ НАЛИЧИИ ПОСТИНФАРКТНОЙ АНЕВРИЗМЫ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

Голядкина А.А.¹, Полиенко А.В.¹, Хайдарова Л.Р.¹, Номеровская Е.А.¹, Морозов К.М.²

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского¹

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова²

aagramakova@mail.ru

Исследование направлено на изучение вопросов возникновения, формирования и хирургического лечения постинфарктных аневризм левого желудочка сердца человека. На основе данных компьютерной томографии построены модели желудочков сердца. С использованием трехмерного конечно-элементного моделирования проведен анализ гемодинамики с учетом напряженно-деформированного состояния стенок желудочков сердца при наличии постинфарктной аневризмы межжелудочковой перегородки.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ПУАССОНА ПРИ УСТАЛОСТНОМ РАЗРУШЕНИИ СТАЛИ 08X18H10T

Гончар А.В., Ключников В.А., Мишакин В.В.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

imndt31@mts-nn.ru

Проведено численное моделирование процесса усталостного разрушения метастабильной аустенитной стали с использованием данных результатов экспериментальных исследований. Исследована связь коэффициента Пуассона стали 08X18H10T с плотностью энергии, затраченной на пластическое деформирование с при циклическом нагружении. Установлено, что выделение фазы мартенсита в процессе нагружения приводит к существенному увеличению плотности энергии пластического деформирования мягкой фазы – аустенита и изменению коэффициента Пуассона всего материала. Показана возможность использования коэффициента Пуассона в качестве диагностического параметра фактического состояния материала.

О КОЛЕБАНИЯХ ДВУХСЛОЙНОЙ ЖИДКОСТИ В УПРУГОМ БАКЕ

Гончаров Д.А., Пожалостин А.А.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

zorghhh@yandex.ru

Рассмотрен ряд краевых задач об осесимметричных малых колебаниях двухслойной жидкости с упругим разделителем между слоями. Излагается также задача о колебаниях этой системы при малой гравитации и неустойчивость этих колебаний. Рассматриваемые модели могут быть использованы в ракетно-космической промышленности при проектировании и разработке перспективных космических летательных аппаратов и разгонных блоков. Работа выполнена при поддержке гранта НШ-4058.2014.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ИСПАРЕНИЕМ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА

Гончарова О.Н., Резанова Е.В.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул

katerezanova@mail.ru

Исследуются стационарные двухслойные течения жидкости и газа в горизонтальном канале с твердыми непроницаемыми стенками с учетом испарения на термокапиллярной границе раздела. Математическое моделирование осуществляется на основе уравнений Навье–Стокса в приближении Обербека–Буссинеска и учитывает эффекты Соре и Дюфура в газопаровом слое. Построены

примеры точных решений. Исследована возможность их применения для описания течений с аномальным термокапиллярным эффектом. На основе точных решений исследуется влияние расхода газа в верхнем слое, толщины жидкого слоя и продольных градиентов температуры на границах системы на топологию течения, распределение температуры в жидкости и газе и интенсивность испарения.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХАОТИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ОДНОЙ ВИБРОУДАРНОЙ СИСТЕМЫ

Горбиков С.П.¹, Меньшенина А.В.²

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет¹
Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского²*

alya112@yandex.ru

Численно изучается динамическая система, описывающая движение виброударного механизма. В этой системе происходит бифуркация, приводящая к возникновению хаотических движений. Бифуркация связана с приходом периодического движения на границу области существования бесконечноударных движений. В результате бифуркации в рассматриваемой системе возникает множество, которое является предельным для хаотических движений. Проведено статистическое исследование и построены двумерные гистограммы хаотических движений, существующих в окрестности предельного множества, при различных значениях параметров.

О ПОГРЕШНОСТЯХ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛНОВЫМИ МЕТОДАМИ ВИБРАЦИЙ ВАЛОВ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Гордеев А.Б.

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
g0rd.ab@mail.ru*

Рассмотрены условия применимости квазистатического приближения в процессе взаимодействия акустических волн с вибрационными полями сложных технических систем, шнековых передач. Выявлены критерии, позволяющие оценить величину методической погрешности при широкополосном спектре исследуемого вибрационного поля. Рассмотрены и оценены погрешности, возникающие при модуляции отраженного акустического сигнала по фазе и амплитуде. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-19-01637.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАНИЕМ РОБОТА-АНДРОИДА AP-600

Горобцов А.С., Мохов А.А., Островский А.А.

*Волгоградский государственный технический университет
vm@vstu.ru*

Рассматривается задача синтеза управления шагающим движителем антропоморфного робота-андроида AP-600 с помощью метода обратной задачи, на основе пространственной динамической модели, которая используется для генерации программного движения. Анализируется введение дополнительных кинематических связей, для обеспечения устойчивости движения. Представлена система управления движением робота, которая осуществляет решение динамической модели в реальном времени. Обсуждаются результаты экспериментальной проверки используемого метода управления.

ЭФФЕКТ ПОЙНТИНГА ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИ АНИЗОТРОПНЫХ ТРУБОК

Городцов В.А., Лисовенко Д.С.

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
lisovenk@ipmnet.ru*

В работах Пойнтинга, опубликованных более ста лет назад, было установлено, что длины различных проволок увеличиваются при их упругом кручении, и удлинение пропорционально квадрату угла кручения (эффект второго порядка). Нелинейная теория упругости изотропных сред хорошо подтверждает такой эффект. В нашей работе показано, что в случае линейных анизотропных материалов возможен линейный эффект Пойнтинга (эффект первого порядка). Этот эффект рассмотрен на примере орторомбических кристаллов, из которых образуются хиральные криволинейно-анизотропные трубки.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОФАКТОРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Горохов В.А., Капустин С.А., Чурилов Ю.А.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского
sergei.kapustin@mail.ru*

Обсуждаются методические основы, состав и структура средств для решения на основе МКЭ квазистатических процессов деформирования и разрушения конструкций в условиях многофакторных воздействий. Приводятся результаты численного моделирования поведения элементов конструкций при действии силовых, тепловых и радиационных полей, а также повреждающих воздействий коррозионных сред.

ДИСЛОКАЦИОННЫЙ ВКЛАД В ГИСТЕРЕЗИСНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ

Горшков А.А.¹, Коровайцева Е.А.²

*Московский государственный университет тонких химических технологий
им. М.В. Ломоносова*¹

*НИЦ «Курчатовский институт»*², г. Москва

katrell@mail.ru

Рассмотрен механизм гистерезисного дислокационного внутреннего трения при колебательных движениях сегментов дислокаций в рельефе потенциала Пайерлса, т. е. взаимодействия дислокаций с полем внутренних напряжений. При этом проанализированы следующие модели дислокационных механизмов внутреннего трения: модель незакрепленных дислокаций (Эшелби); модель закрепленных по границам дислокаций (Кёлера); модель закрепленных по всей длине дислокаций (модель Кёлера–Гранато–Люке).

О ФОРМЕ НЕСУЩЕГО ТЕЛА МИНИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Горшков А.Б., Лапыгин В.И., Сазонова Т.В., Фофанов Д.М.

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, г. Королев

vil1940@mail.ru

На основе расчетов течения вязкого газа около затупленного треугольного крыла представлена приближенная зависимость для оценки значений коэффициента трения и числа Стантона и с её использованием определена форма несущих тел минимального конвективного теплового потока. Проведены расчеты обтекания треугольных крыльев с затупленными передними кромками и носком гиперзвуковым потоком с $V=5$ км/с и $Re=1000000$ при углах атаки меньше 14 градусов. Показано, что величины теплового потока к поверхности крыльев минимального теплового потока, максимального аэродинамического качества и минимальной продольной силы близки друг к другу при одинаковом значении аэродинамического качества.

СТРУКТУРА ПОЛЯ КВАЗИСОЛИТОНА ПРИ ПРИБЛИЖЕНИИ К КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКЕ

Горшков К.А., Соустова И.А., Ермошкин А.В., Растегина К., Софонов А.О.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

al-ermoshkin@yandex.ru

В рамках приближенного подхода, основанного на представлении солитонов уравнения Гарднера в виде составных структур – кинков разных полярностей, обсуждается неквазистационарная эволюция таких уединенных волн, обусловленная переменным параметром квадратичной нелинейности. Исследована структура составных солитонов в критических для квазистационарного описания ситуациях, когда предсказываемое увеличение масштабов уединенных волн становится неограниченным на конечных пространственно-временных интервалах. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-05-02430 и № 15-42-02357.

МЕТОД ЯЧЕЙКОВЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОЙСТВ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ НИХ

Горынин Г.Л.¹, Немировский Ю.В.²

*Сургутский государственный университет*¹

*Институт теоретической и прикладной механики СО РАН им. С.А. Христиановича*²,
г. Новосибирск

ggorynin@list.ru

Рассмотрен метод ячейковых функций, который позволяет для материалов с периодической структурой получать характеристики их макро-свойств (макро-характеристики) на основе решений пространственных задач теории упругости на периодической ячейке. Получены формулы для вычисления макрохарактеристик. Введено понятие макросреды, это однородная среда, обладающая упругими характеристиками, совпадающими с макро-характеристиками для исходной периодической среды (материала), и перемещения которой также совпадают с макроперемещениями исходной периодической среды. Поставлена краевая задача для перемещений макросреды. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-90400 (Укр_а).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Горячева И.Г., Маховская Ю.Ю.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

goryache@ipmnet.ru

С целью анализа влияния структуры волокнистого композиционного материала на характер его изнашивания построена модель, основанная на двух масштабах рассмотрения процесса изнашивания: макромасштаб, на котором учитывается отличие коэффициентов износостойкости волокна, матрицы и промежуточного слоя, и микромасштаб, связанный с анализом напряженного состояния вблизи отдельного волокна. Результаты моделирования используются для оптимизации структуры углерод-углеродных композитов, применяемых в тормозных дисках, с целью повышения их износостойкости при торможении.

ВЛИЯНИЕ ПРИГРУЗКИ НА КОНТАКТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ СКОЛЬЖЕНИИ ГЛАДКОГО ИНДЕНТОРА ПО ВЯЗКОУПРУГОМУ ОСНОВАНИЮ

Горячева И.Г., Степанов Ф.И., Торская Е.В.
Институт проблем механики РАН, г. Москва
stepanov_ipm@mail.ru

Исследуется задача о скольжении с трением гладкого индентора по вязкоупругому основанию при наличии пригрузки в виде движущейся с той же скоростью сосредоточенной силы. Рассматриваются эффекты, возникающие благодаря пригрузке при различных механических характеристиках материала основания, скорости скольжения и расстояния до пригрузки. Задача решается методом граничных элементов путем построения функции Грина для вязкоупругого полупространства. В результате решения задачи обнаружен эффект падения давления в центре индентора и разделения площадки контакта на две подобласти, имеющее место при больших скоростях скольжения. Исследовано влияние расстояния до пригрузки на форму и размер площадки контакта, а также на распределение давления на ней. Полученные результаты важны для анализа контактных характеристик в условиях дискретного фрикционного контакта шероховатой поверхности с вязкоупругим основанием. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (14-29-00198).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ НАНО ПЛЕНКА SiC НА Si МЕТОДОМ НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ

Гращенко А.С., Кукушкин С.А., Осипов А.В.
Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург
asgrashchenko@bk.ru

Методом наноиндентирования исследованы прочностные и структурные характеристики наномасштабных пленок карбида кремния, выращенных на кремнии методом замещения атомов. Предложена модель, описывающая микротвердость системы наномасштабная пленка – подложка в зависимости от глубины погружения индентора в исследуемый образец. Методом наноиндентирования измерены микротвердость и модуль упругости наномасштабной пленки карбида кремния и слоя модифицированного кремния. С помощью предложенной модели определена толщина наномасштабных пленок карбида кремния. Показана корреляция между данными наноиндентирования и эллипсометрии.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЕ ВИБРАЦИЙ РАСТОЧНОЙ БОРШТАНГИ

Грезина А.В.
*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского*
aleksandra-grezina@yandex.ru

Исследовано динамическое гашение вибраций расточной борштанги при обработке глубоких отверстий на токарном станке. Для исследования вибраций построены математические модели, описывающие вынужденные крутильные колебания и самовозбуждение крутильных автоколебаний борштанги. Анализ численных исследований позволил сформулировать основные соображения по гашению вынужденных колебаний и крутильных автоколебаний.

НЕЛИНЕЙНАЯ СТАДИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОСЧАТЫХ СТРУКТУР В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ, ПРЯМОГО И СКОЛЬЗЯЩЕГО КРЫЛА

Грек Г.Р., Чернорай В.Г.
*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича,
г. Новосибирск*
grek@itam.nsc.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований неустойчивости полосчатых структур на нелинейной стадии этого процесса в сдвиговых течениях. Рассмотрены различные сценарии возникновения и развития когерентных вихревых структур в пограничном слое плоской пластины, прямого и скользящего крыла. Показаны особенности развития синусоидального и вихревого разрушения продольной стационарной полосчатой структуры, такие модуляция структуры в трансверсальном и продольном направлении частотой вторичного возмущения, появление новых полосчатых структур вниз по потоку и возникновение, и развитие локализованных по пространству нестационарных образований типа Λ -структур в обоих случаях. Рассмотрено развитие нелинейной стадии неустойчивости течения как в области неблагоприятного, так и в отсутствии градиента давления.

КИНЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКО-ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛЗУЧЕСТИ И ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Грешнов В.М., Пучкова И.В., Шайхутдинов Р.И.
Уфимский государственный авиационный технический университет
Greshnov_VM@list.ru

Предложена построенная в рамках разрабатываемой авторами физико-математической теории необратимых деформаций металлов кинетическая модель ползучести и длительной прочности. Показано, что модель удовлетворительно описывает широкий круг экспериментальных данных, в том числе полученных в условиях нестационарного нагружения. Получены новые, неизвестные ранее, закономерности процессов.

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЩЕННЫХ СТАБИЛИЗИРУЕМЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МАЯТНИКОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ЗВЕНЬЕВ: ЭКСПЕРИМЕНТ И РАСЧЕТ

Грибков В.А., Хохлов А.О.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва
zenit-ab@mail.ru

Определены области устойчивости обращенных маятников, состоящих из одного, двух и трех звеньев (абсолютно твердых тел). Звенья соединены между собой цилиндрическими шарнирами, обеспечивающими движение маятников в одной плоскости. Маятники стабилизируются в обращенном вертикальном положении в поле сил тяжести моногармоническими колебаниями горизонтальной оси подвеса в направлении вертикали. Границы областей устойчивости определены численным методом и экспериментально. В отличие от известного исследования D. Acheson, T. Mullin получено совпадение результатов расчета и эксперимента в широком диапазоне изменения параметров возбуждения.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ НАГРУЖЕНИЯ

Григорьев А.С.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
Grigoriev@ispms.tsc.ru

Проведено численное изучение динамического деформационного отклика хрупких гетерогенных материалов на примере диоксид-циркониевого бетона. В качестве метода моделирования применялся метод подвижных клеточных автоматов. В результате проведенных исследований получена зависимость предела прочности диоксид-циркониевого бетона на сжатие от скорости деформации. Проведен анализ влияния вида напряженного состояния (в том числе степени стесненности образца) на величину предела прочности и особенности разрушения образцов при динамическом нагружении.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО ВЫИГРЫША ПО МАССЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ ТЯГИ В ЭКСПЕДИЦИИ К МАРСУ

Григорьев И.С., Заплетин М.П., Самохин А.С., Самохина М.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
kipt35@gmail.com

Исследуется возможный выигрыш по конечной массе космического аппарата при ограниченном времени перелёта от использования двигателей малой тяги в экспедиции к Марсу. В качестве начальной орбиты рассматривается круговая орбита искусственного спутника Земли, в качестве конечной – орбита Фобоса. На всей траектории учитывается притяжение Солнца, Земли и Марса. Положения Земли и Марса соответствуют эфемеридам DE424, положение Фобоса – эфемеридам MAR097. Управление осуществляется двумя импульсами у Земли и Марса и двигателем малой тяги во время перелета. Задача космодинамики формализуется как задача оптимального управления, далее траектории оптимизируются на основе принципа максимума Понтрягина.

ТРЕХМЕРНЫЙ КВАТЕРНИОННЫЙ АНАЛОГ ФОРМУЛ КОЛОСОВА–МУСХЕЛИШВИЛИ

Григорьев Ю.М.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск
grigyum@yandex.ru

Приведено общее решение уравнений Ламе упругого равновесия в звездной области, выраженное через две произвольные регулярные кватернионные функции. Для плоской и осесимметричной деформаций оно переходит соответственно в общие решения Колосова–Мусхелишвили и Соловьева, выраженные через функции комплексной переменной. Кватернионное представление используется для решения трехмерных задач.

УСТОЙЧИВОСТЬ СЖИМАЕМОГО ТЕЧЕНИЯ КУЭТТА КОЛЕБАТЕЛЬНО-ВОЗБУЖДЕННОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ГАЗА

Григорьев Ю.Н., Ершов И.В.

Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Новосибирск
grigor@ict.nsc.ru

Представлены результаты численных и аналитических исследований устойчивости плоского течения Куэтта колебательно-возбужденного газа в сверхзвуковом режиме. Исходной математической моделью служила система уравнений двухтемпературной релаксационной газовой динамики. Расчеты проводились в рамках классической линейной теории устойчивости, а также на основе альтернативной нелинейной энергетической теории. В линейном приближении рассчитаны инкременты нарастания невязких и вязких акустических мод, получены кривые нейтральной устойчивости и критические числа Рейнольдса. Для нелинейных возмущений найдены асимптотические и численные энергетические оценки минимальных критических чисел Рейнольдса.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НИКЕЛИДА ТИТАНА ПОСЛЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Григорьева В.И.¹, Данилов А.Н.¹, Моторин А.С.², Разов А.И.¹

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)²

razov@smel.math.spbu.ru

Исследованы функциональные свойства сплава TiNi с температурой $M_n = 74^\circ\text{C}$ после динамического нагружения. Предварительное деформирование сплава осуществляли растяжением при температурах от 20 до 300°C . Квазистатическое растяжение осуществляли со скоростью 10^{-3}c^{-1} , высокоскоростное – со скоростями около 10^3c^{-1} . После деформирования в мартенситном состоянии при первом нагреве проявлялся эффект памяти формы, а в последующих термоциклах наблюдали обратимую память формы мартенситного типа. После растяжения в аустенитном состоянии ниже 150°C при первом нагревании наблюдали незначительный эффект памяти формы, а в следующих термоциклах появлялась реверсивная обратимая память формы, которая с повышением температуры деформирования сменялась эффектом обратимой памяти формы аустенитного типа.

МУЛЬТИМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Гришаева Н.Ю.¹, Люкшин Б.А.¹, Бочкарева С.А.², Люкшин П.А.², Панин С.В.², Реутов Ю.А.²

Томский университет систем управления и радиоэлектроники¹

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН², г. Томск

grishaevanatas@yandex.ru

Предлагается алгоритм оценки прочностных свойств армированных полимерных систем, основанный на анализе напряженно-деформированного состояния представительного объема материала. В работе представлены результаты такого анализа для четырех масштабных уровней. На первом из них материал рассматривается как однородная среда с эффективными характеристиками, на втором во внимание принимается наличие армирующих включений, на третьем уровне явным образом учитывается наличие межфазных слоев, наконец, на четвертом уровне во внимание принимается наличие структурных надмолекулярных образований в полимерной матрице. Последовательная детализация позволяет сделать физически обоснованные прогнозы опасных состояний материала с точки зрения разрушения. Это связано с возможностью обнаружить и оценить такие явления, характерные для неоднородных сред, как локализация деформаций и концентрация напряжений.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Гришин А.М., Зима В.П., Касымов Д.П.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

denkasymov@gmail.com

На основе законов сохранения массы, количества движения, энергии и уравнения состояния получена общая замкнутая система уравнений в частных производных для описания процессов зажигания и горения древесины, а также получено аналитическое решение задачи о зажигании стены деревянного дома при воздействии фронта низового лесного пожара. В результате экспериментальных исследований термодинамическим методом определена температура на поверхности образцов древесины различной конструкции (плоский и оцилиндрованный) после воздействия очага низового лесного пожара.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ОБЛЁТЕ ОБЪЕКТОВ КРУПНОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Гришко Д.А.¹, Баранов А.А.²

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана¹

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва

dim.gr@mail.ru

Предметом исследования служат группы крупногабаритного космического мусора на низких околокруговых орбитах, классифицированные по результатам работы с каталогом космических объектов. Проведена оценка затрат суммарной характеристической скорости, требуемой для облёта трёх выделенных групп. Предложена методика уменьшения энергетических и временных затрат для оптимизации плана облёта объектов группы.

МУЛЬТИФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ДИНАМИКЕ СИСТЕМ ТВЕРДЫХ И УПРУГИХ ТЕЛ

Громов Е.Г., Насонов А.А., Новокщёнов А.А., Фирсова В.О.

Волгоградский государственный технический университет

tom.novok@mail.ru

Представлены методики моделирования динамических процессов при исследовании и проектировании конструкций машин. Рассматривается совместный анализ различных физических процессов в отдельных узлах конструкции, в частности динамических и тепловых процессов деталей машин. Исследуется задача моделирования нестационарного распределения тепла, сравниваются результаты моделирования и эксперимента.

ДИНАМИКА УПРАВЛЯЕМОГО СПУСКА В АТМОСФЕРЕ БЕСПИЛОТНОГО ПЛАНИРУЮЩЕГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С КРЫЛОМ БОЛЬШОГО УДЛИНЕНИЯ

Грумондз В.Т., Полищук М.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

V_grumondz@psk-net.ru

Рассматривается задача об управляемом спуске в атмосфере и приведении в заданную точку пространства беспилотного планирующего летательного аппарата с крылом большого удлинения. Построена математическая модель управляемого пространственного движения. Решены задачи выбора управлений, обеспечивающих: облет заданного конечного набора навигационных точек, расположенных на поверхности Земли; максимизацию длины проекции траектории полета на земную поверхность (как частный случай – максимизацию дальности полета аппарата); минимизацию потерь суммарной энергии при движении до конечной точки спуска; максимизацию модуля траекторного угла подхода к цели; устойчивость траекторного движения аппарата. Построены соответствующие конструктивные алгоритмы.

ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА НАСЫЩЕННЫХ ПОРИСТЫХ СРЕД

Губайдуллин А.А.

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики

им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Тюмень

gubai@tmn.ru

Исследовано распространение линейных и нелинейных волн различных типов в насыщенных пористых средах. С этой целью использованы методы механики многофазных систем. Математическая модель среды представляет собой систему балансовых уравнений неразрывности, импульса и энергии, записанных применительно к скелету и поровому флюиду. Предполагается, что скелет имеет зернистую структуру, а в качестве порового флюида может выступать газ, ньютоновская и неньютоновская жидкости, эмульсия, пузырьковая жидкость, газовый гидрат. Модели пористой среды являются незамкнутыми. Обсуждается вопрос о постановке специальных экспериментов для определения значений модельных параметров. Исследованы особенности поведения объемных (продольных и поперечных) и поверхностных волн, процессы прохождения волн через границы типа «однофазная среда – пористая среда» и отражения от преград.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН С ДИСКРЕТНО-СЛОИСТОЙ СРЕДОЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ СЛОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ ЖИДКОСТИ

Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

anikiforov1@yandex.ru

Теоретически изучена динамика импульсного возмущения давления малой амплитуды в дискретно-слоистой среде, содержащей слой жидкости с полидисперсными пузырьками газа. Изложены основы теоретического метода расчета искажения акустического сигнала при диагностике многослойных образцов, содержащих слой пузырьковой жидкости. Показано, что особые дисперсионные и диссипативные свойства слоя пузырьковой жидкости могут существенно влиять на динамику акустического сигнала в многослойной среде в зависимости от основной частоты сигнала.

СВЕРХЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОНИЦАЕМЫХ ЭКРАНОВ

Гувернюк С.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

guv@mail.ru

Методами физического и численного моделирования исследованы механизмы, определяющие перестройку режимов сверхзвукового обтекания плоских проницаемых (перфорированных, сетчатых, решетчатых) экранов. Для классификации режимов взаимодействия применена теория обобщенной адиабаты проницаемой поверхности. Получен критерий перехода режимов при нормальном и наклонном взаимодействии, дано объяснение наблюдавшихся гистерезисных явлений. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проектам 12-01-00985 и 15-01-99623.

О МОДЕЛИРОВАНИИ УДЕРЖАНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ РАВНОВЕСИЯ НА ПОДВИЖНОЙ ОПОРЕ В ВИДЕ ПРЕСС-ПАПЬЕ

Гугаев К.В.¹, Кручинин П.А.¹, Формальский А.М.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

pkruich@mech.math.msu.ru

Тесты, связанные с удержанием человеком равновесия на подвижной опоре в виде пресс-папье (на качелях сисо) распространены при исследовании регуляции позы. В докладе рассмотрена простейшая «маятниковая» модель человека, стоящего на сисо. Управлением является момент в оси вращения перевернутого маятника. Управление строится в виде обратной связи по единственной неустойчивой координате разомкнутой системы. Оно максимизирует область притяжения линейной системы, при наличии ограничения на абсолютную величину управляющего момента. Полученные теоретически границы области притяжения для построенного управления сравниваются с амплитудами колебаний человека, стоящего на сисо.

О КИНЕМАТИКЕ И УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЙ УПРУГИХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Гукасян А.А.

Институт механики НАН Республики Армения

ghukasyan10@yandex.ru

Исследуется кинематика движения многозвенного упругого манипулятора, предполагая, что звенья моделируются как упругие стержни, а соединительные узлы между звеньями содержат упругие элементы большой жёсткости. В рамках линейной теории упругости определены кинематические соотношения как в декартовых, так и в криволинейной системе координат. Полученные выражения представлены в виде суммы трёх слагаемых, которые характеризуют кинематику движения манипулятора как с абсолютно жёсткими звеньями и идеальными соединительными узлами, так и с упругими узлами и упругими звеньями. Определены оптимально управляющие функции в виде обобщённых скоростей, обеспечивающие движение схвата упругого манипулятора по заданной нестационарной поверхности.

ПОЛУЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ ПРИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ

Гуреева Н.А., Клочков Ю.В., Николаев А.П.

Волгоградский государственный аграрный университет

natalya-gureeva@yandex.ru

При реализации метода конечных элементов в расчетах по определению напряженно-деформированного состояния нелинейно деформируемых твердых тел обычно широко используется шаговая процедура нагружения. В актуальном базисе получены на шаге нагружения соотношения между приращениями напряжений и приращениями деформаций на основе гипотезы о пропорциональности между компонентами девиаторов напряжений и компонентами девиаторов приращений деформаций. Полные напряжения определяются суммированием компонент тензоров приращений напряжений.

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ЦИЛИНДРА В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

Гурьянов Н.Г., Тюленева О.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

tdv.ton@mail.ru

В цилиндрической системе координат построено точное решение уравнений трехмерной задачи теории упругости для кругового цилиндра с учетом температурных членов. Уравнения построены с помощью соотношений Дюгамеля–Неймана. Задачу удалось свести к решению пяти отдельных уравнений относительно температуры, объемной деформации и комбинации перемещений. Решение представляет комбинацию тригонометрических, степенных и бесселевых функций.

О МЕХАНИЧЕСКИХ И АМОРТИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВАХ БЛОКОВ ВНУТРЕННЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НОСОВЫХ ОТСЕКОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гусаров А.П., Марков В.А., Овчинников А.Ф., Попов Ю.В., Пусев В.И., Селиванов В.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

pusev-2012@mail.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований механических и амортизирующих свойств блоков внутреннего оборудования носовых отсеков летательных аппаратов. Испытания указанных блоков на сжатие при больших упругопластических деформациях и уплотнении проводились в условиях статического нагружения. На основе диаграмм деформирования блоков получены их амортизирующие характеристики в виде удельной энергии поглощения удара и эффективной энергии поглощения удара. Результаты исследований позволяют разрабатывать механические эквиваленты блоков для экспериментальных исследований, а также получить физические соотношения для соответствующих задач численного моделирования.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Гусев Г.Н., Денисов Д.Р., Сезонов М.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Екатеринбург

gusev.g@icmm.ru

Решается задача о создании натурного экспериментального стенда, позволяющего зафиксировать предкритические и критические деформационные процессы в строительных конструкциях. В ходе численных экспериментов определен модельный ряд исследуемых объектов и основные характеристики нагружающего устройства для испытаний конструкции на стенде. На основе результатов численного моделирования деформационных процессов в модельных объектах осуществлена разработка эскизного проекта испытательного стенда, позволяющего осуществлять испытания, включающие все этапы деформационных процессов, начиная от упругого состояния объекта к неупругому, и заканчивая критическим состоянием. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-29-00172.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРУИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ СХЛОПЫВАНИИ КАВИТАЦИОННОГО ПУЗЫРЬКА, НА ЖЕСТКУЮ СТЕНКУ

Гусева Т.С.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

ts.guseva@mail.ru

Проведено численное исследование начальной стадии ударного воздействия струи жидкости на жесткую стенку, в ходе которой давление на стенке достигает своего максимума. Струя образуется при сжатии у стенки слегка сплюснутого кавитационного пузырька. Установлено, что если пузырек касается стенки, давление в области воздействия распределено неоднородно: растет по мере удаления от ее центра до значений, более чем в 3 раза превышающих давление гидроудара. При наличии между пузырьком и стенкой жидкого слоя толщиной меньше 0.03 радиуса струи распределение давления в области воздействия на стенку имеет похожий характер с максимумом, также превышающим давление гидроудара.

О СОПРОТИВЛЕНИИ СФЕРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ВЯЗКОЙ ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЕ

Гуськов О.Б.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

ogskv@mail.ru

Рассмотрены задачи о поступательном и вращательном движении сферических тел в безграничной вязкой суспензии в приближении Стокса для несущей сплошной среды. Получены выражения для силы сопротивления и момента сил, действующих на тела, в первом приближении по объемной концентрации дисперсной фазы. На основе полученных решений найдены выражения для эффективной вязкости суспензии, как ее «видят» тела при движении сквозь дисперсную среду. Показано, что коэффициенты при объемной концентрации в формуле для эффективной вязкости суспензии зависят от масштабного фактора – отношения размеров дисперсных частиц и тела. В частном случае «точечных» частиц полученные формулы совпадают с результатом Эйнштейна.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Давлетбаев А.Я.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

DavletbaevAY@ufanipi.ru

Обсуждаются комбинированные технологии воздействия на залежи с низкопроницаемым коллектором и высоковязкой нефтью. Предполагается, что в добывающих скважинах предварительно осуществляется гидравлический разрыв пласта, затем осуществляется многостадийная закачка растворителя с одновременным высокочастотным электромагнитным воздействием. При этом излучатель электромагнитных волн находится на забое скважины. При излучении электромагнитных волн в продуктивный пласт происходит повышение температуры и снижение вязкости пластовой жидкости в околоскважинной области. «Холодный» растворитель попадает на забой скважины, нагревается и уносит тепло вдоль трещины вглубь пласта. Закачка растворителя с электромагнитным воздействием позволяет существенно повысить охват пласта тепловым воздействием. При этом происходит снижение вязкости пластовой жидкости за счет повышения температуры и смешивания маловязкого растворителя с высоковязкой нефтью. Кроме того, выполнено численное моделирование и сравнение различных технологий добычи высоковязкой нефти. Многостадийная технология, которая предполагает высокочастотное электромагнитное воздействие на продуктивный пласт и закачку смешивающегося агента, сравнивалась с «холодной» добычей нефти с гидроразрывов пласта и без него, с технологией добычи из скважины с гидроразрывом и с многостадийным электромагнитным воздействием, с технологией многостадийной закачки «холодного» растворителя. Результаты численного моделирования позволили показать, что из рассмотренных различных вариантов реализации комбинированных технологий высокочастотного электромагнитного воздействия в низкопроницаемом пласте наиболее эффективной является многостадийная добыча нефти с высокочастотным электромагнитным воздействием в скважине с гидроразрывом пласта.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СФЕРИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ПУЗЫРЬКОВ В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Давлетшин А.И.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

anas.davletshin@gmail.com

Предлагается математическая модель пространственного гидродинамического взаимодействия сферических газовых пузырьков в жидкости в акустическом поле. Она представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений относительно радиусов пузырьков и радиус-векторов их центров. В ней учитывается влияние поверхностного натяжения, эффекты вязкости и сжимаемости жидкости. В отличие от известных предложенная модель позволяет исследовать взаимодействие пузырьков при их более близком расположении друг к другу. Для иллюстрации применимости модели приведены примеры расчетов взаимодействия двух и более пузырьков на протяжении нескольких периодов колебания давления жидкости.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КАСАТЕЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ НАЛОЖЕННЫХ ПУЛЬСАЦИЯХ ПОТОКА

Давлетшин И.А., Гольцман А.Е.

Казанский научный центр РАН

davlet60@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования структуры пульсирующего течения воздуха в канале. Оптическим методом, основанным на цифровой видеосъемке картины течения, получены профили скоростей в различных фазах турбулентного пульсирующего потока. Предложен метод определения дополнительных (связанных с периодической нестационарностью) касательных напряжений, построены их профили. Выявлены особенности профилей скоростей и напряжений на различных частотах наложенных пульсаций расхода.

КОНТАКТНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ТРАНСТРОПНОГО ТЕЛА

Давтян Д.Б., Пожарский Д.А.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

d_davtyan@bk.ru

Рассмотрены трехмерные контактные задачи для трансверсально изотропного упругого полупространства (плоскости изотропии перпендикулярны границе). При помощи регулярного асимптотического метода изучено взаимодействие двух параллельных симметричных полосовых штампов. При помощи метода нелинейных граничных интегральных уравнений исследован случай контакта в конечной заранее неизвестной области с учетом сил трения Кулона.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА БОЛЬШИХ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ МКЭ

Давыдов Р.Л., Султанов Л.У.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Lenar.Sultanov@kpfu.ru

Разработана и численно реализована методика исследования напряженно-деформированного состояния упругопластических тел с учетом больших перемещений. Используется процедура пошагового нагружения, где разрешающее вариационное уравнение получено из принципа виртуальных мощностей в текущей конфигурации. В рамках теории течения используется аддитивное представление для полной деформации скорости. Предполагается справедливость ассоциированного закона течения. При моделировании пластических деформаций применяется метод проецирования напряжений на поверхность текучести. Пространственная дискретизация основана на МКЭ. Приводятся численные решения задач. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-01-08733, №15-01-05686.

СТАТИСТИКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ КВАЗИХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

Давыдова М.М.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

davydova@icmm.ru

Исследуется влияние интенсивности нагружения и структуры материала на статистические закономерности фрагментации кварца и керамики на основе ZrO_2 . Оригинальное экспериментальное оборудование позволило определить распределение фрагментов по размерам и распределение по размерам интервалов между импульсами фразолюминисценции. Распределения по размерам пространственной (размер фрагмента) и временной (интервал между импульсами) переменных при фрагментации кварца и керамики с пористостью 60% описываются степенным законом, а для керамики с пористостью до 45 % распределение временной переменной – бимодальным степенным законом.

О МОДЕЛИРОВАНИИ ГИСТЕРЕЗИСА ПРИ КОЛЕБАНИЯХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Данилин А.Н.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

andanilin@yandex.ru

Для описания гистерезиса предлагается дифференциальный подход, согласно которому силовые и кинематические параметры связываются обыкновенным дифференциальным уравнением, правая часть которого подбирается из класса функций, обеспечивающих асимптотическое приближение решения к кривым предельного гистерезисного цикла. Предельный цикл образуется кривыми процессов «нагрузки–разгрузки», которые строятся по экспериментальным данным для максимально возможных интервалов изменения параметров в условиях установившихся колебаний.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Данилов М.Н.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Danilov-M-N@ya.ru

Исследован динамический отклик многослойных конструкций на воздействие ударной волны, образующейся при взрыве конденсированного взрывчатого вещества. Разработана методика численного моделирования ударных волн и расчета прочности много-

слоистых конструкций при динамических импульсных нагрузках. Представлены результаты исследования напряженно-деформированного состояния и динамического отклика трехслойной конструкции. Установлен характер распределения напряжений и деформаций в элементах конструкции. Определены пределы нагрузок, при которых конструкция работает линейно, а также нагрузки, за пределами которых возникают необратимые деформации и разрушение.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МАТЕРИАЛЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРЯЧЕЙ ПОСАДКИ

Дац Е.П.¹, Ткачева А.В.²

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса¹

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН², г. Владивосток

4nansi4@mail.ru

Приводится решение последовательности одномерных краевых задач теории температурных напряжений, моделирующих процесс горячей посадки цилиндрических деталей. Рассмотрены различные случаи появления и развития областей пластического течения и разгрузки в условиях зависимости предела текучести материала от температуры. Рассчитаны поля остаточных напряжений и деформаций.

О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРУЗКОЙ ПРИ ОРТЕЗИРОВАНИИ НОГ

Дашевский И.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

dash@ipmnet.ru

Изучаются механизмы и степень разгрузки при наложении ортеза на нижнюю конечность, что важно, поскольку скорость регенерации костей зависит от уровня нагружения конечности. С помощью ПАК ДиаСлед для измерения подподошвенных полей давлений измерен *in vivo* уровень разгрузки нижних конечностей. Измерены коэффициенты трения пар кожа-чулок и чулок-ортез, жесткость арки стопы, механические характеристики мягких тканей в зоне контакта с ортезом *in vivo*. Разработана биомеханическая модель разгрузки конечности ортезом. Проведены МГЭ и МКЭ модельные расчеты. Ожидаемого роста разгрузки при увеличении окружного натяга не обнаружено. Выявлены причины подобного эффекта и указаны пути его преодоления.

МИНИМАКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПО МНОГОКРАТНЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ МАЛОЙ ТОЧНОСТИ

Деваев В.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

vdevaev@yandex.ru

Предложен метод повышения точности измерений для позиционирования робототехнических систем внутри помещений в условиях неопределенности внешней среды и измерений. Неопределенность внешней среды обусловлена неполнотой информации об условиях, в которых функционирует робот, а неточность измерений – сочетанием неопределенности окружающей среды и невысокой точностью датчиков позиционирования. При этом характеристики внешней среды и измерений, определены в виде интервалов. Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ТКАНЫХ КОМПОЗИТОВ ПОЛОТНЯНОГО ПЛЕТЕНИЯ С ЛОКАЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ДЕФЕКТАМИ

Дедков Д.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

denis.v.dedkov@gmail.com

Разработана математическая модель деформирования слоя тканого композита с поликристаллической матрицей, описывающая сложную геометрию полотняного плетения и контакт с трением между искривленными нитями армирующего каркаса, а также наличие локальных технологических дефектов. Получены численные решения краевых задач для фрагментов слоя тканых композитов, определены эффективные упругие модули, проведена оценка влияния типа локальных технологических дефектов на поля напряжений, деформаций и их инвариантов в матрице и волокнах, армированных тканями полотняного плетения материалов с поликристаллической матрицей при различных сложных макроскопически однородных напряженно-деформированных состояниях. Исследования проведены в рамках задания № 2014/152 на выполнение работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части госзадания Минобрнауки РФ (код проекта – 1911).

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ VIC 3D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА

Демешкин А.Г.¹, Карпицкая Ю.Р.², Мальцев В.В.², Иванов А.И.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)²

malcevviktor91@yandex.ru

Предлагается способ интерпретации экспериментальных данных и построения нечетких аппроксимаций диаграмм деформирования бетона. Для проведения экспериментов использовалась система оптического измерения поверхностных деформаций Vic3D. Вследствие структурной неоднородности и неустраняемой внецентренности приложения нагрузки затруднительно интерпретировать полученные поля деформаций и непосредственно построить диаграммы деформирования. Становится очевидной необходимость представления диаграмм деформирования в виде нечетких функций. Для построения кривых используется алгоритм аппроксимации сплайн функциями. Узлы интерполяции выбираются с помощью кластерного анализа. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-00633.

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИОННО-КОНВЕКТИВНЫХ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР ВО ВСТРЕЧНЫХ ПОТОКАХ ВЗАИМОРАСТВОРИМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Демин В.А., Попов Е.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

demin@psu.ru

Проведено численное 3D моделирование процесса взаимного вытеснения легкой жидкости тяжелой в тонком горизонтальном слое конечных размеров с учетом эффекта взаимной растворимости сред. Проанализированы условия возникновения концентрационной конвекции, возникающей в областях с неустойчивой стратификацией вблизи границы раздела между встречными потоками. Приведены результаты расчета скорости движения фронтов вытеснения в зависимости от разности плотностей жидкостей в отсутствие и при наличии в течении вторичных спиральных валов. Выявлено хорошее согласие результатов численного моделирования с полученными ранее экспериментальными данными. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-01-00508а.

РАСЧЕТ ХОЛОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ КАЛОРИЧЕСКОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ КАРБИДА ТИТАНА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Демьяненко А.М.

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

г. Новосибирск

logical@ngs.ru

Методом молекулярной динамики проведен расчет холодных составляющих (при нулевой температуре) термического и калорического уравнений состояния карбида титана. Полученные координаты и импульсы атомов в дальнейшем могут быть использованы в качестве начальных данных для расчета температурных зависимостей тепловых составляющих уравнений состояния TiC для изохорических процессов, что позволит на основе уравнения Гиббса–Гельмгольца построить термодинамический потенциал для TiC – свободную энергию в температурном интервале до фазового перехода.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛН И КОЛЕБАНИЙ В НАПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Демьянов Ю.А.¹, Малашин А.А.^{1,2}, Шibaев А.И.¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Московский государственный университет леса²

malashin_a@mail.ru

Изучены взаимодействия волн в напряженных элементах и системах, взаимовлияния поперечных, продольных слабо нелинейных волн и колебаний в гибких связях. Получены уравнения поперечных, продольных, крутильных волн, для этих объектов с учетом их взаимного влияния. Теоретически и экспериментально показано, что вклады всех типов колебаний в динамические нагрузки предварительно напряженных элементов имеют одинаковый порядок. Эксперименты показали значительное увеличение амплитуды колебаний и натяжения в случае резонансов между модами различных колебаний. Решены задачи граничного управления колебаниями струн и задача динамического управления размоткой космической тросовой системы.

ПРОБЛЕМА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ БАЛАНСИРОВКИ ЖЕСТКОГО РОТОРА

Денисов Г.Г., Ляхов А.Ф.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

alf19545@rambler.ru

Показано, что теоретическая задача определения дисбалансов жесткого ротора является плохо обусловленной задачей. Формулируется задача об оптимальном выборе угловых скоростей вращения ротора для экспериментального определения его дисбалансов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-01-314-а.

ОБ УГЛОВЫХ ДВИЖЕНИЯХ СВОБОДНОГО ВЯЗКОУПРУГОГО ТЕЛА

Денисов Г.Г.¹, Новиков В.В.², Февральских Л.Н.²

*НИИ прикладной математики и кибернетики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского¹
Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского²*

grigorieva_ln@mail.ru

На основе простой модели рассмотрено свободное угловое движение вязкоупругого тела, близкого по форме к шару. В предположении равнозначного влияния упругих и вязких свойств тела на его динамику показана возможность свободной прецессии тела. Результаты работы могут быть использованы как одно из вероятных объяснений движения полюса Земли с периодом Чандлера. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-08326.

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Денисюк Е.Я.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

denisyuk@icmm.ru

Полимерные гели – это сетчатые полимеры, содержащие жидкость (растворитель) и находящиеся в высокоэластичном состоянии. В рамках нелинейной теории сформулированы краевые задачи, описывающие состояние механического равновесия статически нагруженных полимерных гелей и учитывающие влияние растворенной в материале жидкости на его упругие и деформационные свойства. Показана связь этих задач с классическими задачами механики деформируемого твердого тела. Рассмотрены различные подходы и методы их численного решения.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТАЦИОНАРНОГО ВРАЩЕНИЯ РОТОРНЫХ СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ЖИДКОСТЬ

Дерендяев Н.В.¹, Солдатов И.Н.²

*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского¹*

Институт проблем машиностроения РАН², г. Нижний Новгород

derendyaevnic@rambler.ru

Ранее в работах одного из авторов был предложен и разработан (совместно с учениками) оригинальный метод исследования устойчивости стационарного вращения роторных систем, содержащих вязкую жидкость и имеющих привод, поддерживающий вращение. Предполагалось, что ротор обладает осевой симметрией, закрепления его оси изотропны. В данной работе содержится обобщение этого метода, которое позволяет распространить его на системы с анизотропными закреплениями оси ротора. Приведен пример исследования устойчивости стационарного вращения типичной роторной системы. Отмечены механические эффекты, вызванные тем, что при анизотропном закреплении оси ротора становится невозможной гироскопическая стабилизация.

САМООРГАНИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ПОЛИКРИСТАЛЛАХ

Дерюгин Е.Е.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

dee@ispms.tsc.ru

По принципу решения обратной задачи механики деформируемого твердого тела на основе метода элементов релаксации (МЭР) проведено моделирование процесса самоорганизации пластической деформации в поликристаллах на мезоуровне с выходом на макроскопические диаграммы нагружения. Предложенный способ моделирования позволяет предсказывать макроскопические диаграммы нагружения в зависимости от геометрических характеристик и физических свойств структурных элементов на мезоуровне, а также от граничных условий нагружения. Принципиальное значение при этом приобретает учёт жёсткости нагружающего устройства. Полученные зависимости хорошо согласуются с данными экспериментов.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ

Дерябин С.Л.

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

SDeryabin@usurt.ru

Построены решения классических двумерных уравнений мелкой воды в виде рядов, локально сходящихся в окрестности подвижной гладкой границы вода–суша. Определены закон и скорость движения этой границы при различных режимах взаимодействия волны с берегом. Для случая границы вода–суша с угловой точкой получен закон движения и значения скорости жидкости на ней. Также исследовались начально-краевые задачи для одномерных уравнений Грина–Нагди. Решения этих задач построены в виде сходящихся рядов в окрестности точки, не лежащей на границе вода–суша. Также построены точные решения этой начально-краевой задачи с различными граничными условиями.

ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОДВИЖНОСТИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Джалалова М.В., Ерошин В.А., Бойко А.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
margarita-vd@mail.ru

Проведено сравнение коэффициентов демпфирования, определенных с помощью последней версии прибора Periotest M (Medizintechnik Gulden, Германия), с соответствующими значениями коэффициентов податливости, полученными численно и по методике лазерного тестирования для винтовых имплантатов, закрепленных в различных аналогах костной ткани. Установлена связь между этими коэффициентами, позволяющая для данного имплантата на основании показаний прибора Periotest M определять величину его перемещения в зависимости от нагрузки.

РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ПРОНИЦАЕМЫХ ФЛЮИДОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Димаки А.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
dav@ispms.tsc.ru

Построена численная модель многоуровневой пористой среды, основанная на совмещении методов дискретных элементов и конечных разностей. На ансамбле дискретных элементов в рамках модели порупругости Био моделируются деформация и разрушение твердого каркаса, а также фильтрация жидкости в трещинно-поровом пространстве. Массоперенос жидкости между микроскопическими порами в твердом каркасе и макропорами моделируется на конечно-разностной сетке, накладываемой на ансамбль дискретных элементов. Показано, что прочность хрупких водонасыщенных материалов при одноосном сжатии определяется конкуренцией процессов роста порового давления жидкости в микропорах и оттока жидкости во внешнее пространство.

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТОНКИХ МНОГОСЛОЙНЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ ПЛАСТИН

Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
dimit.bmstu@gmail.com, gubareva_ea@pochta.ru

Предложена теория вязкоупругих многослойных тонких пластин при установившихся моногармонических колебаниях, построенная из общих уравнений трехмерной теории вязкоупругости путем введения асимптотических разложений по малому геометрическому параметру – отношению толщины к длине пластины, без введения каких-либо гипотез относительно характера распределения амплитуд перемещений и напряжений по толщине пластины. Разработанная теория позволяет вычислить все 6 компонент тензора комплексных амплитуд напряжений, включая амплитуды поперечных нормальных напряжений и амплитуды напряжения межслойного сдвига. Предложен алгоритм расчета диссипативных характеристик вязкоупругих многослойных пластин, основанный на расчете функции диссипации энергии, локального коэффициента демпфирования и интегрального коэффициента демпфирования. Проведено численное моделирование напряжений в вязкоупругой пластине из композитного слоистоволокнистого материала при изгибных колебаниях, которое показало, что действительные части амплитуд напряжений, в том числе и напряжений межслойного сдвига и поперечных напряжений, практически не зависят от частоты колебаний. Этот факт обусловлен спецификой задачи об изгибных колебаниях, в ней все напряжения зависят только от продольной компоненты комплексного модуля упругости, которая, в свою очередь, главным образом, зависит только от упругих свойств армирующих волокон. Вязкоупругие же свойства матрицы практически не влияют на действительные части амплитуд напряжений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЁТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА ГАЗА И ТЕПЛОЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА КОРПУСА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Димитриенко Ю.И., Захаров А.А., Коряков М.Н.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
mkoryakov@bmstu.ru

Приведена математическая постановка и предложен вычислительный метод для решения сопряженных задач аэродинамики и внутреннего теплопереноса в композитных конструкциях перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов. Представлены результаты численного моделирования. Показано, что вследствие высоких температур аэродинамического нагрева конструкций из полимерных композиционных материалов, в них может происходить термодеструкция полимерной фазы и как следствие унос материала с поверхности летательного аппарата. Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ МК-3007.2015.8.

ДВУХФАЗНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Дмитриев Н.М., Максимов В.М., Дмитриев М.Н., Кузьмичев А.Н., Мурадов А.В.,
Кравченко М.Н.

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва
nmdrgu@gmail.com

Дано обобщение на случай анизотропных пористых сред моделей двухфазной фильтрации Бакли–Леверетта и Рапопорта–Лиса.

Показывается, что безразмерная функция Леверетта, определяющая капиллярное давление, так же, как и относительные фазовые проницаемости, в анизотропных средах представляются тензорами четвертого ранга, а капиллярное давление в модели Рапопорта–Лиса – тензором второго ранга. Для задания капиллярных давлений вводится тензор обратный к тензору характерных линейных размеров. Приводится обобщенное представление функции Леверетта и функций относительных фазовых проницаемостей, учитывающее гистерезис фазовых проницаемостей и капиллярного давления. Теоретические исследования подкрепляются результатами лабораторных экспериментальных исследований на реальном керновом материале по методике, разработанной авторами.

ФОРМАЛЬНОЕ СИМВОЛИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дмитроченко О.Н.

Брянский государственный технический университет

dmitroleg@rambler.ru

Для произвольной механической системы вводится формальное символическое описание. Кинематика представляется последовательностью элементарных преобразований, обозначаемых зарезервированными символами, так же, как и силовые элементы и шарниры между телами. Параметры системы, например, идентификаторы степеней свободы, инерционные параметры и другие обозначаются именами с индексами по умолчанию, если не указаны явно. Однако имена, параметры и функции пользователя также могут указываться, если требуется. Предлагаемое формальное описание в его кратчайшей форме пригодно в академических целях для указания лишь самых существенных свойств механической системы. В расширенной форме, с явным указанием имён переменных, параметров и других данных, например, начальных условий, это описание может служить универсальным вспомогательным форматом для представления входных данных для программных комплексов моделирования динамики механических систем тел.

ОСОБЕННОСТИ КАВИТАЦИОННОГО ОБТЕКАНИЯ ЦИЛИНДРА

Добросельский К.Г.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

dobroselsky@mail.ru

Приведены результаты экспериментов, в которых круглый цилиндр, расположенный по центру прямоугольного канала, обтекался в поперечном направлении турбулентным потоком. С помощью PIV-метода получены данные о поле осредненной скорости около цилиндра. По полученным полям скорости исследован ближний след за цилиндром, проведено сравнение кинематических характеристик для безкавитационного и кавитационного режимов обтекания. Показано, что кавитация приводит к увеличению вихревой зоны за цилиндром, и росту сопротивления.

ФОРМОВАНИЕ НАНОВОЛОКОН ИЗ СТРУЙ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Добычин Н.П.¹, Могилевский Е.И.², Шкадов В.Я.², Шутов А.А.¹

Обнинский институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета МИФИ¹, г. Обнинск

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

mogilevskiy@mech.math.msu.su

Рассматривается проблема получения волокон наноразмерного диапазона диаметров из струй полимерных растворов под действием электрических сил. Определены основные управляющие параметры процесса и проведено сравнение с экспериментальными данными. Найдено согласие расчетных и опытных результатов. Установлено, что значительное снижение диаметра волокна достигается преимущественно снижением расхода жидкости в струе и концентрации полимера в растворе.

ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА И НЕИНТЕГРИРУЕМОСТЬ В ЗАДАЧАХ О ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ ВОЗМУЩЁННЫХ ВОЛЧКОВ ЭЙЛЕРА-ПУАНСО И ЛАГРАНЖА

Довбыш С.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

sdovbysh@yandex.ru

Установлено, что в задачах о пространственных движениях возмущённых волчков Эйлера–Пуансо и Лагранжа отсутствует аналитический первый интеграл, дополнительный к интегралам энергии и площадей. Доказательство основано на известных аналогичных результатах для систем, получаемых редукцией по углу вращения вокруг вертикальной оси. С этой целью получены общие теоремы, пригодные в задачах такого сорта, которые показывают, что в рассматриваемых задачах о пространственных движениях имеются хаотические траектории.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОЙСТВ СИММЕТРИИ В ДИНАМИКЕ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТЕЛА

Докучаев Л.В.

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, г. Королев

doklev@mail.ru

На примере изучения динамики упругого тела с жидкостью показано, как свойства симметрии конструкции используются при описании его динамических характеристик. Обсуждается задача динамики жидкости в подвижной осесимметричной полости с

радиальными перегородками, и динамика многоблочной осесимметричной конструкции с жидкостью. История вопроса уходит в 1960 годы и связана с отработкой устойчивого полета ракет.

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЖАТИЯ И ГОРЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ МИШЕНЕЙ ИТИС

Долголева Г.В.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

dolgg@list.ru

Главная задача при создании мишеней для УТС состоит в подборе энерговыделения, при котором можно получить горение рабочей ДТ области. При этом энерговыход в результате термоядерных реакций должен быть больше, чем вложенная энергия. Учитывая, что обострение импульса на современных установках делать очень сложно, рассматривается дополнительное энерговыделение в виде короткого импульса («поджигающий» импульс) (коэффициент усиления больше единицы). И немаловажным вопросом является величина вкладываемой энергии. В данной работе рассматривается задача по выбору закона энерговыделения: использование поджигающего импульса и его влияние на параметры мишени. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-00251.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Доль А.В.¹, Иванов Д.В.¹, Смирнов Д.А.²

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского¹

ООО «Ваш доктор»², г. Саратов

dzero@pisem.net

Современная стоматология не может существовать без операций по дентальной имплантации. При этом срок функционирования установленных имплантатов зависит как от состояния костной ткани, так и от самого процесса планирования и выполнения хирургического лечения. Данная работа посвящена исследованию системы «кость–имплантат» и оптимизации процесса установки стоматологических протезов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛН НА ПОТОКЕ С ПОСТОЯННОЙ ЗАВИХРЕННОСТЬЮ

Досаев А.С.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

dosaev@hydro.appl.sci-nnov.ru

Для описания динамики двумерных течений со свободной поверхностью используется метод конформных преобразований. Реализована численная модель, основанная на модификации полностью нелинейной системы уравнений Дьяченко с учетом наличия постоянной во времени завихренной компоненты скорости течения. Построена численная процедура решения уравнения для профиля стационарной волны. Исследуется влияние завихренности на развитие модуляционной неустойчивости цуга волн.

О НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ

Досаев М.З.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

dosayev@imec.msu.ru

Рассматривается контакт тормозной колодки с движущимся телом в двух различных точках. Колодка прижимается к телу в направлении, перпендикулярном движению тела. Податливость колодки в точках контакта с телом моделируется с помощью упругих пружин. Сила трения определяется по закону Кулона. Предложена нелинейная постановка задачи. Рассмотрена устойчивость равновесия колодки по первому приближению. В предположении, что в точках контакта колодка обладает различной жесткостью, показано, что существуют диапазоны механических параметров, при которых равновесие колодки неустойчиво, при этом возмущенное движение может иметь характер автоколебаний с нарастающей амплитудой. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-06970.

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ГЕКСАПОДОВ

Дубаренко В.В.¹, Артёменко Ю.Н.², Кучмин А.Ю.¹

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Астрокосмический центр Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН², г. Москва

vladimir.dubarenko@gmail.com

В последнее время в мировой практике, при создании новых антенн и модернизации существующих, для автофокусировки зеркальных систем, отдельные ее элементы управляются посредством механизмов параллельной структуры, называемых гексаподами. В настоящем докладе излагаются теоретические основы автоматического управления гексаподом, как динамическим объектом, в режиме слежения за непрерывно перемещающимся в пространстве объектом. Для отработки такой системы, в рамках проекта по созданию международной радиоастрономической обсерватории «Суффа» (Узбекистан), была проведена НИР, результатом которой явилось создание устройств управления гексаподами, в реальном времени, на основе матричных умножителей, технически реализованных на ПЛИС и нейропроцессорах.

ОБОБЩЕНИЕ ПОНЯТИЯ ЦЕНТР СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗУБА

Дубинин А.Л.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

aspalexey@rambler.ru

Для изучения начального перемещения зуба используется понятие центра сопротивления. Обычно он определяется как точка, приложение силы в которой приводит к поступательному перемещению зуба, а приложение к зубу пары сил приводит к вращению зуба вокруг данного центра сопротивления. Однако центр сопротивления существует лишь при наличии у корня зуба оси симметрии. Для случаев, когда этого центра не существует, авторами предлагается новое понятие – «область сопротивления зуба», являющееся обобщающим для центра сопротивления. Даны определение данной области, исследованы ее свойства, приведены теоретическое и экспериментальное обоснования.

ВСЕРОССИЙСКИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Дубровина Г.И.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

dubrovina@bmstu.ru

Студенты младших курсов не готовы к участию в научной работе выпускающих кафедр, но свои способности они могут проявить при решении нестандартных задач по теоретической механике, соревнуясь на вузовских, региональных, Всероссийских олимпиадах. При этом они создают модель реального объекта, ищут математические методы решения, исследуют условия движения, устойчивости, равновесия. Для развития творческих способностей одаренной молодежи, повышения квалификации будущих инженеров Министерство образования СССР, секретариат ЦК ВЛКСМ приняли решение о проведении Всесоюзной олимпиады по теоретической механике для технических вузов. Эти олимпиады проводились под эгидой «Студент и технический прогресс». До этого времени проводились вузовские, городские олимпиады в ведущих вузах страны. Многие участники олимпиад после окончания вуза защитили кандидатские, докторские диссертации, занялись научной работой.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕОДНОРОДНОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ТРУБЕ ПРИ НАЛИЧИИ ЗОНЫ ДЕСТРУКЦИИ

Дударев В.В., Богачев И.В., Мнухин Р.М.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

dudarev_vv@mail.ru

Рассмотрена задача о радиальных колебаниях изотропного цилиндра при наличии неоднородного поля предварительных напряжений (ПН) и зоны деструкции. Решение прямой задачи об определении компоненты перемещения реализовано с помощью метода пристрелки. Получена формула, позволяющая оценивать изменение резонансной частоты по данным о структуре ПН и радиуса зоны пластичности. Рассмотрение обратной задачи о реконструкции ПН проведено в рамках двух постановок, отличающихся дополнительной информацией о решении. Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № 9.665.2014/К и при поддержке Южного математического института (г. Владикавказ), грантов РФФИ № 13-01-00196, 14-01-31393, 14-01-31453.

ОСОБЕННОСТИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Дударева О.В.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

BelovaOlgaV@mail.ru

Учитывая нелинейные эффекты, наблюдаемые в опытах с низкопроницаемыми пластами при малых градиентах давления, предложено уточнение закона Дарси. На основе данной модели решен ряд задач нестационарной фильтрации, описывающих приток жидкости к скважине.

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ В ШЕРОХОВАТЫХ ТРУБАХ С ПРИЛОЖЕНИЕМ К ЗАДАЧАМ ТЕПЛО- И МАССОБМЕНА В СЕТЯХ ТРУБОПРОВОДОВ

Дударь О.И.

Пермский национальный исследовательский политехнический институт

olegdudar@yandex.ru

Выполнено аналитическое описание переходных кривых сопротивления, полученных Никурадзе в экспериментах по турбулентному течению в трубах с однородной шероховатостью. В рамках двуслойной схемы (ламинарный пограничный слой, турбулентное ядро) получено выражение профиля скорости через закон сопротивления, справедливое для любого режима течения (гладкостенного, квадратичного, переходного) и любой относительной шероховатости. Аналитические выражения для кривых сопротивления использованы при разработке нового метода расчета сетей трубопроводов, а выражения для профиля скорости, для решения задач тепло- и массообмена. Решены прикладные задачи конденсации влаги в рудничной вентиляционной сети и др.

ГИПЕРЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОГО КРЫЛА ВЯЗКИМ ГАЗОМ

Дудин Г.Н.¹, Нгуен Ф.Х.²

*Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского¹, г. Жуковский
Московский физико-технический институт (государственный университет)², г. Жуковский*
gndudin@yandex.ru

Рассмотрено течение в пространственном ламинарном пограничном слое на плоском треугольном крыле с размахом порядка единицы на режиме сильного вязко-невязкого взаимодействия. Построены разложения для функций течения в виде степенных рядов по поперечной координате в окрестности плоскости симметрии крыла и его передних кромок. Проведено сращивание полученных разложений для определения индуцированного давления по размаху крыла и сравнение с результатами численного решения конечно-разностным методом уравнений в частных производных.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕШЕНИЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ ОДНООСНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ УПРУГИХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Дудко О.В.

*Институт автотоники и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток,
Дальневосточный федеральный университет*
dudko@iacp.dvo.ru

Обсуждаются особенности решения нестационарных краевых задач динамики деформирования упругих сред с кусочно-линейными зависимостями напряжений от деформаций. Рассматриваются разномодульные упругие среды с различным сопротивлением растяжению-сжатию и упругие среды с сингулярностью диаграммы «напряжения–деформации» в точке, отличной от свободного состояния. Показано, что даже в приближении малых упругих деформаций в таких материалах могут возникать нелинейные эффекты, не отмечаемые классической линейной теорией упругости (сильные и слабые разрывы деформаций, слои недеформированной среды, области постоянной плотности и др.).

РЕШЕНИЕ СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧ АЭРОУПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕЛ С ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ВЯЗКИХ ВИХРЕВЫХ ДОМЕНОВ

Дынников Я.А., Дынникова Г.Я.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
dyn@imec.msu.ru

Разработан метод решения двумерных сопряженных задач взаимодействия тел с потоком жидкости. Для решения уравнений Навье–Стокса вязкой несжимаемой жидкости используется метод вязких вихревых доменов (ВВД). Гибкость тел моделируется упругими шарнирами, соединяющими секции тел. При использовании вышеуказанных методов удается связать гидродинамические уравнения с уравнениями движения тел в единую систему, решение которой позволяет одновременно, не прибегая к итерациям, выполнить граничные условия на поверхностях и получить скорости движения тел, согласованные с движением жидкости. Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП Министерства образования и науки РФ (соглашение 14.576.21.0079, проект RFMEFI57614X0079).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО И ОСРЕДНЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО СЛОЯ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЦИЛИНДРЕ

Дьякова В.В., Полежаев Д.А.

Лаборатория вибрационной гидромеханики, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет
dyakova@pspu.ru

Экспериментально изучается динамика жидкости в частично заполненном быстро вращающемся горизонтальном цилиндре. Под действием силы тяжести кольцевой слой жидкости совершает вынужденные колебания. Помимо колебательного движения жидкость также совершает осредненное азимутальное движение относительно цилиндра. Впервые проведено экспериментальное изучение колебательного движения жидкости с использованием скоростной видеосъемки. Показано, что частота колебаний жидкости равна скорости вращения цилиндра, а амплитуда колебаний увеличивается при ее уменьшении. Изучение осредненного движения с использованием PIV показало, что скорость жидкости на свободной поверхности превышает скорость в объеме.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА В ХОДЕ ВОЗВРАТНОГО ДЫХАНИЯ

Дьяченко А.И.¹, Ермолаев Е.С.², Шулагин Ю.А.², Гончаров А.О.², Суворов А.В.²

*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН¹, г. Москва
Институт медико-биологических проблем РАН², г. Москва*
1861894@mail.ru

Разработана математическая модель биотехнической системы (БТС), включающей кардиореспираторную систему человека и аппаратно-программный комплекс для исследования регуляции дыхания. Модель описывает динамику содержания CO₂ и O₂ в трех компартментах БТС во время тестов с возвратным дыханием. Представлены результаты моделирования вентиляционных реакций в двух дыхательных тестах – реакции на гиперкапнию, сочетанную с гипероксией, и на гиперкапнию, сочетанную с гипоксией.

Модель позволила определить, что наиболее быстрое выравнивание парциального давления CO₂ между компартментами происходит при начальной концентрации газа в дыхательном контуре, равной концентрации CO₂ в конечной порции выдыхаемого газа у данного человека.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗ ДЫХАНИЯ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ И РЕОКАРДИОГРАММЫ

Дьяченко А.И.¹, Семенов Ю.С.¹, Лужнов П.В.², Пика Т.О.²

Институт медико-биологических проблем РАН¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

peterl@hotmail.ru

Для анализа точности выделения фаз дыхания по реографическому сигналу проведено совместное исследование сигналов реоэнцефалограммы, электрокардиограммы, реокардиограммы и ротового давления, зарегистрированных у здоровых добровольцев при спокойном дыхании и дыхании через дополнительное сопротивление. Сравнение получаемых по реографическим сигналам трендов дыхания с сигналом ротового давления подтвердило качество определения фаз дыхания. Точное определение фаз дыхания на реографических сигналах существенно повышает достоверность определения преобладающего у пациента типа сосудистого тонуса, что используется как в диагностике, так и в задаче выбора последующей терапии.

ВЛИЯНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ МАЛОЙ ПРЕГРАДЫ НА ОТРЫВНОЕ ТЕЧЕНИЕ ЗА УСТУПОМ

Дьяченко А.Ю., Смольский Я.И., Ярыгина Н.И.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

Dyacaleksej@yandex.ru

Представлены результаты экспериментального исследования обменных процессов за обратным уступом при введении в отрывную зону вихревой пелены от маломасштабной преграды. В качестве малых турбулизаторов использовались сплошное поперечное ребро, отсоединенное от стенки ребро и ребра – гребенки с поперечными прорезями. Выполнена термографическая визуализация, измерены профили скорости и длина отрывной области, поля коэффициентов давления и теплоотдачи при варьировании высоты мини преграды и ее местоположения до уступа. Наблюдается деформация входного профиля скорости и особенно ее продольной пульсации с сильной трансформацией зоны смещения. По распределениям коэффициентов давления и теплоотдачи проведена оценка эффективности различного типа мини интенсификаторов и пределов их влияния на сопротивление и теплообмен.

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ НА МОНОЛИТНЫХ И СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ ПРИ МЕЛКОФОКУСНОМ И ГЛУБОКОФОКУСНОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

Дюкина Н.С.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

ndyukina@inbox.ru

Предложена численная методика моделирования сейсмических вибраций крупногабаритных сооружений, учитывающая тип фундамента, контактное взаимодействие сооружения с грунтом, поле сил тяжести, неоднородность грунтовой среды и расположение гипоцентра землетрясения. Предложены способы моделирования мелкофокусных и глубокофокусных землетрясений, способ моделирования свайного основания в виде среды с эффективными характеристиками. Установлено, что расположение источника сейсмического воздействия оказывает различное влияние на поведение различных типов сооружений при землетрясении.

КОНВЕКТИВНЫЕ ТЕЧЕНИЯ НАД ЛОКАЛИЗОВАННЫМ ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛА

Евграфова А.В., Попова Е.Н., Сухановский А.Н.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

san@icmm.ru

В экспериментах по исследованию горизонтальных конвективных валов в цилиндрической полости было обнаружено, что процесс образования поперечных структур носит периодический характер. В связи с этим были внесены изменения в программу исследований и основные усилия были сконцентрированы на изучении формирования мелкомасштабных конвективных валов в неподвижном цилиндрическом слое жидкости с локализованным нагревом в центральной части. Подогрев в центральной области приводит к появлению крупномасштабной адвективной ячейки, занимающей весь объем рабочей полости. В области подогрева, вблизи дна кюветы, образуется температурный пограничный слой, в котором формируются вторичные структуры, форма которых зависит от нагрева. В широком диапазоне управляющих параметров вторичные течения представляют собой суперпозицию радиальных конвективных валов, направленных вдоль основного течения и поперечного возмущения,носимого к центру. Формирование поперечных структур характеризуется частотой, значение которой определяется числом Рэлея.

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС И ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО МОДУЛЯ ОТ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В РАМКАХ ПЛОСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Евлампиева С.Е.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

evl@icmm.ru

Разработана программа для исследования напряженно-деформированного состояния и определения эффективных свойств в композициях, содержащих сотни круглых хаотично расположенных включений (плоская задача) и кратко описан метод. Для получения решения используется теория функций комплексного переменного. Исследовано напряженно-деформированное состояние для различных ансамблей включений. Представлены поля средних напряжений и максимальных главных деформаций. Получены зависимости эффективного модуля Юнга от концентрации наполнителя, проведено сравнение расчетов для хаотичной, регулярной, сетчатой структуры и структуры, содержащей агрегаты.

ПРЯМОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА ПРИ ГИПЕРЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ ПОТОКА

Егоров И.В.¹, Новиков А.В.¹, Фёдоров А.В.²

*Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского¹, г. Жуковский
Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный*

ivan.egorov@tsagi.ru

Разработан и реализован метод прямого численного моделирования нестационарных трехмерных возмущений, приводящих к ламинарно-турбулентному переходу (ЛТП) при гиперзвуковых скоростях потока. С помощью данного метода исследуется развитие трехмерных возмущений в пограничном слое на плоской пластине и в пристенном течении на угле сжатия при числе Маха набегающего потока $M=5.373$. Выявлены особенности поля возмущений на линейной и нелинейной стадиях ЛТП. Получены распределения средних тепловых потоков и коэффициентов вязкого трения на ламинарном и переходном участках обтекаемой поверхности, что позволяет определить начало ЛТП и оценить длину переходной области.

О ДВУХСТАДИЙНОМ РАЗРУШЕНИИ МЕТЕОРОИДА С КОНЦЕВОЙ ВСПЫШКОЙ

Егорова Л.А., Лохин В.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

egorova@imec.msu.ru

Мы предполагаем, что в процессе движения в атмосфере метеороид многократно дробится за счет аэродинамических сил инерции. На первой стадии разрушение связано с неоднородностями в строении, после которой образуется облако однородных крупных фрагментов. На второй стадии из-за повышения скоростного напора эти однородные фрагменты продолжают разрушаться, но уже взрывоподобно, на еще более мелкие и мельчайшие осколки и частицы из-за резкого возрастания нагрузки, определяемой скоростью тела и плотностью газа. Для крупного тела торможение невелико, скорость большая, а плотность атмосферы возрастает экспоненциально. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-00775а.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ С НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ДЕТОНАЦИОННЫМИ ВОЛНАМИ

Егорян А.Д., Пьянков К.С.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

arche_hl@mail.ru

Проведено численное моделирование течений с детонационными волнами в рамках достаточно полной модели химической кинетики. Расчет химически неравновесного течения проводился с помощью конечно-разностной схемы С.К. Годунова второго порядка с неявным интегрированием уравнений химической кинетики. Представлены результаты моделирования течения с ячеистой структуры детонации, а также проведен расчет спиновой детонации с оценкой энергетической эффективности процесса горения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИНЫ В УСЛОВИЯХ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ

Елеонский С.И., Писарев В.С., Чернов А.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

andcherr@rambler.ru

Представлен новый метод исследования эволюции параметров механики разрушения вследствие малоциклового повреждения, основанный на измерениях локального отклика при малом приращении длины трещины. Последовательные разрезы моделируют распространение трещины через зону накопленных повреждений. Экспериментальная информация представляет собой величины компонент перемещений, которые измеряются на берегах разреза методом спекл-интерферометрии. Определены величины раскрытия, КИН и Т-напряжений для трещин различной длины при фиксированных значениях количества циклов предварительного нагружения НС. Построены зависимости величин параметров механики разрушения для трещин фиксированной длины от величины НС.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХШАГОВОГО МЕТОДА ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКВАРДА

Елесин А.В., Кадырова А.Ш.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

elesin@imm.knc.ru

Задача идентификации фильтрационных характеристик пласта относится к классу обратных коэффициентных задач. Одним из стандартных приёмов решения таких задач является определение значений идентифицируемых параметров в процессе минимизации функции невязки. Предлагается новый двухшаговый метод минимизации функции невязки, построенный на основе классического метода Левенберга–Марквардта. Метод используется для решения задач идентификации коэффициента фильтрации в случае однофазной фильтрации и абсолютной проницаемости в случае двухфазной фильтрации в трёхмерном неоднородном пласте.

ТЕОРИЯ ВАРИАЦИОННЫХ ОБРАТНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРИЛОЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Елизаров А.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

amelizarov@gmail.com

Вариационные обратные краевые задачи аэрогидродинамики (ОКЗА) реализуют один из подходов к оптимизации аэродинамических и гидродинамических форм, в частности, они связаны с поиском ответа на вопросы, какую максимальную подъемную силу можно получить на профиле крыла и какова форма профилей, обладающих оптимизированными аэродинамическими характеристиками. В рамках классических моделей механики жидкости и газа в математическом плане эти задачи сводятся к вариационным краевым задачам для аналитических функций. Представлены новые результаты теории вариационных ОКЗА, в том числе близкие к окончательным, описаны приложения в гидродинамике и теории фильтрации, охарактеризованы перспективы развития. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №15-07-05380, 15-47-02343.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МЕХАНИКЕ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Елизаров А.М., Коноплев Ю.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

amelizarov@gmail.com

Описаны основные направления исследований по механике, начиная с их зарождения и создания кафедры механики в Казанском Императорском университете. Подробно охарактеризованы направления исследований по механике во второй половине 20-го и начале 21-го веков, названы ученые – лидеры этих работ.

ФИКТИВНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ

Елизаров А.М.¹, Слабнов В.Д.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Институт экономики, управления и права², г. Казань

slabnov@ieml.ru

С учетом гипотез о распределении воды по вертикали в трехмерном слоистом пласте, предложенных Р.А. Султановым, и изменения абсолютной проницаемости по толщине пласта на основе двух вероятностных законов распределения (равномерного и логарифмически-нормального) предложен способ построения фиктивных фазовых проницаемостей для численного решения задачи регулирования вытеснения нефти водой. Процесс вытеснения нефти в слоистом пласте описан 3D моделью двухфазной фильтрации по схеме Баклея–Леверетта. Параметры пласта могут изменяться вдоль всех координатных осей. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №15-07-05380, 15-47-02343.

СТАБИЛИЗАЦИЯ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ДВУМЯ УПРУГИМИ СТЕРЖНЯМИ

Елисеев Д.А., Кубышкин Е.П.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

dim_ok32@mail.ru

Рассматривается механическая система, состоящая из твердого тела и двух жестко связанных с ним упругих прямолинейных стержней постоянного сечения, расположенных в одной плоскости. Стержни рассматриваются в рамках модели Эйлера–Бернулли. Система может вращаться вокруг оси, проходящей через центр масс твердого тела перпендикулярно плоскости расположения стержней. Изучается задача стабилизации углового положения системы моментом внешних сил, приложенным к оси вращения. В пространстве параметров коэффициентов обратных связей построены области, значения параметров из которых обеспечивают стабилизацию (асимптотическую устойчивость) заданного углового положения системы.

ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО И УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ КА ПРИ МЕЖПЛАНЕТНОМ ПЕРЕЛЕТЕ

Ельников Р.В.¹, Маштак Я.В.²

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)¹

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва

yarmashtakov@gmail.com

Рассматривается комплексная задача построения межпланетного перелета с использованием двигателя малой тяги, включающая в себя два этапа перелета: разгонный околоземный и оптимальный по расходу топлива гелиоцентрический. Также решается задача реализации полученного закона изменения направления вектора тяги с использованием маховичной системы управления ориентацией космического аппарата. Рассматриваются различные возмущения, влияющие на ориентацию КА, такие как эксцентриситет тяги, неправильная установка маховиков, неточность знания тензора инерции аппарата. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-11-00621

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Емельянов И.Г.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

Emelyanov@imach.uran.ru

Предложен метод определения контактного давления и напряженного состояния для тонкой ортотропной оболочки, лежащей на основании, имеющем вырезы.

ДВИЖЕНИЕ МНОГОФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ В ВОЗДУХОЗАБОРНОМ И МЕЖЛОПАТОЧНЫХ КАНАЛАХ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

Еникеев Г.Г., Абдулин А.Я.

Уфимский государственный авиационный технический университет

genikeev@mail.ru

Приведены модели и результаты расчета движения двухфазной жидкости с твердыми частицами в профилированном канале с лопатками самовращающегося роторного воздухоочистителя и неподвижными и вращающимися лопатками многоступенчатого компрессора. Показано, что поставленная задача позволяет оценивать эффективность воздухоочистителя и формировать граничные условия задачи прочности многослойных функциональных покрытий лопаток компрессора.

СТРУКТУРА ЛЬДА НА ФРИКЦИОННОМ КОНТАКТЕ И РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ЛЕДНИКОВ

Епифанов В.П.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

evp@ipmnet.ru

Приведены результаты теоретического и экспериментального изучения свойств промежуточного слоя, который образуется на фрикционном контакте ледникового льда с сухим ложем. Применен комплексный подход, включающий акустико-механический метод, методы физического и математического моделирования. Процессы в придонных слоях ледника моделировали сдвигом льда по подложке сложной формы в условиях стеснения и экструзией льда. Разработана модель, отражающая количественную связь макросвойств льда с его структурой. Исследованы амплитудно-частотные спектры собственных колебаний на ледниках. Показана возможность адекватного природным ситуациям физического моделирования движения льда в ледниках и дистанционного определения деформационных изменений структуры в промежуточном слое.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУСТАЛОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ НЕРЕГУЛЯРНОМ НАГРУЖЕНИИ

Ереев М.Н., Козин А.В., Судаков А.С., Шишулин Д.Н.

Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова,

г. Нижний Новгород

vapanov@okbm.nnov.ru

С использованием разработанных математических моделей неизоотермического упругопластического деформирования и накопления усталостных повреждений в конструкционных материалах оборудования и систем ЯЭУ при сложных термомеханических нагрузках проведены: расчетный анализ кинетики напряженно-деформированного состояния лабораторных образцов при переменном термосиловом нагружении, а также анализ усталостной долговечности сварного шва фланцевого соединения трубопровода. Полученные результаты расчетного анализа по данным моделям сопоставляются с результатами расчетов других авторов и результатами расчетов по «Нормам...».

УСТОЙЧИВОСТЬ ТРЕХМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНО УПРУГИХ ТЕЛ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Еремеев В.В.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

er.vadim@gmail.com

В рамках пространственной нелинейной теории упругости дана общая постановка и решение ряда конкретных задач об устойчивости равновесия трехмерных нелинейно упругих тел с предварительно напряженными включениями при конечных деформациях. В качестве примера исследована трехслойная плита из неогуковского материала с предварительно сжатым либо растянутым средним слоем. Составлены дифференциальные линеаризованные уравнения равновесия для каждого слоя. Методом разделения переменных построены их решения. Проведен анализ зависимости критического усилия от начальной деформации предварительно напряженного слоя.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ НДС В ГОРНЫХ МАССИВАХ С ВЫРАБОТКАМИ. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Еремин М.О., Перышкин А.Ю., Бакеев Р.А.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

eremin@ispms.tsc.ru

Выполнен краткий обзор состояния проблемы по изучению механизмов формирования крупномасштабных разрушений в горных массивах с выработками. Численно исследуется эволюция напряженно-деформированного состояния горного массива с выработками. Исследуется неравновесное состояние и условия формирования критических состояний в горном массиве, приводящие к катастрофическим обрушениям. Показано, что особенности фликкер-шума отражают процесс множественных разрушений в кровле и почве и позволяют оценить близость массива к критическому состоянию.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПРИ КОНТАКТНОМ НАГРУЖЕНИИ С УЧЕТОМ ЕГО СТРУКТУРЫ

Еремина Г.М., Сергеев В.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

anikeeva@ispms.tsc.ru

Одной из главных проблем в исследовании механических свойств наноструктурных материалов является выявление дефектов структуры, которые могут значительно повлиять на механическое поведение материала в целом. Согласно последним исследованиям при нагружении материалов в них наблюдаются вихревые эффекты, которые образуются вблизи границ раздела фаз. Для идентификации структуры поверхностного слоя материала предлагается использовать методику, основанную на анализе спектра Фурье сигнала, получаемого в результате контактного взаимодействия с жестким индентором. Обсуждаются численные результаты по анализу вихревых эффектов в материале со структурой при контактном взаимодействии.

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОЙ КОНВЕКЦИИ В КОНФИГУРАЦИИ ЖИДКОГО МОСТА ПРИ БОЛЬШИХ ЧИСЛАХ ПРАНДТЛЯ

Ермаков М.К.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

ermakov@ipmnet.ru

Исследуется устойчивость термокапиллярной конвекции в жидком мосте при больших числах Прандтля ($Pr \gg 10$) в зависимости от теплового потока через свободную поверхность методом решения задачи на собственные значения. Для условий наземных экспериментов и космического эксперимента MEIS удается подобрать параметр теплообмена Био для качественного соответствия формы нейтральной кривой данным экспериментов для различных удлинений жидкого моста. Найдены две ветви нейтральной кривой с азимутальным волновым числом $m=1$, соответствующие различным осевым направлениям распространения возмущений в виде гидротепловых волн.

КАСКАД ЭНЕРГИИ В АТТРАКТОРАХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН

Ерманюк Е.В.^{1,4}, Сибгатуллин И.Н.^{2,3}, Брузе К.⁴, Жубо С.⁴, Доксуа Т.⁴

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²,

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН³, г. Москва

Высшая нормальная школа⁴, г. Лион, Франция

ermanyuk@gmail.com

Представлены результаты экспериментального и численного исследования каскада энергии в неустойчивых аттракторах внутренних волн. Показано, что при определенном уровне входного возмущения в системе возникает каскад триадных волновых взаимодействий, осуществляющих перенос энергии в область малых длин волн. Выполнение условий триадного резонанса проанализировано с помощью преобразования Гильберта и построения биспектров. Взаимодействие компонент волнового поля, порожденного каскадом, приводит к локальному опрокидыванию внутренних волн, вызывающему интенсивное перемешивание. Статистика «экстремальных событий» в системе проанализирована с помощью построения многоточечной плотности распределения завихренности.

ТЕПЛОМАССОПОДВОД В ДОННУЮ ЗОНУ ОТРЫВА ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Ермолаев И.К.¹, Боголепов В.В.², Сухановская Л.Д.³

*НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова¹*

*Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского², г. Жуковский
НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова³*

suhan.ld@mail.ru

Основное внимание обращено на разработку донных тепловых генераторов (ДТГ), способных создавать донную тягу по схеме частичного подвода тепловой энергии на боковую поверхность кормовой части тела вращения. При числе Маха, равном 3.0, экспериментально исследован тепломассоподвод за счет пылевой плазмы, полученной при горении окисдно-металлического порошкового композита на основе окиси вольфрама. При вдуве пылевой плазмы в донную область и наличии магнитного поля наблюдается снижение донного сопротивления до 90%. Величина снижения донного сопротивления существенно зависит от конструктивной схемы ДТГ, газодинамической схемы вдува и способа теплопомассоподвода.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВОЛНОВОГО ПАКЕТА В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ

Ермолаев Ю.Г., Яцких А.А.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

yermol@itam.nsc.ru

Представлены экспериментальные данные эволюции искусственно возбужденного волнового пакета в сверхзвуковом пограничном слое. Волновой пакет генерировался импульсным разрядом на поверхности экспериментальной модели. В эксперименте использовались термоанемометрические измерения. Рассмотрено два случая импульсного тлеющего разряда. Детально изучена пространственно-волновая структура волнового пакета. Получены оценки угла распыливания в поперечном направлении и скорости распространения волнового образования по потоку. Показано влияние длительности горения разряда на формирование в сверхзвуковом пограничном слое волнового пакета.

РАСЩЕПЛЕНИЕ СОЛИТОНОВ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Ерофеев В.И., Кажаев В.В.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

erof.vi@yandex.ru

Проведено численное исследование взаимодействия нелинейных солитоноподобных волн деформации в стержне, зернистой среде и среде Коссера. Продемонстрированы эффекты расщепления сверхзвуковых уединенных волн. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (грант № 14-19-01637).

ОПЕРАТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ЭКСПРЕССОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЦЕЛОСТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БЕЗ РАЗРЕЗАНИЯ

Есипов Ю.В.¹, Саулина Е.В.², Черемисин А.И.²

Южный научный центр РАН¹, г. Краснодар

Донской государственный технический университет², г. Ростов-на-Дону

yu-yesipov5@yandex.ru

Путем введения и регистрации конструктивной формы металлических (сталь 3) семи и одиннадцати пролетных рамно-стержневых цельных макетов произведена систематизация экспериментально полученных информативных параметров для последующего оперативного различения конкретного технического состояния макета из изученной совокупности (исходное созданное, дефекты в виде изгиба элементов, кручение макета). На основе способа ударного серийного тестирования установлены зависимости, предложены и апробированы новые информативные параметры (критерии) для оценки степени напряженности и (или) поврежденности цельных конструкций (без их разрезания) в виде частот сдвигов пиков областей Фурье образа деформационных откликов и меры диссипации (размытие фазовых диаграмм) деформационных колебаний. Полученные критерии могут применяться для функционального и тестового диагностирования цельных конструкций без разрезания.

РЕЖИМЫ НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ, С КОСМИЧЕСКОГО ПАТРУЛЯ

Ефимов Г.Б., Ахметшин Р.З.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

efimov@keldysh.ru

Исследованы различные режимы наблюдения астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), включая «потенциально опасные» (проходящие ближе 7.5 миллионов км от нее) с помощью системы наблюдения с нескольких космических аппаратов (КА) окрестности орбиты Земли. Даны оценки вариантов наблюдения с учетом возможно большей надежности обнаружения АСЗ и определения их орбит, размеров наблюдаемых АСЗ при различной мощности телескопов и разных орбитах их размещения – на гелиоцентрической орбите Земли или орбите Венеры.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ
В ЗАМАГНИЧЕННОЙ ПЛАЗМЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МОЩНОГО
ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА**

Ефимова А.А.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,

г. Новосибирск

anna.an.efimova@gmail.com

Изучена эффективность генерации электромагнитного излучения в различных нелинейных процессах, возникающих при инжекции в плазму электронного пучка. В численных расчетах параметры пучка и плазмы выбирались характерными для экспериментов по нагреву плазмы в открытой ловушке ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН). Исследования проводились с помощью численной модели, основанной на методе частиц в ячейках. Рассматривалась модель бесстолкновительной плазмы, которая описывается системой уравнений Власова–Максвелла, граничные условия периодические. Были изучены различные сценарии нелинейной эволюции в системе пучок–плазма в случае пучка малой плотности и показано, как эти сценарии изменяются под действием внешнего магнитного поля. Показано, что возникает перекачка энергии из одной неустойчивой моды в другие.

**ВАРИАЦИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ НЕТОНКИХ
УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК КАК ДВУМЕРНЫХ КONTИНУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
СО СВЯЗЯМИ И НЕКОТОРЫЕ ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ**

Жаворонок С.И.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

zhavor71@mail.ru

Предложен новый вариант общей теории нетонких анизотропных оболочек, основанный на формализме Н.А. Кильчевского аналитической механики континуальных систем, методе И.Н. Векуа пространственной редукции начально-краевых задач и обеспечивающий удовлетворение краевых условий на лицевых поверхностях оболочек. При редукции задачи по толщинной координате формулируется модель материальной поверхности, оснащенной множеством переменных поля, при этом кинематические условия, перенесенные на данную поверхность, рассматриваются в качестве голономных связей, силовые – в качестве неголономных связей. Приводится постановка начально-краевых задач теории N -го порядка при различной записи уравнений движения.

**КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ
ТЕЧЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Жаркова Г.М.¹, Коврижина В.Н.¹, Подъячев С.П.²

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,

г. Новосибирск

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН², г. Новосибирск

zharkova@itam.nsc.ru

Для панорамной визуализации полей температур и поверхностного трения в аэродинамическом эксперименте применяются методы, основанные на использовании жидкокристаллических (ЖК) покрытий, которые изменяют свои оптические свойства под влиянием механического сдвига и температуры. Рассматриваются жидкокристаллические составы для диагностики этих параметров, их особенности и способы применения, которые определяются исходной ориентацией молекул жидких кристаллов на поверхности и используемыми эффектами. Показаны примеры использования жидкокристаллических покрытий двух типов.

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ДЕТОНАЦИИ СМЕСЕЙ
СИНТЕЗ-ГАЗ – ВОЗДУХ**

Ждан С.А., Самсонов А.Н.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

zhdan@hydro.nsc.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований контролируемой непрерывной спиновой детонации смесей синтез-газ – воздух в кольцевых камерах сгорания типа ВРД диаметром $d_c = 306$ мм и $d_c = 503$ мм. При $d_c = 503$ мм получены многоволновые режимы непрерывной спиновой детонации с частотой вращения волн $f = 1.15 \div 3.77$ кГц и скоростью $D = 1.48 \div 1.16$ км/с. Установлено, что НСД в ТВС синтез-газ–воздух является высокочастотным процессом, существует в широком диапазоне определяющих физических и геометрических параметров и обладает эффектом геометрического подобия и масштабируемости. Представлены измеренные удельные импульсы при НСД.

**НЕКОТОРЫЕ РЕЖИМЫ ПРОТЕКАНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ
ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КАНАЛ**

Жданов И.А., Говорухин В.Н.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

bugfixer@bk.ru

Проводится численное исследование семейств частных решений стационарной задачи протекания идеальной жидкости несжимаемой через прямоугольный канал при заданных на его границах нормальной компоненте скорости. Различными методами получены нетривиальные режимы протекания с различными функциональными зависимостями. Исследуется влияние возмущений граничных условий на образование застойных зон.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

Железнякова Е.А.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва

remi.vivi@gmail.com

Рассматривается расчетно-экспериментальное определение собственных частот и форм колебаний. Полученные данные можно использовать для обеспечения надежности и работоспособности конструкций. Зная вид формы колебаний и соответствующую ей частоту, можно существенно уменьшить амплитуды вибраций, изменить собственные частоты путем введения дополнительных конструктивных элементов или замены материала. По результатам проведенных исследований можно говорить, что используемые методы дополняют друг друга и позволяют получить достоверные данные.

ВОЛНЫ РИМАНА И ГАРМОНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ В ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКАХ

Желнорович В.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

v.zhelnor@imec.msu.ru

Рассматривается система дифференциальных динамических уравнений, описывающая модели поляризующихся вязких жидкостей в электрическом поле. Такая модель может описывать, например, жидкости, представляющие собой высокодисперсную систему однодоменных ферроэлектрических (сегнетоэлектрических) частиц в жидкости-носителе. Получены точные решения исходной системы уравнений в виде волн Римана для случая, когда внутренняя энергия жидкости определена как произвольная функция массовой плотности, энтропии и диэлектрической поляризации жидкости. В рамках рассмотренной модели изучаются также гармонические электроакустические волны в жидкости. Получены дисперсионные уравнения, вычислены скорость и декремент затухания в общем случае, когда волновой вектор ориентирован произвольным образом относительно вектора напряженности постоянного электрического поля.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИПЕРБОЛИЧНОСТИ МОДЕЛЕЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Жибаедов В.Д.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Московский научно-исследовательский центр Шлюмберже

VZhibaedov@slb.com

Исследуется гиперболичность моделей двухфазных газожидкостных течений в длинных трубопроводах. Рассматриваются две модификации классической нестационарной одномерной модели двухфазного течения: модель с учётом градиента уровня жидкой фазы и модель с учётом межфазных сил давления. На основе аналитических и численных исследований в пространстве параметров, характерных для нефтегазовых течений, устанавливаются границы областей, где модели сохраняют гиперболичность.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ ВО ВРЕМЕНИ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ

Жиленко Д.Ю., Кривоносова О.Э.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

jilenko@imec.msu.ru

Рассматриваются результаты экспериментального исследования турбулентных течений вязкой несжимаемой жидкости в сферическом слое при встречном вращении границ. Переход от исходного периодического течения к турбулентности происходит под влиянием периодического изменения угловой скорости вращения внутренней сферы, угловая скорость вращения внешней сферы остается постоянной. При измерениях скорости течения лазерным анемометром обнаружены два вида перемежаемости: «хаос–хаос» и «цикл–хаос–хаос». В первом случае наблюдается произвольное чередование во времени участков со слабой и сильной турбулентностью, во втором – к указанным выше участкам добавляется ламинарное периодическое течение. Представлен метод определения границ различных участков и отличий в интенсивности турбулентности на этих участках.

АКУСТО-КОНВЕКТИВНАЯ СУШКА ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Жилин А.А.

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

г. Новосибирск

lab20@itam.nsc.ru

Изучена динамика экстракции влаги из образцов волокнисто-пористого биологического материала при акусто-конвективной (АКС) и термо-конвективной сушке (ТКС). Экспериментально показано: при ТКС наблюдается увеличение скорости экстракции влаги в образцах с продольным размещением волокон относительно набегающего потока, по сравнению с поперечным; при АКС влияние положения волокон относительно рабочего потока является не существенным; одинаковая производительность сушки достигается при температуре 52 С для ТКС и 12 С для АКС. Предложена релаксационная модель явления, при этом время релаксации при АКС составляет 8–10 мин, при ТКС 30 и 45 мин для продольного и поперечного расположения волокон.

ВЛИЯНИЕ УПРУГОГО ОТКЛИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ПОРОШКОВОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА НА РАЗМЕРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРЕССОВКИ

Жилин С.Г., Сапченко И.Г.

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре
zhilin@imim.ru

Прессованием полимерного порошка формируется выплавляемая модель, используемая для получения точной отливки. Такая модель отличается повышенной размерно-геометрической точностью, шероховатость ее поверхности определяется параметрами формообразующих частей матрицы, в которой она получена. Для получения прессовок используются различные фракции и составы полимерных порошков, определяющие отличия физико-механических свойств прессовок. Эти отличия обусловлены упругим последствием порошкового материала, подвергающегося прессованию.

АНОМАЛИИ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ДИФФУЗИИ КОНЕЧНОРАЗНОСТНЫМИ МЕТОДАМИ

Житников В.П., Шерыхалина Н.М., Поречный С.С.

Уфимский государственный авиационный технический университет
porechny@mail.ru

Рассматривается смешанная задача для одномерного уравнения диффузии. Применяются явная и неявная схемы. Для анализа погрешностей метода и округления применяется численная фильтрация конечной последовательности результатов, сравниваются результаты, полученные при нескольких длинах мантиссы машинного слова. Обнаружено явление возникновения детерминированных зависимостей погрешностей от пространственной координаты, времени и числа узлов сетки. Эмпирически построены модели источников. В соответствии с этим моделями, подтвержденными экспериментом, погрешности с течением времени могут в зависимости от условий возрастать, уменьшаться или стабилизироваться аналогично изменению энергии или массы.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРА – ТРИПОДА С САМОТОРМОЗЯЩЕЙСЯ ПЕРЕДАЧЕЙ

Жога В.В.¹, Несмиянов И.А.², Скакунов В.Н.¹, Воробьева Н.С.², Дяшкин-Титов В.В.²

Волгоградский государственный технический университет¹

Волгоградский государственный аграрный университет²

zhoga@vstu.ru

В электроприводах манипуляторов получили распространение механические передачи с самотормозящимся редуктором. В этом случае отпадает необходимость введения тормозных устройств для сохранения конфигурации манипулятора от действия внешних нагрузок при неработающем приводе. Однако свойство самоторможения может приводить к возникновению так называемого режима динамического заклинивания. При реализации режима динамического заклинивания в приводе зарождаются колебательные процессы, которые приводят к росту динамических нагрузок и потери управляемости. Получены условия наступления режима динамического заклинивания и описывается способ, позволяющий избежать его возникновения. Работа поддержана грантами РФФИ № 13-08-00387а, 15-01-04577а.

О СТРУКТУРЕ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Жуков А.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
az@imec.msu.ru

На основе обобщения теории смачивания численно решена задача о структуре плоской межфазной поверхности на границе раздела суспензии магнитных частиц с водой во внешнем магнитном поле. Определена анизотропия и зависимость компонент тензора поверхностных натяжений от напряженности поля. Работа поддержана РФФИ (гранты №№ 13-01-00035 и 14-01-00056).

КОМБИНИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПОСАДКОЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «ЛУНА-ГЛОБ»

Жуков Б.И.¹, Лихачев В.Н.², Сихарулидзе Ю.Г.¹, Трифонов О.В.¹, Федотов В.П.²,

Ярошевский В.С.¹

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН¹, г. Москва

Научно-производственное объединение ПО им. С.А. Лавочкина², г. Химки

juk@kiam1.rssi.ru

Разработана математическая модель посадочного модуля КА «Луна-Глоб», который должен совершить посадку в заданном районе южного полюса Луны. Модель включает уравнения полного движения, алгоритмы управления движением центра масс и алгоритмы стабилизации углового движения, бортовую измерительную систему и навигационные алгоритмы. Анализируется траектория посадки от схода с предпосадочной орбиты до прилунения. Создан комбинированный алгоритм, использующий методы терминального и программного управления. Описан моделирующий комплекс, включающий сеть компьютеров и бортовых приборов, который позволяет верифицировать бортовые алгоритмы и визуализировать процесс посадки в реальном времени.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРА ЛЕСНОЙ МАШИНЫ

Журавлев Е.А., Багаутдинов И.Н.

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

ZhuravlevEA@marstu.net

На основе уравнений Лагранжа и моделей технической гидравлики построено математическое описание динамики трехзвенного гидроманипулятора лесной машины с упругим объектом транспортировки. Упругие перемещения объекта аппроксимируются низшей формой его свободных колебаний. Для эффективного вычисления матрицы инерции механизма вместе с объектом транспортировки её элементы выражались в виде линейных комбинаций семи независимых тригонометрических функций обобщенных координат. В уравнениях динамики гидродвигателя каждого звена, и управляющего им распределителя учитывалась сжимаемость рабочей жидкости. Получена численная реализация модели; обсуждаются результаты расчетов.

ФОРМИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ДЕТОНАЦИИ В ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ПОТОКЕ ГОРЮЧЕЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ БЕЗ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ

Журавская Т.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

zhuravskaya@imec.msu.ru

В рамках детальной кинетики химического взаимодействия численно исследована возможность формирования без затрат энергии стабилизированного детонационного горения стехиометрической водородно-воздушной смеси, поступающей со сверхзвуковой скоростью в плоский канал специальной формы. Определены геометрические характеристики плоского канала с сужением, обеспечивающие стабилизацию сформированной волны детонации без подвода энергии. Исследована устойчивость стабилизации волны. Для некоторых значений числа Маха входящего потока предложен способ построения формы плоского канала, в котором без затрат энергии происходит инициирование и стабилизация детонационного горения.

ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В ВОДОНАСЫЩЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Журов А.А.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

andrewzhurov@yandex.ru

Проведено экспериментальное исследование поведения ударных волн в насыщенных пористых средах. Для проведения эксперимента использовалась установка типа «Ударная труба», оснащенная секцией насыпных сред (СНС). Для регистрации давления использовались пьезоэлектрические датчики и плата L-card, состоящая из усилителя заряда и АЦП. Проведена работа по усовершенствованию методики насыщения водой пористого образца, позволяющая равномерно заполнить СНС песком необходимой концентрации. Благодаря данной методике достоверно выявлен участок, при котором увеличение водной фазы существенно улучшает прохождение ударной волны.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СКЛОНОВЫХ ПОТОКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Зайко Ю.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

juliazaiko@yandex.ru

Проведено моделирование поведения склоновых потоков, движущихся под действием силы тяжести по длинному однородному склону и вовлекающих в движение материал склона. Численно исследовано движение склоновых потоков различной реологической природы (степенная жидкость, модели Хершеля–Балкли и Кросса) при различных углах уклона склона. Для модели Хершеля–Балкли исследовано влияние предела текучести. Получено, что для всех моделей профили скорости вблизи дна имеют участок, близкий к линейному, скорость в потоке растет. При наличии захвата материала дна на больших временах с момента начала захвата скорость потока растет линейно, то есть скорость захвата постоянна.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ И УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА К ЛОКАЛИЗОВАННОМУ РАЗРУШЕНИЮ МЕДЯНИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ ПРИ КВАЗИСТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Зайцев А.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

zav@pstu.ru

Определены закономерности эволюции ансамблей дефектов в медянистых песчаниках Брезниковско–Соликамского района при немономонном трехосном нагружении, реализованы равновесные состояния геоматериалов, соответствующие ниспадающим участкам диаграмм с отрицательной кривизной. Обосновано существование независимой от вида напряженно-деформированного состояния и истории трехосного нагружения нелокальной константы критической поврежденности, определяющей переход от стадии дисперсного разрушения к локализованному. Сформулированы нелокальные критерии, устанавливающие однозначную количественную связь между степенью связности разрушенных зерен и характером механического поведения повреждаемого песчаника. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ–Урал № 14-01-96029.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ ОБОЛОЧКИ С ГЕРМЕТИЧНЫМ СЛОЕМ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Зайцев В.Н., Мартыросов М.И.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

vnzaicev@mail.ru

Рассматривается композитная оболочка с герметичным слоем под действием динамической нагрузки. Оболочка представляла собой цилиндрическую обечайку с эллиптическими днищами. Требовалось определить ее напряженное и деформированное состояние при динамическом нагружении. Аналитическое решение для такой задачи получить невозможно, поэтому используется численный метод. Определены наиболее нагруженные слои и зоны действия максимальных напряжений. Получен закон изменения напряжений и перемещений во времени. Оценивалось влияние герметичного слоя и композитных слоев на напряженное состояние оболочки.

К ТЕОРИИ НЕАВТОНОМНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ТРЕНИЕМ НАСЛЕДСТВЕННОГО ТИПА

Зайцев М.В.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

mvz1987@mail.ru

Изучается динамика вибрационной системы с учётом сил трения наследственного типа и периодического внешнего воздействия на один из объектов системы. Бифуркационный подход изучения динамики позволил выявить основные перестройки периодических и стохастических режимов движения в зависимости от параметров системы (амплитуда и частота периодического воздействия и формы функциональной зависимости, описывающей изменение величины коэффициента трения относительного покоя).

К ВОПРОСУ О СОКРАЩЕНИИ РАЗМЕРНОСТИ В УРАВНЕНИЯХ ГИДРОДИНАМИКИ

Зайцев М.Л.¹, Аккерман В.Б.²

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН¹, г. Москва

Университет Западной Вирджинии², Моргантаун, США

mlzaytsev@mail.ru

Показано, что любая переопределенная независимым уравнением связи система дифференциальных уравнений может быть понижена в размерности, что делает эту систему привлекательной для расчетов. В частности, вместо трехмерных систем уравнений можно решать двухмерные, одномерные и т. д. Найдено достаточное условие для независимости уравнения связи. Данный подход можно применять для поиска и аналитических решений переопределенных систем дифференциальных уравнений.

РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ АЛГОРИТМА МАК-КОРМАКА В ЗАДАЧАХ НЕЛИНЕЙНОЙ АКУСТИКИ

Закиров А.Н., Осипов П.П., Губайдуллин Д.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

adel.zakirov@gmail.com

Рассмотрена задача о возникновении акустических течений в плоском резонаторе с заданными длиной и шириной. Течение газа описано системой уравнений в консервативном виде. Для построения численного решения использована схема Мак-Кормака, имеющая второй порядок точности по пространству и времени. Схема экономична, поскольку не содержит вычисления якобианов. Основным недостатком схемы является немонокотонность в областях с большими градиентами давления, что приводит к появлению нефизических осцилляций за скачком. Вычисления проводились на 8-ми ядерном процессоре Inter® Core™ i7-3770 CPU @ 3.40 GHz. Проведен анализ полученных результатов.

ИСТЕЧЕНИЕ ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ ИЗ НАСАДКИ

Закиров А.Х.

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент

asqar_z@mail.ru

Рассматривается установившееся течение струи идеальной несжимаемой жидкости из цилиндрической насадки, присоединенной к отверстию в вертикальной стенке. Методами теории аналитических функций получено точное решение плоской задачи. Приведены расчетные формулы для формы свободной поверхности, ширины струи в бесконечности, а также выражения для определения связи между геометрическими и гидродинамическими характеристиками струи и параметрами в верхней полуплоскости.

КОНТАКТНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОРТОТРОПНОГО ТЕЛА

Замулина Т.Г.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

zamtiana_z30@mail.ru

Рассмотрены статические пространственные контактные задачи с неизвестной областью контакта для ортотропного полупространства. В ядре интегрального уравнения удалось освободиться от квадратур. Для эллиптического штампа с полиномиальным основанием получено точное решение. Для пирамидального штампа построено численное решение при помощи метода Галанова. Сделаны расчеты механических характеристик для ряда известных материалов, проявляющих ортотропные свойства.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВЕРХЗВУКОВОЙ ПОТОК В КАНАЛЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Замураев В.П., Калинина А.П.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск
zamuraev@itam.nsc.ru*

Исследуется влияние на ударно-волновую структуру сверхзвукового течения в канале переменного сечения приповерхностных и поперечных импульсов энергии, а также плотной втекающей через щель газовой струи. Рассматриваются как одиночное, так и совместное действие источников. При отсутствии у источников энергии отрицательной обратной связи по давлению в канале в основном наблюдается либо режим с локализацией среднего положения фронта ударной волны вблизи источников, либо в сопле. Исследуется связь условий формирования режимов с критериями подобия.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМИ РЯДАМИ МНОГОМЕРНЫХ ТЕЧЕНИЙ СЖИМАЕМОГО ВЯЗКОГО ТЕПЛОПРОВОДНОГО ГАЗА

Замыслов В.Е., Габдулхаев В.Ф., Зорина О.Д., Козлов П.А., Скачков П.П.

*Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург
vzamislov@usurt.ru*

В качестве модели для описания одномерных и многомерных течений газа взята полная система уравнений Навье–Стокса, в которой независимыми термодинамическими параметрами считаются удельный объем и давление. Решения различных начально-краевых задач представлены в виде бесконечных рядов гармоник, зависящих от пространственных переменных. Коэффициенты перед гармониками суть искомые функции от времени. Для них получены бесконечные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Доказаны теоремы о кратных частотах, с помощью которых математически обоснованы правила образования обертонов в музыке.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТРЫВА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ПРИ ВЛИЯНИИ МАЛЫХ ВИХРЕВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Занин Б.Ю.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск
zanin@itam.nsc.ru*

Представлены результаты экспериментальных исследований обтекания модели прямого крыла в малотурбулентной аэродинамической трубе при малых числах Рейнольдса. Изучалось влияние турбулентного следа, создаваемого тонкой нитью, на структуру пограничного слоя на поверхности модели. Выполнены визуализация картины течения в пограничном слое и термоанемометрические измерения скорости потока, амплитуды и частотного состава пульсаций. Показано, что след существенно изменяет картину течения в пограничном слое: исчезает отрывной пузырь, и появляются продольные структуры. При закритических углах атаки, когда на крыле происходит срыв, влияние следа приводит к устранению срыва и присоединению потока.

СТРУКТУРА ВИХРЕВОГО ТЕЧЕНИЯ В ЗОНЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СВЕРХЗВУКОВОГО ОТРЫВНОГО ПОТОКА В УГЛЕ СЖАТИЯ

Запрягаев В.И., Кавун И.Н.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск
zapr@itam.nsc.ru*

Представлены результаты исследования трёхмерной структуры течения в зоне присоединения при сверхзвуковом ламинарном отрыве в угле сжатия. Число Маха набегающего потока $M=6$. Результаты численного расчёта соответствуют данным эксперимента. Показано существование продольных парных вихрей Жину в зоне присоединения отрывного потока. Предложена гипотеза образования продольных вихрей в зоне присоединения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИЙ И РЕЗОНАНСОВ В БЛОЧНОЙ СТРУКТУРЕ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ ПРИ РАЗВИТИИ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ СРЕДЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА

Зарецкая М.В.

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар
zarmv@mail.ru*

Рассматриваются методы исследования сред и материалов, дефектная структура которых изменяется в несколько этапов с течением времени, что может привести к разрушению. Условия локализации волнового процесса и возникновения резонанса в возникающей блочной структуре определяются с применением топологического аппарата теории природных вирусов. Предложено для исследования дефектной структуры на каждом этапе ее развития, определения условий локализации и возникновения резонанса применять более простые методы: метод блочного элемента и теорию «вирусов вибропрочности». Для частных случаев определены резонансные частоты, которые позволяют выявить параметры стабилизации либо разрушения структуры.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПОЛУЗАКРЫТОМ КАНАЛЕ

Зарипов Д.И.

Казанский научный центр РАН

zaripov.d.i@mail.ru

В рамках задачи об установившихся осциллирующих колебаниях в полузакрытом канале исследовано влияние свойств конечно-разностных схем интегрирования первого и второго порядков на амплитудно-частотную характеристику колебаний давления. На примере схемы Лакса–Вендроффа показано, что применение схемы второго порядка точности обеспечивает приемлемую для инженерных приложений погрешность прогнозирования амплитуд и резонансных частот установившихся стоячих волн. Показано, что использование схемы первого порядка точности занижает амплитуду высокочастотных пульсаций по отношению к опытным данным, а применение TVD-схемы приводит к погрешности предсказания резонансных частот.

ДИНАМИКА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Зарипов Д.М.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

damir@anrb.ru

Рассмотрено напряженно-деформированное положение подземного магистрального трубопровода под действием сейсмических волн землетрясения. В качестве исходных данных использованы сейсмограммы реальных землетрясений. Действие сейсмических импульсов на магистральный трубопровод рассматривается как последовательность ударов. Решены уравнения движения трубопровода, с помощью преобразования Лапласа по времени. Приведены графики изменения напряжений в зависимости от силы землетрясения в баллах. Определены предельные значения магнитуды сейсмических волн землетрясения для магистрального трубопровода.

К ЗАДАЧЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ С СУХИМ И ВЯЗКИМ ТРЕНИЕМ

Зароднюк А.В., Черкасов О.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

oyuche@yandex.ru

Исследуются задачи максимизации горизонтальной дальности и быстродействия для материальной точки, движущейся в однородном поле сил тяжести под действием сухого и вязкого трения. С помощью принципа максимума Понтрягина задача оптимального управления сводится к краевой задаче для системы двух нелинейных дифференциальных уравнений. Качественный анализ решений полученной системы позволяет установить неизвестные ранее характерные свойства оптимальных траекторий, в частности, возникновение квазистационарного участка движения при наличии вязкого трения. Проведенный анализ проиллюстрирован численным моделированием. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-08-01130.

БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «СПЕКТР-Р»

Заславский Г.С.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

zaslav@kiam1.rssi.ru

Космический аппарат Спектр-Р (проект «РадиоАстрон») выведен в июле 2011 года на своеобразную эволюционирующую под воздействием гравитации Луны и нецентрального поля тяготения Земли орбиту полета относительно геоида. Период этой орбиты превосходит 8 суток. Основной задачей баллистического обеспечения полета КА является разработка предложений по схеме каждой предстоящей коррекции его траектории и расчет конкретных параметров этого маневра. При этом в течение предполагаемого активного полета КА для всей трубки возможных траекторий должны выполняться условия по времени баллистического существования и времени затенения его Землей (Луной) на каждом витке, которое не может превосходить заданного значения (около 2-х часов). Представлены характеристики траектории полета КА, результаты исполненной ранее первой коррекции траектории КА и предложения по схеме и числовым характеристикам предстоящей в 2016 году коррекции, которую необходимо реализовать, чтобы избежать неблагоприятного (длительностью более 5 часов) затенения КА Землей в январе 2017 года и отодвинуть его на более поздний срок. Во всех расчетах предполагалось, что должно быть обеспечено баллистическое существование КА в течение не менее 5 лет после коррекции.

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ВИБРОРОБОТА В СРЕДЕ С СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Захарова О.С., Егоров А.Г., Нуриев А.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

zakharovaos.mex@gmail.com

Изучается прямолинейное движение виброробота – двухмассовой системы, состоящей из корпуса и подвижной внутренней массы, в среде с сопротивлением. Направленное энергетически оптимальное движение системы обеспечивается выбором эффективного периодического закона движения внутренней массы на основе решения задачи оптимизации. Проводится анализ энергетически оптимальных режимов движения, полученных для различных квазистационарных законов сопротивления и сил гидродинамического сопротивления движению тела в вязкой жидкости. Верификация оптимальных режимов проводится посредством численного моделирования движения виброробота в вязкой жидкости.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРЫВА В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS AUTODYN

Захарова Ю.В.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск
yulia12@ngs.ru*

Представлены результаты численного моделирования взрыва в закрытом помещении. Моделирование взрыва проведено с помощью программного комплекса ANSYS AUTODYN. Основной целью работы является исследование ударно-волновой структуры, возникающей вследствие взрыва, и оценка ее влияния на окружающие внутренние структурные элементы. Численное моделирование проведено при нормальных атмосферных условиях с варьированием массы заряда и геометрии внутреннего помещения. Полученные результаты расчета верифицированы с расчетными и экспериментальными данными, имеющимися в литературе.

СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТНОМУ РАЗРУШЕНИЮ И ДИССИПАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В МАТЕРИАЛАХ

Захарченко К.В.¹, Капустин В.И.²

*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск
Новосибирский государственный технический университет²
Zaharchenkov@mail.ru*

Обсуждается методика, позволяющая исследовать процессы неравновесного деформирования при периодическом нагружении и определять предельные напряжения цикла, при которых активизируются диссипативные процессы в материалах. Предельное состояние определяли по изменению напряженно-деформированного состояния, температуры диссипативного разогрева, морфологии поверхности, фазового состава материала рабочей части образца. Методика апробирована на конструкционных металлических сплавах Д16АТ, 1163, В95, В-1461, 40Х. Показано, что периодическое деформирование может активизировать диссипативные процессы в поверхностном слое и в объеме образца.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С УЧЕТОМ ВОЗМУЩЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ РАБОТОЙ БОРТОВЫХ СИСТЕМ

Захваткин М.В., Степаньянц В.А., Боровин Г.К.

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва
zakhvatkin@iam1.rssi.ru*

Исследована задача определения и прогнозирования параметров движения современных российских космических аппаратов (КА) научного назначения, предъявляющих высокие требования к точности баллистико-навигационного обеспечения. Изложена методика совместной обработки внешнетраекторных и бортовых измерений, позволяющая повысить точность определения параметров негравитационных возмущений от светового давления и работы двигательных установок. Представлен алгоритм прогнозирования движения, учитывающий возмущения от разгрузок накапливаемого кинетического момента. Эффективность решения поставленной задачи демонстрируется на реальных данных КА «Спектр-Р».

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СУБМЕЗОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ МОРЯ

Зацепин А.Г., Елкин Д.Н., Соловьев Д.М.

*Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, г. Москва
zatsepin@ocean.ru*

Описан феномен субмезомасштабных вихрей в прибрежной зоне моря и представлены результаты лабораторных исследований двух возможных механизмов их образования на в прибрежной зоне моря: 1) вихреобразования за счет сдвиговой неустойчивости вдольберегового течения; 2) вихреобразования при обтекании мысов и полуостровов. Установлено, что вращение Земли (лабораторной платформы) делает асимметричными условия образования вихрей циклонического и антициклонического знака. Так, во вращающейся жидкости благодаря сдвиговой неустойчивости вдоль берегового течения образуются в основном циклоны, и, наоборот, при обтекании мысов и полуостровов образуются преимущественно антициклоны. Результаты экспериментов успешно использованы для интерпретации натурных (в том числе, спутниковых) наблюдений за вихрями на шельфе в северо-восточной части Черного моря.

ОБТЕКАНИЕ КРЫЛА ПРИ НИЗКИХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА – НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Зверков И.Д.¹, Коновалов И.С.^{1,2}, Крюков А.В.¹

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск
Новосибирский государственный технический университет²
kryukov@itam.nsc.ru*

Рассматривается проблема обтекания крыла малоразмерного летательного аппарата с точки зрения фундаментальных явлений, описанием которых, занимается раздел механики жидкости газа и плазмы. Это проблема локального отрыва пограничного слоя

(отрывные пузыри) и срыва потока с передней кромки крыла, при котором меняется вся глобальная структура обтекания. Детально рассматривается метод устранения отрыва с помощью волнистой поверхности, как наиболее перспективный и легко реализуемый на практике. В заключительной части приводятся классы летательных аппаратов, для которых применение волнистой поверхности на крыльях и лопастях является целесообразным.

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ЭНЕРГОРАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА: (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Здитовец А.Г., Виноградов Ю.А., Стронгин М.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

zditovets@mail.ru

Приводятся результаты экспериментального исследования газодинамического метода энергоразделения воздушных потоков, предложенного академиком Леонтьевым. Энергоразделение происходит в устройстве типа теплообменный аппарат «труба в трубе», с той особенностью, что по внутреннему каналу поток движется со сверхзвуковой скоростью, а по внешнему - с дозвуковой скоростью. При этом на входе в устройство потоки имеют одинаковую температуру торможения. В экспериментах варьировалась массовая доля дозвукового потока. Во всех случаях зафиксировано снижение температуры торможения потока на выходе из дозвукового канала (относительно начальной), и повышение ее у потока, покидающего сверхзвуковой канал.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ С МАЯТНИКАМИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕЁ УСКОРЕНИЯ

Зегжда С.А., Шатров Е.А.

Санкт-Петербургский государственный университет

egorshatroff@yandex.ru

Новый подход к задаче о гашении колебаний тележки с маятниками основан на том, что изначально ищется не управляющая сила, приложенная к тележке, а то её ускорение, при котором она за заданное время пройдет заданный путь при отсутствии скоростей и ускорений у точек системы в начале и в конце пути. Определив это ускорение на основе обобщенного принципа Гаусса, найдем и искомую управляющую силу. Этот подход проще обычного, так как не связан с переходом к главным координатам. Эффективен он за счет минимизации интеграла от квадрата ускорения тележки за время её перемещения. Маятники при этом колеблются меньше, чем при обычном подходе, когда минимизируется интеграл от квадрата управляющей силы.

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ КОНТИНУАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ДИСЛОКАЦИЙ

Зеленина А.А.¹, Зубов Л.М.²

Ростовский государственный университет путей сообщения¹

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

a.zelenina@gmail.com

Представлены новые точные решения краевых задач нелинейной теории упругости для тел, содержащих дислокации, распределенные с заданной тензорной плотностью. Построены точные и универсальные в классе изотропных несжимаемых материалов решения задач о больших деформациях растяжения, изгиба и кручения упругих тел с распределенными дислокациями. Найден ряд явных сферически симметричных решений нелинейной теории дислокаций. Выявлены различные нелинейные эффекты, обусловленные влиянием распределенных дислокаций на деформирование упругих сред. Обнаружено и исследовано явление квазитвердых состояний упругого тела с распределенными дислокациями.

ВВЕДЕНИЕ В МЕХАНИКУ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Зеленский А.С., Юмашев М.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

yumashevnikhail@gmail.com

Когда произносятся слова «математика», «физика», «химия», вопросов почти ни у кого не возникает. А «механика» – слово многозначное. Механика в университете – это математическое моделирование широкого класса явлений окружающего мира средствами классической механики Ньютона. Обсуждаются вопросы информационной поддержки студентов отделения механики и популяризации специальности механика среди школьников.

О КОРРЕКТНОСТИ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ НЕУСТОЙЧИВОСТИ СКОЛЬЗЯЩЕГО ТЕРМОФРИКЦИОННОГО КОНТАКТА

Зеленцов В.Б., Митрин Б.И., Айзикович С.М., Селезнев Н.М.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

bmitrin@dstu.edu.ru

Проводится сравнительный анализ точных решений задачи о скользящем термофрикционном контакте в квазистатической и в динамической постановке, определяются области неустойчивости решений задач и соотношения между ними. Решение задачи построено в виде контурных квадратур обратного интегрального преобразования Лапласа, после вычисления которых решение записывается в виде функциональных рядов по собственным функциям. Изучаются термомеханические свойства решений рассматриваемых задач. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 14-08-91166-ГФЕН_а, 13-08-01435-а, 14-07-00271-а, 15-07-05208-а. Айзикович С.М. благодарит Минобрнауки РФ за поддержку в рамках госработы «Организация проведения научных исследований» Госзадания.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНТЕНСИВНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ КАНАЛЬНО-УГЛОВОМ ПРЕССОВАНИИ

Зелепугин С.А.

Томский научный центр СО РАН, г. Томск

szel@yandex.ru

Численно в двух- и трехмерной постановках исследован процесс интенсивного пластического деформирования металлических образцов при динамическом канально-угловом прессовании (ДКУП) для различных схем нагружения: инерционной, динамической, динамической с пуансоном и двухпоршневой. Расчеты проведены методом конечных элементов в рамках повреждаемой упругопластической среды. Определены эффективные значения начальной скорости образца и действующего на образец давления. Выявлено существенное влияние наклонной площадки в области пересечения каналов на процесс деформирования образца. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-03-00666 и 13-08-98104.

ЭФФЕКТ «ТЕПЛОВОГО ПОРШНЯ» В ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ТЕРМОУПРУГОСТИ ДЛЯ ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СРЕД

Зимин Б.А.¹, Судьенков Ю.В.², Свентицкая В.Е.²

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт Петербург

Санкт-Петербургский государственный университет²

vsvent@yandex.ru

В теплопроводящих средах тепло переносится свободными электронами. Генерация упругих волн при движении теплового потока за счёт электронного переноса может быть ассоциирована с гидродинамической задачей о движении «теплового» поршня. Для учёта влияния «теплового» поршня использовалась техника нахождения волновых полей в областях с подвижными границами. Такой расчёт позволил написать асимптотику для растягивающих напряжений при нагружении полупространства лазерным импульсом. Данное решение совпадает с характером поведения экспериментальных результатов, полученных при импульсном лазерном облучении теплопроводящих материалов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСКРЫТИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Зимин В.Н., Крылов А.В., Чурилин С.А.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

zimin@bmstu.ru

По мере увеличения габаритных размеров космических конструкций серьёзным конструктивным ограничением становится необходимость их размещения под обтекателем ракет-носителей. Поэтому проблема создания таких систем на орбите сводится к разработке трансформируемых конструкций. Рассматривается вариант трансформируемых конструкций, состоящих из большого количества однотипных элементов. Для численного анализа раскрытия подобных конструкций используются современные пакеты моделирования динамики многокомпонентных механических систем. Для анализа напряжённо-деформированного состояния элементов трансформируемых конструкций построены расчётные конечно-элементные модели.

БОЛЬШИЕ ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБА СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНОГО БРУСА ИЗ МАТЕРИАЛА БАРТЕНЕВА-ХАЗАНОВИЧА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМ СЛОЕМ

Зингерман К.М.

Тверской государственный университет

zingerman@rambler.ru

Исследовано точное аналитическое решение задачи об изгибе составного бруса из несжимаемых нелинейно-упругих материалов, содержащего предварительно напряженный слой. Решение получено для случая, когда свойства материала описываются потенциалом Бартенева-Хазановича. При постановке и решении задачи используется теория наложения больших деформаций. Решение задачи обобщает известное универсальное решение для однородного бруса из изотропного несжимаемого материала. Выявлены существенные нелинейные эффекты, в частности, немонотонная зависимость изгибающего момента от относительного угла поворота поперечных сечений бруса.

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЛЫХ МИКРОСФЕРИЧЕСКИХ МЕМБРАН ПО ОТНОШЕНИЮ К ГЕЛИЮ

**Зиновьев В.Н.¹, Казанин И.В.¹, Верещагин А.С.¹, Лебига В.А.¹, Пак А.Ю.¹, Фомин В.М.¹,
Аншиц А.Г.², Фоменко Е.Н.²**

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Институт химии и химической технологии СО РАН², г. Красноярск

zinoviev@itam.nsc.ru

Исследование полых стеклянных микросфер и ценосфер зол уноса показало, что эти сорбенты являются проницаемыми для гелия и непроницаемыми для воздуха и метана. Установлено, что наличие сопутствующего газа практически не влияет на процессы

сорбции и десорбции гелия сорбентами. Показано подобие сорбционных и десорбционных процессов, темпы которых определяются перепадом давления гелия вне и внутри полых микрочастиц. Ценосферы продемонстрировали высокую эффективность в качестве мембран для селективного извлечения гелия. При этом гелиевая проницаемость ценосфер прошедших термическую обработку превышает соответствующую характеристику для синтетических микросфер примерно на два порядка.

АНАЛИЗ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ЧЕРЕЗ СТЕНКИ СОСУДОВ ПРИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ

Знаменская И.А.¹, Большухин М.А.², Коротева Е.Ю.¹, Фомичев В.И.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

ОКБМ «Африкантов»², г. Нижний Новгород

znamen@phys.msu.ru

Показано, что через ИК прозрачную стенку сосуда с движущейся жидкостью при тепловизионном исследовании с частотой съемки от 100 Гц могут быть получены пульсационные, спектральные характеристики турбулентного пограничного слоя жидкости. Через ИК непрозрачную стенку сосуда с движущейся жидкостью при тепловизионном исследовании могут быть получены пространственно-временные, частотные, спектральные характеристики тепловых потоков, инициируемых турбулентным пограничным слоем жидкости в материале, и зависящие от толщины и материала стенки. Метод позволяет измерять и анализировать тепловые поля турбулентного пограничного слоя жидкости через стенку сосуда, а также получать количественные данные о толщине и материале стенок.

ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА, КОНТАКТИРУЮЩЕГО С ВЯЗКО-УПРУГОЙ ШЕРОХОВАТОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Зобова А.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

azobova@mech.math.msu.su

Рассматривается динамика абсолютно твердого тела, взаимодействующего с горизонтальной вязко-упругой плоскостью. Контакт между телом и плоскостью может проходить по пятну ненулевой площади. Форма пятна контакта зависит от координат и скорости центра масс, ориентации и угловой скорости тела. В каждой инфинитезимальной области пятна контакта возникают силы двух типов: вертикальная вязко-упругая сила и сила сухого трения, определяемая законом Амонтона–Кулона. Излагается аналитический метод исследования удара и движения вдоль плоскости однородного шара. Проведено сравнение точности аппроксимаций сил и моментов с полной численной постановкой.

ФОРМИРОВАНИЕ БИКОМПОНЕНТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ПРИ РАСПЫЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОЛОЧЕК НИКЕЛЯ И МЕДИ

Зольников К.П.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

kost@ispms.tsc.ru

Проведено молекулярно-динамическое моделирование особенностей формирования бикомпонентных наночастиц при синхронном диспергировании медной и никелевой проволок. Для описания межатомного взаимодействия использованы потенциалы, рассчитанные в приближении метода погруженного атома. Показано, что в результате синхронного электрического диспергирования металлических проволок можно формировать бикомпонентные наночастицы, имеющие блочную структуру. Варьируя расстояние между проволоками, можно управлять процессом диспергирования и структурой формируемых бикомпонентных наночастиц.

УДАРОЗАЩИТНЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ УПРУГИХ ШАРНИРОВ С ЗАДАНЫМИ УГЛОВЫМИ СИЛОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Зотов А.Н.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

a-zot2@yandex.ru

Исследуется проблема применения упругих шарниров с заданными угловыми силовыми характеристиками. Данные шарниры могут быть получены на основе упругих элементов, в частности, пружин, перемещающихся между угловыми направляющими необходимой формы, которые рассчитываются из условия обеспечения заданного восстанавливающего момента. Такие шарниры предлагается использовать для создания ударозащитных стержневых систем с большим рабочим ходом и требуемой линейной силовой характеристикой, которые можно применять в самых разнообразных областях техники.

ДИСКРЕТНО-АТОМИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУПРУГИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ В МОДЕЛЯХ ОБОБЩЕННЫХ КОНТИНУУМОВ

Зубко И.Ю., Кочуров В.И., Остапович К.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

zoubko@list.ru

Применяется дискретно-атомистический метод теоретической оценки параметров обобщенных моделей однофазных упругих сред с бездефектным кристаллическим строением в широком диапазоне температур и размеров образцов. Отсчетная конфигурация кристалла определяется из условия минимума полной потенциальной энергии. При расчете упругих модулей первого порядка

на нее накладываются деформации, соответствующие однородному аффинору. Для расчета упругих модулей второго порядка, связанных с введением тензора кривизны-кручения, накладываются искажения, приводящие к конфигурации с материальными линиями постоянной кривизны и кручения. Принимается, что в искаженной конфигурации плотности потенциальной энергии дискретной системы атомов и упругого континуума совпадают, и вычисляются упругие модули первого и второго порядков. Для анализа свойств металлов используется предложенная авторами модификация метода погруженного атома, для графена – много-частичный потенциал, учитывающий геометрию sp²-гибридизированной оболочки углерода. Для идентификации параметров потенциалов используются упругие модули первого порядка в симметричной постановке. При оценке упругих свойств графена учитываются внутренние смещения атомов его подрешеток. Для исследования термоупругих модулей используется метод контроля температуры в статическом подходе, основанный на вычислительно-статистической имитации теплового движения атомов как гармонических осцилляторов за счет генерации «замороженных» возмущенных конфигураций решетки с фиксированной амплитудой случайных смещений атомов и осреднения механических свойств по большому набору таких конфигураций. Температура вводится пропорциональной квадрату амплитуды, коэффициент пропорциональности рассматривается как параметр материала, требующий идентификации. Построены зависимости упругих модулей первого и второго порядка от амплитуды тепловых колебаний атомов. Для металлов с кубической решеткой показано, что тензор линейно-упругих модулей первого порядка остается симметричным при любой температуре. Найденные для графена значения коэффициента Пуассона и модуля Юнга при некоторой ненулевой температуре показали наилучшее соответствие экспериментальным значениям по сравнению со всеми известными теоретическими оценками других авторов. Показано, что с ростом температуры для графена симметрия тензора линейно упругих модулей первого порядка. Тензоры упругих модулей второго порядка во всех случаях несимметричны. Все упругие модули зависят от размеров образца. Работа выполнена в рамках задания № 2014/152 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части госзадания Минобрнауки РФ (код проекта – 1911).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ПЛОСКИХ ЗАДАЧАХ

Зубчанинов В.Г., Алексеев А.А.

Тверской государственный технический университет

alexeew@bk.ru

Представлены основные уравнения теории процессов пластического деформирования материалов в плоских задачах и ее математической модели, учитывающие обобщенный эффект Баушингера при сложном нагружении. Используется численный метод Рунге–Кутты четвертого порядка точности для решения уравнений. Для оценки достоверности модели результаты расчета сопоставлены с результатами эксперимента на автоматизированном испытательном комплексе СН-ЭВМ.

ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ ГОМОГЕННОГО ГОРЕНИЯ В ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРУЕ

Зудов В.Н., Третьяков П.К., Тупикин А.В.

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

г. Новосибирск

zudov@itam.nsc.ru

Проведены экспериментальные исследования воздействия сфокусированного импульсно-периодического излучения СО₂-лазера на формирование и развитие процесса горения в сверхзвуковом потоке гомогенных метано-воздушных смесей. Результаты спектроскопической регистрации свидетельствуют о принципиальной возможности инициирования горения оптическим разрядом. Сформулированы условия необходимые для стабилизации горения.

О ДИНАМИКЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ СРЕД С РАЗУПРОЧНЕНИЕМ: ТЕОРИЯ И ЗАДАЧИ

Зуев В.В., Шмелева А.Г., Наумов В.В.

Московский государственный университет приборостроения и информатики

mgupi@mail.ru

С учетом предложенных ранее в пространстве деформаций определяющих соотношений приведена полная система уравнений для описания динамических процессов в пластических средах. Особое внимание уделено разупрочнению. Предложены обобщения ряда моделей теории пластичности. Созданы прикладные программы, позволяющие рассматривать разнообразные варианты динамического нагружения, выбирать материалы и структуру тел, задавать различные начальные и граничные условия, представлять любые кинематические и динамические величины в графическом виде, наглядно показывать динамику областей пластичности и разрушения. Решены разнообразные практически важные динамические задачи в осесимметричной и плоской постановках.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЫ

Зуев Л.Б.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

lbz@ispms.tsc.ru

Рассмотрена автоволновая модель развития локализованной пластической деформации в деформируемых средах. Установлено, что четыре типа картин локализованного пластического течения (паттернов) однозначно соответствуют стадиям пластического течения. Найден инвариант, связывающий характеристики упругой и пластической деформации, и показано, что из него могут быть выведены основные законы, количественно характеризующие локализованное пластическое течение. Проанализирована связь автоволновой модели деформации с дислокационными механизмами деформационного упрочнения материалов. Рассмотрено приложение автоволновых представлений к решению проблемы разрушения заготовок при прокатке циркониевого сплава.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА ИЗ УЛОЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Зыков А.В., Субботин А.В.

ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева», г. Королев

zyvaldrvich@gmail.com

Рассматривается модель выпуска полотна солнечного паруса, в рамках которой парус представляется в виде четырех выпускаемых тросов. На начальном этапе разворачивания при учете центральной симметрии конструкционного расположения катушек с тросами моделируется выпуск одного из тросов в предположении, что все остальные тросы выпускаются синхронно и система управления выпуском обеспечивает динамическую симметрию процесса. Приводятся результаты численного моделирования, проведенного в случае, когда трос представляется в виде совокупности материальных точек, последовательно соединенных невесомыми нерастяжимыми нитями, и в виде невесомой нерастяжимой нити с весоым грузом на свободном конце.

СТРУКТУРА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИКЕЛИДА ТИТАНА

Ибрагимов Р. Ш.

Киргизский национальный университет им. Жусупа Баласагына, г. Бишкек, Киргизия

rahman.ibragimov.sh@gmail.com

Целью работы является изучение изменения структурного состояния и физико-механических свойств образцов из никелида титана, деформируемых волочением при комнатной температуре, в зависимости от температуры отжига. Определены температуры рекристаллизации при отжиге. Изучены изменения удельного электросопротивления в зависимости от температуры отжига. Получены механические свойства при испытаниях на растяжение и изгиб. Построены термомеханические диаграммы никелида титана при изгибе в зависимости от температуры отжига. Величина реактивного момента, генерируемого изогнутым образцом, определяется температурой его отжига и заданной остаточной кривизной.

ВОЗБУЖДЕНИЕ МОД НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО ТЕЧЕНИЯ СКОЛЬЗЯЩЕГО КРЫЛА ВИБРАЦИЯМИ ПОВЕРХНОСТИ И ВИХРЯМИ ПОТОКА

Иванов А.В.

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

г. Новосибирск

andi@itam.nsc.ru

Представлены результаты экспериментального исследования порождения мод неустойчивости поперечного течения (НПТ) на 35-градусном скользящем крыле в присутствии локализованной вибрации поверхности крыла и вихревого возмущения свободного потока. Эксперименты проведены в дозвуковой малотурбулентной трубе в полностью контролируемых условиях: моделируется локализованная вибрация поверхности крыла и слабое вихревое возмущение свободного потока с вектором завихренности, параллельным передней кромке. С помощью термоанемометра проведены детальные количественные измерения возбуждаемых мод неустойчивости трехмерного пограничного слоя вниз по потоку от вибрирующего элемента поверхности. Измеренные амплитуды и фазы порожденных волн НПТ экстраполированы вверх по потоку в область их порождения – таким образом определены их начальные значения. Количественное соотношение полученных начальных амплитуд порожденных возмущений к соответствующим спектральным амплитудам порождающих факторов (вихрей и вибраций) позволяют определить значения коэффициентов вихревой и вибрационной восприимчивости. Экспериментальная задача восприимчивости решена при выполнении условия линейности задачи, следовательно, полностью применима для дальнейшего сопоставления с линейными и другими теориями, а также для их верификации.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОДЬБЫ ЧЕЛОВЕКА С КОСТЫЛЯМИ

Иванов А.В., Формальский А.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

formal@imec.msu.ru

При помощи системы регистрации движений экспериментально построены траектории движения суставов человека и костылей при ходьбе. При помощи тензоплатформ найдены силы реакции опоры, приложенные к стопам человека. Построена математическая модель ходьбы человека, представляющая собой уравнения движения плоского механизма, содержащего весоые корпус, бедра, голени, а также невесомые стопы и костыли. Путём решения обратной задачи динамики найдены развиваемые в суставах человека моменты и затрачиваемые на их создание мощности. Полученные в работе результаты могут быть использованы при построении программной траектории для «медицинского» экзоскелета и при выборе приводов в его суставах.

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТНОГО И РАСШИРЯЮЩЕГОСЯ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ПЕРЕЛОМОВ

ДИАФИЗА БЕДРА

Иванов Д.В.¹, Барабаш А.П.², Барабаш Ю.А.²

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского¹

Саратовский НИИ травматологии и ортопедии²

ivanovdv@gmail.com

Исследованы геометрические характеристики расширяющегося интрамедуллярного фиксатора Fixion, применяющегося при остеосинтезе переломов бедренных костей. Изучено два вида перелома диафиза бедра. Проведено сравнение со стандартным

блокируемым стержнем. Расширяющийся фиксатор Fixion показал меньшую осевую жесткость по сравнению со стандартным стержнем. При установке расширяющегося фиксатора динамизация системы не требуется. Результаты расчетов выявили неравномерность контактного давления между костными отломками для обеих стержней. На внутренней поверхности фиксатора обнаружена коррозия.

УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОВЫМ ПОЛЕТОМ СПУТНИКОВ БЕЗ ЗАТРАТ ТОПЛИВА

Иванов Д.С.¹, Досаев Р.В.², Шестаков С.А.¹, Шестоперов А.И.², Кушнирук М.С.²

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН¹, г. Москва

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

danilivanovs@gmail.com

Рассматриваются методы управления групповым полетом спутников, основанные на использовании аэродинамической силы сопротивления о верхние слои атмосферы, магнитных и электростатических сил, силы солнечного давления, а также с использованием обмена импульса между спутниками. Исследуются переходные процессы во время маневрирования, а также точность поддержания заданной относительной конфигурации при наличии ошибок в исполнении управления. Решается ряд оптимизационных задач для минимизации необходимой для совершения маневра энергии. Работа поддержана грантами РФФИ (№ 13-01-00665, № 14-01-31313).

УРАВНОВЕШИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СИЛЫ ВНЕШНЕЙ АКТИВНОЙ СИЛОЙ

Иванов К.С.

Институт механики и машиностроения, г. Алматы, Казахстан

ivanovgreek@mail.ru

Уравновешивание потенциальной силы активной силой, приложенной в точке, способной перемещаться, принципиально отличается от статического уравновешивания. Такое уравновешивание должно создаваться движущей силой, создающей кинетическую энергию, равную соответствующему запасу потенциальной энергии (как в зависшем вертолете). Уравновешивание потенциальной силы активной силой должно иметь место также и при возможном движении точки приложения внутренней потенциальной силы (например, в центробежном регуляторе). Работа посвящена исследованию динамического уравновешивания потенциальной силы на основе законов механики. Уравновешивание потенциальной силы внешней активной силой при динамическом взаимодействии сил (например, силы тяжести силой тяги винта зависшего вертолета) принципиально отличается от уравновешивания силой реакции неподвижной опоры в статике. Такое уравновешивание логически должно быть связано с расходом энергии. Уравновешивание внутренней потенциальной силы внешней активной силой при динамическом взаимодействии силы пружины, удерживающей вращающуюся массу (например, в центробежном регуляторе) также должно быть связано с расходом энергии. Однако теоретически расход энергии отсутствует, так как точка приложения потенциальной силы относительно системы отсчета неподвижна. Работа посвящена разрешению этого противоречия.

АВТОКОЛЕБАНИЯ ЦЕФЕИД В МОДЕЛИ С.А. ЖЕВАКИНА

Иванов М.И.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

m-i-ivanov@mail.ru

Рассмотрена качественная модель пульсаций цефеид, предложенная С.А. Жевакиным в 1947 году. В ней звезда заменяется простейшим изотермичным газовым шаром, вся масса которого сосредоточена в поверхностном слое. Модель является неадиабатической, непрозрачность газов звезды и интенсивность термоядерных реакций меняется в процессе колебаний; лучевое давление не учитывается. Хотя неадиабатические члены для реальных цефеид чрезвычайно малы по сравнению с адиабатическими, их наличие превращает свободные колебания адиабатической модели в автоколебания неадиабатической. Показано, что в модели при переходе через точку бифуркации возникают предельные циклы; найдено условие их существования.

ВОСПЛАМЕНЕНИЕ ГАЗОВЗВЕСЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МОЩНОГО ПОТОКА ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ

Иванов М.Ф.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

ivanov_mf@mail.ru

Методом численного моделирования проведен анализ режимов воспламенения химически активных газообразных смесей путем лучистого нагрева от мощных источников тепловой энергии взвешенных химически нейтральных микрочастиц. Решение задачи проведено в приближении двухскоростной двухтемпературной газодинамической модели двухфазной среды с учетом межфазного обмена импульсом и энергией, химического превращения в газовой фазе, лучистого переноса теплового излучения в дисперсной среде и его поглощения на поверхности микрочастиц. Описаны механизмы формирования различных режимов горения в зависимости от задаваемого начального распределения частиц, включая механизм формирования детонации при многоочаговом воспламенении в местах локализации микрочастиц. Техническая реализация последнего механизма представляется эффективным методом управляемого инициирования детонации.

ДЕТОНАЦИОННАЯ СМЕРТЬ КРУПНЫХ МЕТЕОРИТОВ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Иванов М.Я.¹, Серов Ю.Л.²

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова¹, г. Москва

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН², г. Санкт-Петербург

mikhivan@yandex.ru

Рассматриваются физико-химические особенности разрушения входящих в плотные слои атмосферы тел (на конкретном примере

теплового взрыва – детонационного режима сгорания Челябинского болида и Тунгусского метеорита). Построена плазмодинамическая модель распространения детонационных волн в газообразных и интенсивно испаряющихся твердых средах.

ПОЗИЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ И НЕОПРЕДЕЛЕННАЯ ПОМЕХА В МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С ВЯЗКИМ ТРЕНИЕМ

Иванова В.Ф.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

ivano-va@ipmnet.ru

Предложенный ограниченный позиционный алгоритм приводит механическую систему с ограниченной неопределенной помехой, потенциальными силами, вязким трением в начало фазовых координат за конечное время. Вязкое трение, часть потенциальных сил не включаются в неопределенности, что может способствовать уменьшению требуемой величины управления и расширению допустимой области движения. Предполагается, что в преобразованных особым образом уравнениях движения максимальные модули компонент помехи меньше предельных модулей компонент управления соответственно. Это ограничение слабее аналогичного требования в предыдущих работах по данной задаче. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-08-00016 А.

МЕТОД ВОЗМУЩЕНИЙ В ОДНОМЕРНОЙ ДИНАМИКЕ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГИХ СРЕД ПРИ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Иванова Ю.Е., Рагозина В.Е.

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток

ivanova@iacp.dvo.ru

Методом сращиваемых асимптотических разложений получены решения одномерных плоских краевых задач об ударном нагружении на границе нелинейно-упругого сжимаемого или несжимаемого слабо неоднородного полупространства. Показано, что решение в прифронтной области определяется единственным эволюционным уравнением для случая одной ударной волны или системой эволюционных уравнений для нескольких волновых процессов. Получены общие решения эволюционных уравнений, построены частные решения для различных краевых условий.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЕРТИКАЛЬНОГО КАНАЛА В ГИДРАТОНАСЫЩЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Иванцов А.О.¹, Любимова Т.П.¹, Любимов Д.В.²

Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь

Пермский государственный национальный исследовательский университет²

aivantsov@gmail.com

Исследуется поведение вертикального канала, пронизывающего слой гидрата, пребывающего в стабильном состоянии. Расчёты демонстрируют, что возможны как заполнение канала гидратом, так и его долговременное существование. Оценки показывают, что за время жизни канала в окружающую среду через него может быть выброшено значительное количество газа. Работа поддержана грантом 14-01-31406-мол_а.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛАХ-ИЗОЛЯТОРАХ С РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ

Иванькин М.А., Гурылева Н.В., Лапинский Д.А., Терешин А.М.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

hudraero@rambler.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований псевдоскачка в прямоугольных каналах-изоляторах постоянного сечения с продольными разделительными перегородками. Рассмотрены особенности развития псевдоскачка и способы, позволяющие выровнять параметры потока в глубине канала. Исследованы различные варианты перегородок, имеющих два исполнения: сплошная непроницаемая перегородка и проницаемая перегородка с продольными щелями вблизи стенок канала, обеспечивающими газодинамическую связь между частями канала. Показано, что установление газодинамической связи между частями канала вблизи стенок в области пограничного слоя позволяет существенно выровнять параметры потока в поперечных сечениях.

СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ТЕРМОУПРУГОСТИ

Иваньшин П.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

pivanshi@yandex.ru

Построено сплайн-интерполяционное решение задачи термоупругости с линеаризованным законом теплопередачи для плоских и пространственных тел. Доказана сходимости приближенного решения к точному.

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ КРЫЛА КОНЕЧНОГО РАЗМАХА

Иваньшин П.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

pivanshi@yandex.ru

Построено приближенное решение обратной краевой задачи аэрогидродинамики для крыла конечного размаха путем сведения ее к системе плоских задач. Исследована склейка решений в соседних секторах.

СУЩЕСТВОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ С МАЛОЙ ТЯГОЙ

Иванюхин А.В.

*Научно-исследовательский институт прикладной механики и электродинамики Московского
авиационного института (национального исследовательского университета), г. Москва*

ivanyukhin.a@yandex.ru

Рассматривается вопрос существования оптимальных решений применительно к задачам механики космического полёта с малой тягой, предлагается методика определения области существования на множестве проектных параметров космического аппарата. Задача оптимального управления решается с помощью принципа максимума Понтрягина, после чего для сведения полученной краевой задачи принципа максимума к задаче Коши и исследования зависимости решения от параметров задачи используется метод продолжения по параметру. В качестве примера рассматривается гелиоцентрический участок задачи межпланетного перелёта с переключениями тяги. Показаны варианты использования установок с ядерным и солнечным источником энергии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СВОЙСТВ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С МАЛОЙ ТЯГОЙ К АСТЕРОИДУ АПОФИС

Ивашкин В.В.^{1,2}, Крылов И.В.²

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

ivashkin@keldysh.ru

Исследована задача определения энергетически оптимальных траекторий перелёта КА к астероиду Апофис. Схема полета включает в себя разгон КА у Земли двигателем большой тяги, гелиоцентрический этап с двигателем малой тяги и этап торможения у астероида. Разработанный метод определения оптимальных траекторий основан на принципе максимума Понтрягина. Он позволил надёжно определять множество экстремалей и отыскивать среди них глобальный оптимум. Найдены случаи существования двух энергетически эквивалентных оптимальных траекторий, порождаемых двумя семействами экстремалей, одна из них реализует прямой перелёт к Апофису, а на другой совершается дополнительный виток вокруг Солнца.

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ СОСТАВНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ТРУБЫ

Иглин Е.Н.

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары

evists@mail.ru

Исследуется задача о предельном состоянии трубы под действием внутреннего давления и кручения. Труба состоит из нескольких слоев. Задача рассматривается в упругопластической постановке. Исследован характер решения в зависимости от вида цилиндров в плане. Определение напряженного состояния дано методом малого параметра Ивлева. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №15-41-02453.

ВЫСШИЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ В АСИМПТОТИЧЕСКИХ РАЗЛОЖЕНИЯХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ И СПЛОШНОСТИ У ВЕРШИНЫ УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ В СРЕДЕ С ПОВРЕЖДЕННОСТЬЮ: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В SIMULIA ABAQUS И АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Игонин С.А.

Самарский государственный университет

IgoninSergey2015@yandex.ru

Обсуждается асимптотический анализ полей напряжений, деформаций и сплошности в окрестности вершины трещины в условиях усталостного роста в поврежденной среде в связанной постановке задачи, когда параметр сплошности инкорпорируется в закон Гука для линейно упругого материала. Построено асимптотическое решение задачи, основанное на методе разложения по собственным функциям. Показано, что задача определения механических полей у вершины усталостной трещины сводится к нелинейной задаче на собственные значения, аналитическое решение которой, получено в работе. Метод искусственного малого параметра позволяет найти точное решение нелинейных задач на собственные значения в замкнутой форме.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛАХ РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ

Игошин Д.Е.¹, Сабуров Р.С.²

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики

им. С.А. Христиановича СО РАН¹, г. Тюмень

Тюменский государственный университет²

igoshinde@gmail.com

Рассмотрено двухфазное течение жидкости через пористую среду в осесимметричном канале переменного сечения, радиус которого в каждой точке вдоль канала определяется из условия равенства объемных расходов через канал круглого сечения и квадратного (треугольного) сечения. На входе в канал поставлено периодическое граничное условие, задающее объемные содержания фаз при подаче двухфазной жидкости в расчетную область. Предложен способ определения проницаемости такой среды с помощью прямого гидродинамического моделирования. Из решения системы уравнений Навье–Стокса в объеме одной поры найден расход фаз флюида через нее. Сопоставляя найденные массовые расходы с расходами, полученными для однофазных течений с учетом уравнения Дарси, можно получить относительные фазовые проницаемости для такой среды.

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУР Ag/Cu(111)

Игошкин А.М.

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

г. Новосибирск

igoshkin@itam.nsc.ru

Проведены молекулярно-динамические исследования влияния температуры формирования в диапазоне от 100 К до 750 К на механические и энергетические характеристики гетероструктур Ag/Cu(111). Для этого, на поверхностях медных подложек посредством моделирования осаждения из газовой фазы были сформированы серебряные пленки. Детальный анализ данных гетероструктур показал, что шероховатость серебряной пленки и адсорбционная энергия ее атомов уменьшаются при повышении температуры формирования. Также установлено, что механические характеристики гетероструктур Ag/Cu(111) такие как модуль Юнга и упругий предел при повышении данной температуры увеличиваются.

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЛ ОТ СВЯЗАННЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Игумнов Л.А., Литвинчук С.Ю.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного

(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

igumnov@mech.unn.ru

На основе метода граничных элементов рассматриваются динамические трехмерные краевые линейные задачи теорий упругости и вязкоупругости с сопряженными полями. Интегральные представления для случая общей анизотропии строятся на основе матриц Грина в форме Радона. При вычислении статических частей матриц Грина используется интерполяционная схема, а для динамических частей – схема адаптивного интегрирования. Результаты расчетов сравниваются с результатами других авторов, модельными численно-аналитическими решениями и натурными экспериментами. Демонстрируется высокая точность получаемых результатов.

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗВЕЗДНЫХ ВЕТРОВ С МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДОЙ

Измоленов В.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

vlad.izmodenov@gmail.com

Исследовано магнитогиродинамическое моделирование астросфер – областей взаимодействия звездных ветров с окружающей их межзвездной средой. Наиболее хорошо изученным примером астросферы является гелиосфера. В последнее время произошел значительный прогресс в наблюдениях астросфер других звезд. Представлены результаты, полученные в рамках проекта по систематическому исследованию и моделированию астросфер в зависимости от параметров звездных ветров и межзвездной среды, а также анализ данных наблюдений на основе многокомпонентных моделей взаимодействия звездного ветра с межзвездной средой. Работа поддержана грантом РФФИ 14-12-01096.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОЧАГА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ И ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ КАРИЕСА

Изюмов Р.И.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

izumov@icmm.ru

Продолжены предыдущие численные исследования процесса развития кариеса и инфильтрационного метода лечения с позиции математического моделирования. Решение задачи о диффузии жидкостей в системе «ротовая полость – зуб – организм» позволило получить данные об изменениях структуры твердых тканей в очаге деминерализации и дало возможность, используя эти

данные, сформулировать в двумерной постановке задачу об инфильтрации композита в пораженную кариесом эмаль. Для решения данной задачи был применён программный комплекс конечно-элементного анализа ABAQUS. Результаты работы позволяют рассмотреть вопрос об эффективности метода лечения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРОЦЕССА РОСТА УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ ОТ4-0

Изюмова А.Ю.¹, Линдеров М.Л.²

*Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь
Тольяттинский государственный университет², г. Тольятти*

fedorova@icmm.ru

Исследован процесс диссипации энергии в вершине усталостной трещины с целью развития экспериментальной методики оценки скорости её роста. Для эксперимента использовались компактные образцы из титанового сплава ОТ4-0. На основе полученной зависимости мощности источника тепла от времени, процесс распространения трещины можно разделить на два этапа: первый – соответствует постоянному значению потока тепла, второй – отражает резкое возрастание потока тепла вблизи момента разрушения материала. Показано, что на первом этапе скорость трещины линейно зависит от произведения ее длины и значения мощности потока тепла, на втором – только от мощности потока тепла.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЗМУЩЁННОГО ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ В ИЗБЫТОЧНЫХ КООРДИНАТАХ

Ильина А.Н.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

happyday@list.ru

В современной мехатронике, вследствие большого теоретического и прикладного значения, всё более становится очевидна необходимость исследования устойчивости возмущённого движения динамических систем с наложенными голономными связями, в избыточных координатах. Зачастую при практических исследованиях конкретных систем такого типа идут по упрощённой схеме, отказываясь от строгого рассмотрения уравнений движения системы. Уравнения связей линеаризуют, переходят к системам с обобщёнными координатами, в полученных уравнениях системы меньшей размерности в окрестности исследуемого положения равновесия члены второго порядка и выше отбрасывают и исследуют упрощённую систему. Однако во многих случаях такой подход ведёт к заведомому искажению и, вследствие этого, получению некорректного или не полного ответа. Возникает вопрос, при каких условиях такое упрощение может дать обоснованное заключение об устойчивости равновесия. Проведено подробное исследование структуры уравнений возмущённого движения системы в обобщённых координатах, полученной за счет линеаризованных геометрических связей. Полученные результаты сравниваются со структурой уравнений линейной подсистемы, выделенной из уравнений системы с избыточными координатами, полученными строгими методами. В качестве примера использования данного подхода используется система Ball&Beam.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ С ПОСТОЯННЫМИ И ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ЦИКЛОВ

Ильиных А.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ilinih@yandex.ru

Разработана новая методика проведения экспериментальных исследований в условиях малоциклового усталости при переменных параметрах цикла нагружения. Экспериментально построены кривые малоциклового усталости никелевого сплава при простой треугольной и М-образной формах цикла нагружения. Произведено сравнение кривых малоциклового усталости с разными формами цикла. Создана база данных новых результатов испытаний алюминиевого сплава Д16Т при малоциклового усталости с постоянными и переменными параметрами цикла с целью проверки адекватности моделей накопления повреждений и прогнозирования усталостной долговечности. Работа выполнена в Пермском национальном исследовательском политехническом университете с использованием результатов работ по гранту Правительства Российской Федерации (Постановление № 220 от 9 апреля 2010 г.), договор № 14.B25.310006 от 24 июня 2013 года.

О НАГРЕВЕ НАСЫЩЕННОЙ ПОРО-УПРУГОЙ СРЕДЫ

Ильясов У.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Филиал в г. Ишимбае

ilyasovu@gmail.com

Рассмотрена задача о нагреве термо-пороупругой среды, насыщенной жидкостью. Построены автомодельные решения, описывающие поля давления, температуры и напряжений пористого скелета. Исследована зависимость величины теплового удара от параметров внешнего воздействия и свойств пористой среды

ОБ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С НЕОДНОРОДНОСТЯМИ ПОЛЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Ингель Л.Х.¹, Макоско А.А.²

*Научно-производственное объединение «Тайфун»¹, г. Обнинск
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН², г. Москва
lev.ingel@gmail.com*

В современных исследованиях по геофизической гидродинамике поле силы тяжести обычно принимается однородным. Но известно, что на среднюю силу тяжести у поверхности Земли накладываются аномалии (неоднородности) поля силы тяжести (АСТ) различных горизонтальных масштабов. Хотя амплитуды этих неоднородностей относительно малы, но в них присутствует и горизонтальная составляющая силы тяжести, а атмосфера весьма чувствительна к горизонтальным силам. Рассмотрена аналитическая модель, описывающая линейные возмущения геострофического течения, вызываемые АСТ. Найденные аналитические решения показывают, что в определенных ситуациях влияние АСТ на атмосферные течения может быть заметным.

ДИФФУЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СРЕДАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

Индейцев Д.А.¹, Мочалова Ю.А.¹, Меркушев Е.С.²

*Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт Петербург
Санкт-Петербургский государственный университет²
dmitry.indeitsev@gmail.com*

С помощью двухкомпонентной модели континуума выведено обобщенное уравнение диффузии примеси в материале, позволяющее учитывать влияние внутренней структуры материала на его механические свойства. В качестве примера исследовано перераспределение водорода в одномерном металлическом стержне при динамическом нагружении образца. Показано, что обобщенная жесткость стержня может существенно уменьшаться при увеличении частоты (амплитуды) колебаний. Полученные результаты сопоставлены с результатами экспериментов по исследованию перераспределения водорода при деформации металлических образцов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-19-01190.

РЕГУЛЯРНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ РЕШЕТКИ – МЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ДУАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Индейцев Д.А., Сергеев А.Д.

*Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург
dievich@rambler.ru*

Обсуждаются динамические процессы в регулярной цепочке твердых тел, связанных друг с другом тонкими безынерционными упругими стержнями. Для случаев, когда инерционные элементы стесненной цепочки имеют одну степень свободы, показано, что распространение возмущений в структуре может протекать либо как в некотором «континууме», либо сценарий распространения возмущений характерен исключительно для дискретных систем. Попытка моделировать 3D-динамику подобной многоэлементной структуры средствами континуальной механики заведомо обречена на неудачу при сколь угодно большом числе узловых тел. Формулируются условия, не допускающие и допускающие поведение регулярной многоэлементной дискретной твердотельной структуры по «континуальному» сценарию.

КОНТИНУАЛЬНО-ДИСКРЕТНОЕ ОПИСАНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ С НЕЛИНЕЙНОЙ СИЛОЙ ВНУТРЕННЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Индейцев Д.А.¹, Скубов Д.Ю.², Вавилов Д.С.¹

*Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²
londr@yandex.ru*

Рассматривается континуальная модель двухкомпонентной среды, основанная на предположении, что кристаллическая структура гетерогенного материала состоит из двух решеток близких по физическим характеристикам и связанных нелинейной силой внутреннего взаимодействия. Относительное перемещение решеток выполняет роль внутренней степени свободы, оказывающей существенное влияние на динамику системы. Показано, что при определенных условиях может происходить перекачка энергии на данную степень свободы, что на макроуровне может трактоваться как потеря энергии на структурные преобразования в материале.

НЕРАВНОВЕСНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ГОРЕНИИ В ОГРАНИЧЕННЫХ СПЛОШНЫХ СРЕДАХ

Иовлева О.В., Семенова Е.В., Сайфуллин Э.Р.

*Казанский (Приволжский) федеральный университет
techphys@kpfu.ru*

Представлены результаты исследований неравновесных физико-химических процессов, происходящих в установках с горением. Первая задача – анализ пульсационного течения газа, вызванного неустойчивостью процесса горения, находящихся в потоке твердых частиц. Вторая задача связана с неравновесностью процессов, обусловленных непостоянством физико-химических характеристик горящей сплошной среды. Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОВМЕСТНО С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЛАПЛАСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТРЕХМЕРНЫХ ПОРОВАЗКОУПРУГИХ ТЕЛ

Ипатов А.А., Аменицкий А.В.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

SanSan.com@inbox.ru

Рассматриваются краевые задачи линейной трехмерной динамической теории поровязкоупругости. Поровязкоупругое решение рассчитывается из пороупругого решения на основе принципа соответствия. Для описания вязкоупругих свойств материала использованы классические вязкоупругие модели (Максвелла, Кельвина–Фойгта, стандартного вязкоупругого тела, модели со слабосингулярным ядром). Применяется гранично-элементная (ГЭ) методика в сочетании с интегральным преобразованием Лапласа. Численное обращение преобразования Лапласа реализовано на основе метода Дурбина. Продемонстрировано влияние вязкости на волновые картины откликов. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №13-08-00658-а, №14-08-31415-мол_а.

ОБ АЛГОРИТМАХ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Иртегов В.Д.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН,

г. Иркутск

irteg@icc.ru

Указан ряд алгоритмов качественного анализа дифференциальных уравнений движения механических систем, предназначенных для получения первых интегралов, выделения стационарных решений и инвариантных многообразий и дальнейшего их исследования на устойчивость и бифуркации. Эффективность предлагаемых алгоритмов демонстрируется на примерах анализа конкретных задач механики. Среди них задачи о движении твердого тела, твердых тел в нескольких силовых полях, уравнения Эйлера на алгебрах Ли.

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ MSST С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ ЛИНИЙ ТОКА В РАМКАХ ПОДХОДА РОДИ-ЛЕШЦИНЕРА-ИСАЕВА ПРИ РАСЧЕТЕ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Исаев С.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

isaev3612@yandex.ru

Обоснована модификация популярной модели переноса сдвиговых напряжений (MSST) для расчета отрывных течений несжимаемой вязкой жидкости, устраняющая нефизическую накачку вихревой вязкости в ядрах крупномасштабных вихрей. Ее верификация с учетом влияния кривизны линий тока на вихревую вязкость с введением обратной линейной функции от турбулентного числа Ричардсона с константой, равной 0.02, выполнена на тестовых задачах о каверне с подвижной крышкой, обтекания квадратной и круговой каверн на стенке плоскопараллельного канала, а также круговой каверны с переменным углом раскрытия в поворотном канале, и периодического вихревого течения около полукругового профиля при близких к нулевому углу атаки.

СДВИГАЮЩИЕ УСИЛИЯ ПРИ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЭЛЕМЕНТОВ КАБЕЛЯ

Исмаилов Г.М.¹, Павлов М.С.², Тюрин А.Е.³, Мусалимов В.М.³

Томский государственный педагогический университет¹

Национальный исследовательский Томский политехнический университет²

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)³

gmismailov@rambler.ru

Рассмотрены вопросы контактного взаимодействия элементов конструкций гибкого кабеля. Получены выражения усилий между контактирующими элементами в многожильных кабелях при изгибе на основе представления многожильного кабеля как составного стержня с абсолютно жесткими поперечными связями.

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В ДИНАМИКЕ УПРУГИХ СРЕД И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ К СЕЙСМОДИНАМИКЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Исраилов М.Ш.

Чеченский государственный университет, г. Грозный

israiler@hotmail.com

Установлены условия расщепления уравнений Ламе и краевых условий в задачах динамики упругих тел с цилиндрическими границами. На основе этих результатов развивается подход «одномерной деформации» грунта, позволяющий впервые ставить и решать связанные задачи сейсמודинамики протяженных подземных сооружений. Получен наиболее полный результат о разделении краевых условий для динамических потенциалов на криволинейной границе. Факт разделения на поверхности цилиндра используется при получении точного решения задачи об установившихся сейсмических колебаниях трубопровода и бесконечной

упругой среды. Это исследование исправляет неверное решение К. Токи и Ш. Такады. Часть работы выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-02425.

ЧАСТИЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КРУПНЫХ ЧАСТИЦ (КУСКОВ) В ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Истомин В.Л.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

istomin@hydro.nsc.ru

Исследовалась возможность частичного моделирования движения крупных частиц (кусков) в вертикальных каналах. Показано, что это возможно для кусков различной формы с различной плотностью в интервале числа Рейнольдса $10^2 \div 2 \cdot 10^5$ с точностью до 20% двумя методами. Первый состоит в прямом исследовании движения фронта кусков, а второй является методом выгруженной массы кусков.

РАЗВИТИЕ ТРЕЩИН В ПОЛЫХ ОБРАЗЦАХ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И КРУЧЕНИИ

Иштыряков И.С., Яруллин Р.Р.

Академэнерго, г. Казань

Ivan_200999@mail.ru

Проведены комплексные численные и экспериментальные исследования полых цилиндрических образцов из классических авиационных сплавов Д16ЧАТ и В95АТ1 с исходными полуэллиптическими дефектами. Установлены закономерности развития поверхностных трещин в алюминиевых сплавах при растяжении и совместном действии растяжения и кручения. В результате численных расчетов определены поля упругопластических напряжений и деформаций, К-тарировочные функции, Т-напряжения, параметры трехосности по фронту трещины, распределения вдоль фронта трещины управляющего параметра упругопластического решения в форме $\ln$ -интеграла и пластического коэффициента интенсивности напряжений (КИН). Получены кинетические диаграммы усталостного разрушения (КДУР) для вариации вида сложного напряженного состояния, исходного надреза, типа материала в двух точках развивающейся трещины: на поверхности образца и в середине фронта трещины.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОУДАРНОЙ СТОЙКОСТИ ПРЕГРАД ИЗ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО И КРУПНОЗЕРНИСТОГО ТИТАНА

Ищенко А.Н., Буркин В.В., Табаченко А.Н., Афанасьева С.А., Белов Н.Н., Дударев Е.Ф.,
Рогаев К.С., Хабибуллин М.В., Югов Н.Т.

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

s.a.afanasyeva@mail.ru

Представлены результаты исследования образцов ультрамелкозернистого и крупнозернистого титана, полученных методом авпрессования при повышенных температурах, их механических свойств при квазистатическом нагружении, результаты экспериментального и математического моделирования высокоскоростного соударения пластин из титана со сферическим стальным ударником. Показано, что при переходе от крупнозернистой структуры к ультрамелкозернистой улучшаются механические свойства сплава ВТ1–0, однако на результат высокоскоростного удара это практически не влияет.

КОЛЛАПС КАПЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА И КАПИЛЛЯРНЫЕ ВОЛНЫ

Кабов О.А.¹, Марчук И.В.¹, Федорец А.А.²

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск¹

Тюменский государственный университет²

kabov@itp.nsc.ru

Исследовались явления формирования и разрушения гексагонально-упорядоченного слоя микрокапель (диаметр до 100 мкм), левитирующих над поверхностью локально нагреваемого горизонтального слоя воды в восходящем парогазовом потоке. С применением высокоскоростной видеосъемки и шлирен-метода обнаружены быстро, в течение нескольких миллисекунд, затухающие капиллярные волны, генерируемые при коалесценции микрокапель со слоем воды. Измеренная амплитуда таких волн имеет значения порядка нескольких микрометров, что согласуется с величиной поверхностной энергии коалесцирующих микрокапель. Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 14-19-01755.

КОЛЕБАНИЯ ВАНТОВЫХ МОСТОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ РЕГУЛЯРНОЙ КОЛОННЫ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Кадисов Г.М.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск

kadisov@rambler.ru

Представлены результаты решения задачи о пространственных колебаниях вантового моста при движении с постоянной скоростью регулярной колонны грузовых автомобилей. Предварительно найдены собственные частоты и собственные формы вантового моста и затем численно решена система интегральных уравнений Вольтерра первого рода. Приведен численный пример.

ОБ АНАЛИТИЧЕСКОМ И ЧИСЛЕННОМ ПОСТРОЕНИИ РЕШЕНИЙ ОДНОЙ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Казаков А.Л.¹, Спевак Л.Ф.², Лемперт А.А.¹, Кузнецов П.А.³

*Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова¹ Иркутского
научного центра РАН, г. Иркутск*

Институт машиноведения УрО РАН², г. Екатеринбург

*Институт математики, экономики и информатики Иркутского государственного
университета³*

kazakov@icc.ru

Параболическое нелинейное уравнение фильтрации (теплопроводности) имеет многочисленные приложения в механике, наиболее интересным из которых, по-видимому, является математическое описание фильтрации идеального политропного газа в пористой среде. Авторы аналитическими (степенные ряды) и численным (гранично-элементный подход) методами проводят построение специального класса решений, которые в литературе именуются «волнами фильтрации» или «тепловыми волнами». Их особенностью является то, что они «сшиты» из двух решений, непрерывно состыкованных между собой, одно из них является тривиальным, а второе – неотрицательным. Рассмотрены соответствующие краевые задачи в одномерном и двумерном случаях.

АКУСТИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Казаков Н.А.¹, Епифанов В.П.²

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН. Сахалинский филиал¹,
г. Южно-Сахалинск*

Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН², г. Москва

kazakovna@fegi.ru

Исследуются результаты измерений структуры, текстуры, физико-механических, деформационных и прочностных характеристик снега на горных склонах с целью установления количественной связи структуры и текстуры снега с его макросвойствами и нахождения параметра, устанавливающего такую связь. В качестве такого параметра принята акустическая сжимаемость снега как функция размера ледяных кристаллов, их формы, взаимного расположения и пористости снежного слоя. Состояние и степень упорядоченности структуры и текстуры снега в разновозрастных слоях снежного покрова определены на основании экспериментальных данных амплитудно-частотных спектров его разрушения и использовании понятия фрактальной размерности.

МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ГИДРОРАЗРЫВЕ ПЛАСТА

Казакова М.Ю.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

m.u.kazakova@gmail.com

Современные технологии гидроразрыва пласта подразумевают использование неоднородных жидкостей гидроразрыва, в частности, закачку расклинивающего агента (проппанта) с большой концентрацией. Движение неоднородных жидкостей по трещине гидроразрыва может приводить к существенному перераспределению давления, что в свою очередь сказывается на геометрических характеристиках получаемой трещины. Одним из важных факторов является неоднородность двумерного распределения компонент жидкости в трещине, что может приводить к образованию застойных зон и запиранию потока. В работе предложена математическая модель, позволяющая в рамках одномерного приближения исследовать особенности двумерного распределения компонент жидкости гидроразрыва и дать описание влияния распределения компонент на скорость роста трещины.

ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНОГО СОРБЕНТА ПО ОТНОШЕНИЮ К ПАРАМ ВОДЫ И ГЕЛИЮ

Казанин И.В.¹, Зиновьев В.Н.¹, Верещагин А.С.¹, Лебига В.А.¹, Пак А.Ю.¹, Фомин В.М.¹,
Булучевский Е.А.², Лавренев А.В.²

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Институт проблем переработки углеводородов СО РАН², г. Омск

kazaniniv@gmail.com

Проведено исследование свойств композитного сорбента на основе полых микросферических мембранных элементов и гигроскопичного связующего материала, который может применяться при технологии выделения гелия из природного газа. Экспериментальное исследование показало, что композитный сорбент является проницаемым для гелия и непроницаемым для воздуха и метана, при этом обладает высокой адсорбционной способностью по отношению к парам воды. Была продемонстрирована возможность одновременной осушки газа с сорбцией гелия, вместе с тем, установлено, что степень насыщения композитного сорбента влагой не оказывает влияние на протекающие процессы сорбции гелия.

О ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КРУЧЕНИЯ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Казарина М.В., Уськов В.М., Чедрик А.В., Чедрик В.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
chedrik@tsagi.ru

Разработан ряд численных алгоритмов решения задачи кручения с использованием различных подходов. Два из них основываются на решении задач Неймана и Дирихле для уравнения Лапласа с применением гармонических многочленов и не требуют создания расчётной сетки. В других – ищется решение уравнения Пуассона с неизвестными граничными условиями с применением метода конечных элементов, с различными формами интерполяции функции напряжений и адаптацией расчётных сеток. Разработан метод фундаментальных решений, известный также как метод гидродинамической аналогии, с уравниванием матрицы СЛАУ. Приведено сравнение результатов для известных решений и продемонстрирована эффективность разработанных алгоритмов для сложных сечений, в том числе тонкостенных и многосвязных.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ, СВЯЗАННОГО СО СТРУКТУРНЫМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА

Казарина С.А., Мовчан А.А., Сильченко А.Л.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва
svetlans@mail.ru

Проведены эксперименты по одноосному растяжению и одноосному сжатию образцов круглого поперечного сечения из никелида титана, находящегося в полностью мартенситном фазовом состоянии, а также испытания на одноосное сжатие образцов, материал которых был подвергнут предварительному растяжению до различных степеней деформации. Исследованы вопросы о форме диаграмм растяжения и сжатия и влиянии величины предварительной деформации растяжения на форму диаграммы последующего сжатия, что важно для описания изотропного и трансляционного упрочнения сплава с памятью формы.

ГЕНЕРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКИХ И ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН ВИХРЕВЫМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ В СДВИГОВЫХ ПОТОКАХ

Калашник М.В.

*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, г. Москва, Научно-производственное
объединение «Тайфун», г. Обнинск, Обнинский институт атомной энергетики, филиал
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»*
kalashnik-obn@mail.ru

Практические задачи дистанционного зондирования атмосферы стимулировали поиск динамических механизмов, обеспечивающих непрерывную (спонтанную) генерацию волн. В докладе рассмотрен один из таких механизмов – механизм генерации волн вихревыми возмущениями в сдвиговых потоках. С использованием закона сохранения потенциальной завихренности (ПЗ) линеаризованные уравнения динамики сведены к дифференциальным и интегро-дифференциальным уравнениям волнового типа с источником, пропорциональным начальному распределению ПЗ. Для периодических и сингулярных распределений ПЗ построены асимптотические решения сформулированных уравнений при слабых сдвигах. Получены оценки амплитуд и потока волновой энергии.

ОБ ОДНОМ НОВОМ КЛАССЕ ПРИВОДИМЫХ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ

Каленова В.И., Морозов В.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
moroz@imec.msu.ru

Рассмотрен новый класс линейных нестационарных систем, приводимых к стационарным системам. Установлена связь этого класса с задачей оптимального управления линейными системами с квадратичным критерием качества.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ШАГАЮЩИХ РОБОТОВ, СТРУКТУРЫ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Калинин Я.В., Малолетов А.В., Брискин Е.С.

Волгоградский государственный технический университет
jkv83@mail.ru

Среди показателей, характеризующих эффективность мобильных, в частности, шагающих, рассматриваются динамические и конструктивные показатели. Строится функционал качества и отыскивается его экстремальное значение. Для некоторых случаев получено аналитическое решение, позволяющее осуществлять многокритериальную оптимизацию (МКО) и на её основе определять оптимальные режимы движения и параметры шагающего движителя. Для цикловых механизмов шагания решается задача о выборе программного режима движения на основе сформированного функционала, состоящего из энергетических и динамических показателей. Обсуждаемый метод использовался при управлении движением шагающих роботов «Восьминог» и «Ортоног».

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В КОМПАКТНОЙ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЗОНЕ ПРИ НАЛИЧИИ СТАЦИОНАРНОГО СКАЧКА УПЛОТНЕНИЯ В ТРАНСЗВУКОВОМ И СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКАХ

Калинина А.П., Замураев В.П.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск a_p_kalinina@mail.ru*

Результаты моделирования трансзвукового обтекания профиля и сверхзвукового течения в канале переменного сечения с локальным подводом энергии обобщаются в рамках критериального подхода. Показано, что одни и те же критерии описывают изменение ударно-волновых структур как при трансзвуковом обтекании крыловых профилей, так и сверхзвуковых течений в каналах при наличии локальных приповерхностных источников энергии. Сравнение результатов критериального анализа с численными расчетами выполняется для трансзвукового обтекания профиля НАСА-0012 (число Маха $M_\infty = 0,85$) при симметричном энергоподводе для зон компактной формы и для сверхзвукового течения в канале с числом Маха $M = 2$.

СТОЯЧИЕ ВОЛНЫ В ПОДВИЖНОМ ПРЯМОУГОЛЬНОМ СОСУДЕ

Калиниченко В.А.

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
vakalin@mail.ru*

Впервые в условиях лабораторного эксперимента реализовано параметрическое возбуждение стационарных гравитационных поверхностных волн в прямоугольном сосуде при сохранении его горизонтальной степени свободы. Исследованы горизонтальные колебания прямоугольного сосуда с жидкостью, вызванные первой модой стоячих поверхностных гравитационных волн. Проведено сравнение экспериментальных данных по связанным горизонтальным колебаниям сосуда со случаем неподвижного сосуда. Полученные в опытах результаты сопоставлены с имеющимися теоретическими моделями.

МЕХАНИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ПЬЕЗОАКТИВНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Калинчук В.В.

*Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
kalin@ssc-ras.ru*

Предложен комплекс методов исследования динамики предварительно напряженных неоднородных сегнетоэлектрических гетероструктур, включающий как классические методы линеаризации нелинейных уравнений электродинамики сплошной среды, так и методы, использующие основные положения феноменологической теории фазовых переходов. Первая группа подходов основана на линеаризованной теории электроупругости, начальное напряженное состояние определяется по данным рентгеноструктурного анализа. Вторая группа подходов реализована в рамках феноменологической теории тонких пленок. Обе модели позволяют проводить весь комплекс исследований динамических процессов в структурах вида тонкая сегнетоэлектрическая пленка на диэлектрической подложке

ОБ ОРИЕНТАЦИОННОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ СЛОЯ НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

Калугин А.Г.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
kalugin@mech.math.msu.su*

Исследуется вопрос о причинах возникновения периодических структур в слое нематического жидкого кристалла, появляющихся в процессе переориентации вектора ориентации (директора), задающего анизотропию среды. При этом в энергии Франка упругости поля директора учитываются дивергентные слагаемые, которые не оказывают влияния на уравнения равновесия среды, но входят в граничные условия для вектора ориентации. Показано, что наличие дивергентных членов в энергии Франка делает возможными существование описывающих наблюдаемые структуры периодических решений, исследование которых позволяет оценить коэффициент при этих слагаемых. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-0361.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ

Камалутдинов А.М., Егоров А.Г.

*Казанский (Приволжский) федеральный университет
islamui@hotmail.com*

Предлагается новый метод определения коэффициента аэродинамического сопротивления пластины, совершающая гармонические колебания в вязкой несжимаемой жидкости. Он основан на прямом измерении амплитудных значений прогибов консольно закрепленных узких пластин, совершающих затухающие изгибные колебания, и решении обратной задачи вычисления коэффициента сопротивления по найденному в эксперименте логарифмическому декременту колебаний балки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СФЕРИЧЕСКОГО КОНТАКТНОГО УЗЛА С ПРОСЛОЙКОЙ ИЗ АНТИФРИКЦИОННОГО ПОЛИМЕРА ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСИЛИЙ

Каменских А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

anna_kamenskih@mail.ru

Выполнен конечно-элементный анализ закономерностей контактного взаимодействия элементов сферической опорной части с антифрикционной полимерной прослойкой в полной трехмерной постановке при наличии трения. Исследовано влияние совместного действия вертикальных и горизонтальных эксплуатационных усилий на параметры контакта. Выявлено, что рассмотренные конструктивные оформления нижней плиты конструкции мало сказываются на характере распределения и величине контактных характеристик при различных уровнях эксплуатационных нагрузок. При увеличении вклада горизонтальной нагрузки в напряженное состояние опорной части зарегистрирована тенденция относительного подъема верхней плиты по боковой поверхности опорной чашки, что сопровождается уменьшением площади контактного сцепления и ростом контактного давления. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 14-08-31333 мол_а.

УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЕ, ПРОЧНОСТНЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УДАРНО-ВОЛНОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Канель Г.И.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

kanel@icp.ac.ru

Представлен обзор результатов недавних измерений температурно-скоростных зависимостей сопротивления деформированию и разрушению металлов и сплавов в условиях ударно-волнового воздействия. В экспериментах измерялись эволюция упругих предвестников, ширина пластической ударной волны и анализировались откольные явления при отражении импульса сжатия от свободной поверхности тела. Помимо температурно-скоростных зависимостей напряжений течения и разрушения получен ряд новых, в некоторых случаях – неожиданных, данных о закономерностях высокоскоростной деформации и разрушения металлов и сплавов и связанных с ними особенностей эволюции импульсов ударного сжатия.

ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ПУЗЫРЬКОВОГО ПОТОКА

Канцырев Б.Л.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва

boris.kantsyrev@mail.ru

Представлен анализ влияния вида пульсационных слагаемых в системе осредненных уравнений гидродинамики пузырькового потока с несжимаемыми фазами на волновые свойства модели. Получены соотношения, определяющие связь характеристических скоростей и структуры потока в газожидкостном пузырьковом потоке с несжимаемыми компонентами.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ПОВЕДЕНИЯ ВБЛИЗИ ГРАНИЦЫ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСОЛЬНО ЗАКРЕПЛЕННОГО СТЕРЖНЯ, НАГРУЖЕННОГО СЛЕДЯЩЕЙ СИЛОЙ

Капитанов Д.В.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

dis-kdv@mail.ru

Приведены результаты численно-аналитического исследования устойчивости консольно закрепленного стержня со следящей силой на свободном конце. Исследование проведено без ограничения, связанного с использованием приближенных методов при малом числе базовых функций, обычно используемого при решении подобных задач. Результаты исследований согласуются с результатами классических и современных исследований. Показано, что потеря устойчивости носит колебательный характер и проявляется в виде автоколебаний.

АНИМАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПАРАМЕТРИЗОВАННАЯ ПЕРВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ, В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Капустина О.М.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

KapustinaOM@mpei.ru

Рассматривается задача о качении без проскальзывания по неподвижной горизонтальной плоскости гиростата в виде диска, снабженного маховиком. Демонстрируется работа программы системы Mathematica, создающей по результатам численного интегрирования уравнений динамики анимацию движений гиростата и изображающей точки на фазовой плоскости угла нутации, а также синхронные движению графики нормальной и касательной составляющих реакций плоскости. Комплекс объектов в виде поверхности Пуанкаре–Четаева, её сечений, фазовых портретов нутации в сочетании с анимацией гиростата, параметризованной первыми интегралами уравнений, позволяет делать заключения о характере его различных движений и наблюдать их.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ О ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ СО СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ

Карабут Е.А., Журавлева Е.Н.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

eakarabut@gmail.com

Рассматривается нестационарная задача о движении идеальной несжимаемой жидкости со свободной границей, когда: движение жидкости является плоскопараллельным; граница области, занимаемой жидкостью, целиком является свободной; на свободной поверхности отсутствует поверхностное натяжение; отсутствуют внешние силы – движение является инерционным и вызывается оно заданным начальным полем скоростей. Предлагаются новые методы, позволяющие находить точные решения сформулированной задачи. Представлены некоторые примеры точных решений.

МИКРОСТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ, ПОДВЕРГНУТОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Караваева М.В., Киселева С.К., Ганеев А.В., Зарипов Н.Г., Валиев Р.З.

Уфимский государственный авиационный технический университет

karmal1@mail.ru

Проведено сравнение механических свойств среднеуглеродистой стали после традиционной закалки на мартенсит и после интенсивной пластической деформации кручением под давлением. Показано, что в процессе деформации формируется ультрамелкозернистая микроструктура с размером зерен феррита 120 нм и высокодисперсными карбидами, расположенными по границам зерен. Предел прочности стали после деформации составил более 2600 МПа при относительном удлинении около 3 %, что превышает значения механических свойств, характерные для стали с мартенситной структурой. Показаны особенности статических изломов стали с ультрамелкозернистой структурой по сравнению с мартенситной структурой. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-00000.

СТАЦИОНАРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМ С ЧАСТНЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ: СУЩЕСТВОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ

Карапетян А.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

avkarapetyan@yandex.ru

Обсуждаются вопросы существования и устойчивости стационарных движений систем, допускающих частные интегралы. Последние определяют инвариантное множество системы. Эта система редуцируется на инвариантное множество. Если редуцированная система допускает невозрастающую вдоль ее решений функцию и первые интегралы, то исходная система допускает стационарные движения, соответствующие невырожденным критическим точкам невозрастающей функции на фиксированных уровнях редуцированной системы. Условная устойчивость таких стационарных движений может быть исследована на основе теории Рауса и ее модификаций. В докладе обсуждается вопрос о безусловной устойчивости стационарных движений исходной системы.

ОТ НОВЫХ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ МЕХАНИКИ К ИННОВАЦИОННЫМ НЕФТЕГАЗОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Карев В.И.¹, Дмитриевский А.Н.², Климов Д.М.¹, Максимов В.М.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Институт проблем нефти и газа РАН², г. Москва

wikarev@ipmnet.ru

Представлены некоторые результаты исследований в рамках Программ Президиума РАН «Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности» и «Нефть из глубоких горизонтов осадочных бассейнов – источник пополнения ресурсной базы углеводородного сырья: теоретические и прикладные аспекты», реализованные учеными РАН в новых научно-методических и технико-технологических решениях, которые готовы к внедрению на предприятиях ТЭК. Акцент сделан на проблемных вопросах нефтегазодобычи: увеличение нефтеотдачи пластов, повышение информативности при исследовании керна-вого материала, трудноизвлекаемые запасы (высоковязкие нефти, низкопроницаемые коллекторы, сланцевые нефть и газ).

КТО ПРАВ – ШЕНЛИ ИЛИ КАРМАН?

Каримбаев К.Д.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

kem@ciam.ru

Больше века перед исследователями, занимающимися задачей Эйлера, стоит вопрос: «Какой формулой пользоваться при определении критических напряжений за пределами упругости – формулой Энгессера–Шенли или формулой Кармана?». Изредка выходят статьи, в которых предлагается формула деформационного подхода. В данной работе исследованы результаты построения полной кривой критических напряжений титанового сплава ВТ8-1, которые показывают, что для материала ВТ8-1 правомерно использовать формулу, вытекающую из деформационного подхода.

ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПОДЪЕМНИКА, ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО МНОГОФАЗНУЮ СМЕСЬ

Каримов М.Ф.¹, Лобанов А.Н.², Нгуен Ван Кань В.К.³

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина¹, г. Москва
ОАО «Газпром»², г. Москва PetroVietnam³, г. Ханой, Вьетнам*

karimov.m@gubkin.ru

Приведены решения следующих задач: 1. Установление физико-химического механизма взаимодействия фаз при образовании и движении многофазной газожидкостной смеси (ГЖС) в подъемнике. 2. Определение к.п.д. подъемника при добыче обводненной продукции скважин с учетом термодинамических факторов. 3. Разработка экспериментально-статистических моделей образования и движения грубодисперсных газовых эмульсий из водонефтяных смесей. 4. Установление экспериментально-статистической модели синергизма и антагонизма нефтерастворимых ПАВ при физико-химическом воздействии на поток ГЖС в подъемнике и разработка методики составления оптимальной рецептуры композиции ПАВ для повышения к.п.д. подъемника.

РАСЧЕТ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ ТЕЧЕНИИ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В КАНАЛАХ

Карпенко А.Г.¹, Савченков А.А.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

КБ «Армас» ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»²

aspera.2003.ru@mail.ru

Рассматривается течение в проточной части канала. Производился численный расчет гидродинамики URANS подходом, находились области с интенсивными вихрями. На основе пульсаций давления и параметров турбулентности восстанавливались источники звука. Решалась задача распространения звука в неподвижной среде, твердом теле и движущейся жидкости при определенных допущениях.

РАСЧЕТ ВЯЗКОСТИ РАЗРУШЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ВЕРШИНЕ ТРЕЩИНЫ

Карпинский Д.Н., Санников С.В.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

karp@math.rsu.ru

Выполнены расчеты эволюции коэффициентов интенсивности напряжения с учетом поверхностных напряжений при смешанной моде нагружения для различных плоскостей скола, направления фронта трещины и систем легкого скольжения у вершины трещины в ОЦК кристалле. Расчеты учитывают также взаимное влияние пластической деформации и формы вершины трещины, а также Т-напряжения. Обнаружена зависимость величины экранирования вершины трещины дислокациями от ориентации трещины, системы легкого скольжения и мод разрушения.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЕТАЛЛА И КОМПОЗИТА С НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ

Карпов Е.В., Бондарь М.П., Лукьянов Я.Л.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

evkarpov@mail.ru

Проведено исследование связи, возникающей при сварке взрывом меди и композита с нанокристаллическими включениями. Для определения влияния деформирования на целостность шва проведены испытания по поперечному изгибу двухслойных сварных балок и сжатию двухслойных кубических образцов в статическом и малоцикловом режимах. Также проведено численное моделирование локализации деформаций в структуре материала. Исследование структуры окрестности сварного шва в исходном состоянии и после механических испытаний позволило установить, что получаемое соединение имеет высокую однородность, сохраняемую при деформировании. Определены условия получения качественного соединения композита и меди.

РАВНОВЕСИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОГО ЦИЛИНДРА С СОБСТВЕННЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ

Карякин М.И., Шубчинская Н.Ю.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

karyakin@sfedu.ru

С использованием полуобратного метода Сен-Венана для различных определяющих соотношений сжимаемых нелинейно-упругих материалов проанализировано напряженно-деформированное состояние цилиндра с винтовой дислокацией. Определены интервалы изменения материальных параметров, когда диаграмма нагружения (зависимость между осевой силой и удлинением цилиндра) имеет точку максимума, за которой следует падающий участок. Для изучения устойчивости цилиндра с дефектом при растяжении и сжатии использован бифуркационный подход, основанный на линеаризации уравнений равновесия в окрестности известного решения. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-01492.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-ДИАГНОСТИКИ В ИССЛЕДОВАНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОЧАГА ГОРЕНИЯ НА ДЕРЕВЯННЫЕ ОБРАЗЦЫ

Касымов Д.П.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

denkasymov@gmail.com

В лабораторных условиях исследовано воздействие очага горения, смоделированного степным горючим материалом, на деревянные образцы различного профиля (плоский и оцилиндрованный образец) с применением ИК-диагностики. Опыты проводились с использованием тепловизора JADE J530SB в спектральном интервале 2,64–3,25 мкм. В результате определена температура на поверхности испытуемых образцов, а также вероятность воспламенения при выбранных параметрах эксперимента.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ, ПОДВЕРЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ИЗ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА

Катасонов М.М., Мотырев П.А.

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

г. Новосибирск

mikhail@itam.nsc.ru

Ламинарнотурбулентный переход имеет место в различных сдвиговых течениях, таких как пограничные слои, струи, течения в каналах. Повышенный интерес исследователей к процессу ламинарнотурбулентного перехода имеет две причины: технический аспект, в частности, снижение аэродинамического сопротивления и шумности летательных аппаратов; желание получить новые фундаментальные знания, которые позволят дополнить известную на сегодняшний день физическую картину явления. В последние несколько лет большое внимание уделяется изучению продольных локализованных возмущений, так называемых полосчатых структур «streaky structures», возникающих в пограничном слое под воздействием повышенной степени турбулентности набегающего потока. Важной особенностью таких возмущений является их конечный размер (локализация) в области их развития. Данные продольные локализованные структуры создают условия для развития высокочастотных волновых возмущений (вторичная неустойчивость, предвестники), которые далее при определенных условиях трансформируются в турбулентные пятна, в результате в пограничном слое происходит ламинарно-турбулентный переход. Исследования в «естественных» условиях не дают на текущий момент полных ответов на поставленные вопросы, поскольку появление возмущений в пограничном слое носит случайный характер, и исследовать поведение конкретного возмущения в большинстве случаев – задача технически не реализуемая. В целях детального изучения продольных структуры моделируются искусственно. Данная работа посвящена экспериментальному изучению волновых пакетов-предвестников, возникающих в пограничных слоях в областях, предшествующих резкому изменению скорости потока внутри пограничного слоя (фронты локализованного возмущения). При этом варьировались как параметры потока (градиент внешнего давления), так и параметры, задающие условия возникновения волнового пакета-предвестника. Эксперименты проводились в дозвуковых аэродинамических трубах Т-324 и МТ-324 ИТПМ СО РАН. Скорость набегающего потока изменялась в пределах 3 – 7 м/с, степень турбулентности потока составляла 0,18%. В качестве модели использовались различные профили прямого крыла. Профили устанавливались в рабочей части трубы, при углах атаки 0, -1,2, -3 и -5,20. Продольные локализованные возмущения вводились в пограничный слой методом вдува воздуха через трубку диаметром 2,5 мм, расположенную перед носиком крылового профиля и от поверхности модели через поперечную щель. Длительность продольных локализованных возмущений задавалась быстродействующим клапаном, который был синхронизирован с системой записи сигнала. Измерения проводились одноканальным датчиком термоанемометра постоянной температуры. Измерялись средняя U и пульсационная u компоненты продольной составляющей скорости. Исследования волновых пакетов-предвестников, образующихся на фронтах продольных локализованных структур, генерируемых импульсным источником, показали, что в процессе эволюции вниз по потоку волновые пакеты преобразуются в турбулентные пятна. Волновые пакеты-предвестники образуются и имеют одинаковые свойства не зависимо от источника возбуждения продольных структур (от стенки модели, либо из набегающего потока). Показано, что предвестники являются пакетами волн Толлмина–Шлихтинга. Чем больше градиент скорости вблизи переднего фронта продольного возмущения (du/dX), тем раньше начинает нарастать волновой пакет-предвестник в области неблагоприятного градиента давления. Различие скоростей роста пакета на переднем фронте объясняется разными величинами градиентов (du/dX) вблизи фронтов соответствующих продольных структур. Чем большим градиентом скорости (du/dX) характеризуется фронт продольной структуры, тем интенсивнее развивался волновой пакет-предвестник. Уменьшение амплитуды продольной структуры задерживает нарастание волнового пакета-предвестника. Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ (НШ-2924–2014.1).

О МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ОБЛАСТЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗВЕЗДНЫХ ВЕТРОВ С ОКРУЖАЮЩЕЙ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДОЙ

Катушкина О.А., Акаев П.С., Измоденов В.В., Алексашов Д.Б.

Институт космических исследований РАН, г. Москва

okatushkina@gmail.com

Представлены первые результаты кинетического моделирования движения частиц пыли в астросферах (областях взаимодействия звездного ветра и межзвездной среды). Движение пылинки происходит под действием нескольких сил: сила гравитационного притяжения к звезде, сила радиационного отталкивания и сила Лоренца. Различные конфигурации течения плазмы и магнитного поля в астросферах приводят к различным распределениям пыли, которое может быть крайне неоднородно (наблюдаются «складки» плотности пыли в определенных областях). Рассмотрены результаты моделирования пыли на примере гелиосферы (астросферы вокруг Солнца).

СЦЕНАРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА СКОЛЬЗЯЩИХ КРЫЛЬЯХ

Качанов Ю.С.

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

г. Новосибирск

kachanov@itam.nsc.ru

Исследованы сценарии перехода к турбулентности в трёхмерных пограничных слоях на моделях скользящих крыльев в присутствии различной турбулентности потока и неровностей поверхности. Эксперименты проведены, как при низкой, так и при повышенной степени турбулентности набегающего потока. Представлен ряд сценариев перехода с подробной количественной визуализацией полей стационарной и пульсационной компонент возмущений скорости потока. Найдено, что во всех случаях разрушение ламинарного режима начинается с появления одной из разновидностей высокочастотной вторичной неустойчивости течения, свойства и условия возникновения которой зависят от параметров задачи.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ПОТОКОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ПРИЛОЖЕНИИ К ПРОБЛЕМАМ ОБЛЕДЕНЕНИЯ И ВХОДУ В АТМОСФЕРЫ ПЛАНЕТ

Кашеваров А.В., Моллесон Г.В., Стасенко А.Л.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

molleson@yandex.ru

Приведены математические модели и результаты численных исследований комплекса физических процессов, сопровождающих взаимодействие двухфазного потока с твердым телом. Для полидисперсного высокоскоростного потока, несущего твердые частицы, исследован передаваемый телу поток тепла. Построена модель гидротермодинамики пленки суспензии, движущейся по поверхности обтекаемого тела и постепенно превращающейся в твердый слой. Результаты работы могут быть использованы для предсказания обледенения конструкций летательного аппарата в водно-кристаллических переохлажденных облаках, а также для математического сопровождения экспериментов на газодинамических установках, моделирующих движение тел в запыленных атмосферах.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГНОЗАХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОМПОЗИТНЫХ КОЛОНН С ЖЕСТКОЙ АРМАТУРОЙ

Кашеварова Г.Г., Мартиросян А.С.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ggkash@mail.ru

В современных высотных зданиях на железобетонные колонны, поддерживающие перекрытия передается вертикальная нагрузка, достигающие 10000 тонн, а иногда и более. При этом необходимо учитывать случайные эксцентриситеты. Для армирования таких колонн целесообразно применять жесткую арматуру наряду с гибкой арматурой, создавая, таким образом, композитную конструкцию. В данной работе исследуется влияние выбора расчетных моделей на процесс деформирования и разрушения железобетонной колонны с жесткой металлической арматурой в порядке усложнения реализации для дальнейшего сравнения с натурными испытаниями. Рассматриваются модели с линейными и нелинейными свойствами материалов, с учетом полного контакта взаимодействия металла с бетоном и с включением гибкой арматуры.

КОЛЕБАНИЯ И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАПЛИ В ПЕРЕМЕННОМ НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Кашина М.А.¹, Алабужев А.А.²

Пермский государственный национальный исследовательский университет¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

79504671266@ya.ru

Исследуется поведение цилиндрической капли несжимаемой жидкости под действием неоднородного переменного электрического поля. Движение контактной линии описывается эффективным граничным условием: скорость движения контактной линии пропорциональна сумме отклонения краевого угла и скорости быстрых релаксационных процессов, частоты которых пропорциональна удвоенной частоте электрического поля. Получены данные об отклонении поверхности и частотных характеристиках в зависимости от параметров системы. С увеличением постоянной смачивания, влияние электрического поля становится более существенным, чем диссипативные механические эффекты при движении контактной линии.

Работа поддержана грантом РНФ № 14-21-00090.

ЗАКРИТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТЕРЖНЯ В УПРУГОЙ СРЕДЕ

Каюмов Р.А.¹, Тазюков Б.Ф.², Шакирова А.М.³

Казанский архитектурно-строительный университет¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет²

Казанский национальный исследовательский технический университет³

bulat.tazioukov@kpfu.ru

Рассматривается шарнирно опертая балка (пластина), в том числе предварительно изогнутая, находящаяся в упругой среде (например, волокно в матрице, обшивка трехслойной балки или пластины). Сначала исследуется закритический изгиб прямых балок различной длины, нагруженных сжимающей силой P . Получено, что при больших длинах в отличие от случая отсутствия

упругой среды после потери устойчивости увеличение прогибов происходит сначала при уменьшении силы P . Для подтверждения этого приводятся решения задач о сжатии двух и четырехзвенных балок, звенья которых соединены упругими пружинами, для которых получен такой же эффект. Кроме аналитического исследования задача решается численно методом конечных элементов. Далее также в геометрически нелинейной постановке исследуется поведение предварительно изогнутой балки, а также пологой арки, находящихся на упругом основании, под действием поперечной нагрузки. В предположении о постоянстве усилия сжатия по всей длине балки (в виду пологости) получены решения в аналитическом виде при различных граничных условиях. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №15-08-06018).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ОСАДКЕ ПОДЗЕМНОГО ГАРАЖА

Каюмов Р.А., Шакирзянов Ф.Р., Бутенко А.В.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

faritbox@mail.ru

Проводится расчет осадки системы конструкция-грунт при длительных нагрузках. Связь деформаций и перемещений считается линейной, используются соотношения Коши. Для оценки прочности конструкции используется критерий Мизеса, а в качестве критерия прочности грунта принимается критерий Друккера–Прагера. Ползучесть грунта учитывается по двум моделям деформирования грунтов – инкрементальной и наследственной теориям. Проводится тестовый расчет растяжения балки по двум методам и их сравнительный анализ. В качестве модельной рассмотрена задача оценки осадки подземного гаража, находящегося в грунтовой массе. Подземный гараж представляет из себя двухсекционное коробчатое строение. Сверху на него действует распределенная нагрузка от верхней части здания, а внутри гаража действует переменная нагрузка от автомобилей. НДС системы определяется методом конечных элементов. Для выявления закономерностей влияния геометрических и механических характеристик на осадку системы проводятся численные эксперименты на базе разработанного авторами комплекса программ МКЭ. Проводится анализ и выявляются закономерности при постоянной и переменной нагрузках. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-06018.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРА В СЛОЯХ ГРУНТА, СОДЕРЖАЩИХ ОЧАГИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Квасов А.А.

Лицей № 4, г. Орел,

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел

AAlKvasov@yandex.ru

В слоях грунта, содержащих загрязнённые области, ставится задача исследования работы водозабора без загрязнения. Это позволяет решить ряд важных экологических задач практики, связанных с мониторингом загрязнения в грунте. Работа поддержана грантом РФФИ № 12-01-97522p_центр_a.

РАСЧЕТ АЭРОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ САМОЛЁТА В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

Квятковская М.В., Леонтьева Р.В.

ОАО «Туполев», г. Москва

regina.leontjeva@gmail.com

Приведены методика и результаты расчета аэроупругих колебаний и флаттера в сверхзвуковом потоке в программном комплексе MSC.Nastran. В качестве объекта выбран гипотетический самолет с крылом большого удлинения. Дано сравнение аэродинамических теорий – и по методу гармонического градиента (ZONA51) и по методу постоянных давлений (CPM). Расчеты позволили оценить отличия в величине критических скоростей флаттера.

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПОТОКА КАВИТИРУЮЩЕЙ МАГМЫ ПРИ ВЗРЫВНОЙ ДЕКОМПРЕССИИ

Кедринский В.К., Давыдов М.Н., Чернов А.А.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

kedr@hydro.nsc.ru

Высокоскоростная гидродинамика взрывных вулканических извержений – целое направление, включающее динамику состояния магматического расплава, насыщенного газом и микро-кристаллитами, фазовые переходы, диффузию газа из расплава и эффекты пузырьковой кавитации за фронтом волн декомпрессии. Динамика структуры такого сложного многофазного течения с изменяющейся на порядки вязкостью несущей фазы, в которой исследования механизмов, определяющих цикличность выбросов, характерную для некоторых типов взрывных вулканических систем, и инверсию кавитирующего состояния расплава в состояние газ-капли – одна из фундаментальных проблем этого направления.

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ КЛАССЫ НЕСТАБИЛЬНЫХ ОБОБЩЕННО-ВЯЗКИХ СРЕД

Келлер И.Э.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

kie@icmm.ru

Известно, что в упруго-вязких средах с немонотонной зависимостью напряжений от скорости вязкой деформации самопроизвольно возникают распространяющиеся автоволны локализации деформации. Имеется точка зрения, что существование таких нелинейных диссипативных явлений обусловлено особыми видами реологии среды, расширяющей симметрии уравнений механики. С целью поиска таких видов реологии записаны двумерные уравнения медленного движения обобщенно-вязкой среды,

описываемой пропорциональной связью тензоров напряжений и скорости вязких деформаций с произвольными материальными функциями от инвариантов этих тензоров. В результате найден класс функций, способный описывать провал интенсивности напряжений в некотором локальном интервале интенсивностей скоростей вязких деформаций либо всплеск скоростей вязких деформаций в некотором локальном интервале интенсивностей напряжений. Подобные аномалии действительно наблюдаются в особых температурно-скоростных условиях деформирования металлических сплавов и сопровождаются автоволновыми процессами распространения очагов локализации деформации. Исследованы сценарии локализации деформации при одноосном растяжении одномерного упруго-вязкого образца, обсуждается возможность проверки соответствия изложенного механизма экспериментам и вопросы идентификации параметров модели. Предлагается модель с внутренней переменной и нелинейным эволюционным уравнением для нее, полнее учитывающая наследственные свойства материала. Обсуждается возможность построения математической теории рассматриваемых классов обобщенно-вязких сред, обеспечивающих условия полной интегрируемости уравнений равновесия и совместности скоростей деформаций.

ДИНАМИКА МНОГОФАЗНОЙ ЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ В УСЛОВИЯХ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ

Кильдибаева С.Р.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

freya.13@mail.ru

Интерес к изучению затопленных струй связан с прогнозированием распространения загрязнений в результате выбросов нефти и газа при разрыве трубопроводов и другими важными практическими приложениями. Расчет кинетических и теплофизических характеристик затопленной струи важен для определения траектории струи, скорости распространения, процесса смешивания с окружающей водой. Также важно знать температуру струи в каждом сечении, что позволит спрогнозировать образование гидратов в случае, когда рассматривается струя нефти и газа в условиях гидратообразования. В работе рассматривается динамика многофазной затопленной струи в условиях гидратообразования.

О ПРИМЕНЕНИИ I-ГЛАДКОГО АНАЛИЗА В ТЕОРИИ ПРИНЦИПА МАКСИМУМА ДЛЯ СИСТЕМ С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ

Ким А.В.¹, Иванов А.В.¹, Мурзин Р.И.²

Институт математики и механики УрО РАН¹, г. Екатеринбург

Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина²,

г. Екатеринбург

avkim@imm.uran.ru

На примере задачи оптимального быстрогодействия представлен подход к разработке теории принципа максимума Понтрягина для систем с последствием, основанный на применении методологии и конструкций i-гладкого анализа. Аналогично конечномерному случаю, для функционально-дифференциальных уравнений показана связь метода динамического программирования и принципа максимума Понтрягина.

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ И КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОЧАГОВЫХ ЗОН В ЗЕМНОЙ КОРЕ И ЛИТОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ СВЯЗЯХ

Ким А.С.

Национальный центр космических исследований и технологий, г. Алматы, Казахстан

kim.as@mail.ru

Рассмотрена математическая модель очага землетрясения в виде разрыва с взаимодействующими берегами, поставлена и аналитически решена начально-краевая задача о нестационарных процессах в предварительно напряженной среде при внезапном возникновении полубесконечного разрыва с вязким контактом берегов. Получены аналитические формулы для скорости, ускорения и перемещения среды. Решение задачи обобщено на случай трансверсально-изотропной среды, когда плоскость разрыва совпадает с плоскостью изотропии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСА В УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Киреев В.Н., Ковалева Л.А., Мусин А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

kireev@anrb.ru

Сформулирована математическая модель тепловой конвекции углеводородной жидкости при высокочастотном электромагнитном воздействии. Численно исследована динамика изменения температурного поля и конвективных структур. Показано, что наличие объемных источников тепла при электромагнитном нагреве, приводит к возникновению многовихревых течений. Проведено сравнение результатов численного моделирования с результатами экспериментальных исследований, которое показало хорошее согласование и подтвердило обоснованность сформулированной математической модели. Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (государственное задание №3.1251.2014/К).

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕЧЕНИЯ ТЕРМОВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Киреев В.Н., Низамова А.Д., Урманчеев С.Ф.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН, г. Уфа

said@anrb.ru

Рассмотрена задача о влиянии температурной зависимости вязкости на устойчивость течения жидкости в плоском канале с неоднородным температурным полем. Получена система двух обыкновенных дифференциальных уравнений для амплитуд возмущений скорости и температуры. Численно получены и исследованы спектры собственных значений для ламинарного течения жидкостей с линейными и экспоненциальными зависимостями вязкости от температуры. Показано, что температурная зависимость вязкости оказывает существенное влияние на устойчивость течения жидкости. Для случая взаимодействия различных видов гидродинамических неустойчивостей исследованы режимы течения термовязких жидкостей в зависимости от чисел Рейнольдса и Грасгоффа и построены соответствующие диаграммы. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 14-01-97034), Программы фундаментальных исследований ОЭМПУ РАН (ОЭ-12) и гранта для поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-2669.2014.1).

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СУХОГО ТРЕНИЯ В СЛУЧАЕ КОМБИНИРОВАННОЙ КИНЕМАТИКИ

Киреев А.А.

Институт проблем механики РАН, г. Москва

kireenk@ipmnet.ru

Предлагается универсальная методика построения феноменологических моделей сухого трения в случае комбинированной кинематики, представленных в максимально простой форме для использования в уравнениях движения. В основу положено построение точных интегральных моделей, учитывающих взаимосвязь всех компонент трения с последующей их аппроксимацией аналитическими функциями, представленными отношением линейной функции от кинематических параметров задачи к корню квадратному из их квадратичной формы. Приближенных модели интерпретируются, как феноменологические, так как их коэффициенты могут быть, как вычислены на основе аналитических свойств интегральных моделей, так и определены из эксперимента.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ СОВЕРШЕННОГО НЕРАВНОВЕСНОГО ГАЗА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Кириловский С.В., Цырюльников И.С.

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный

университет

kirilov@itam.nsc.ru

Рассматривается гиперзвуковое течение воздуха, CO₂ и их смеси в сопловом тракте импульсной высокоэнтропийной аэродинамической трубы ИТ-302М ИТПМ СО РАН. Показано что течение в сопловом тракте существенно неравновесно и что процессы колебательной неравновесности оказывают влияние на параметры потока в рабочей камере трубы. Численное и экспериментальное исследования молекулярного состава возмущений ИТ-302М показали, что электрический разряд в форкамере трубы является источником быстрых акустических волн, доминирующих по амплитуде, и распространяющихся вдоль оси соплового тракта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ШАГАЮЩЕГО КОЛЕСА

Кириханцева В.О., Лапшин В.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

vita_mail@bk.ru

Рассмотрена динамика движения шагающего колеса. Предполагается, что при постановке ноги «шагающего» колеса на опорную поверхность происходит абсолютно неупругий удар и нога не скользит по опорной поверхности. При ударе происходит потеря энергии и в результате при движении по горизонтальной поверхности скорость движения замедляется и колесо останавливается. При движении вниз по наклонной плоскости с достаточно большим углом наклона к горизонту колесо выходит на устойчивый периодический режим движения (автоколебания). При этом поступление энергии в систему обеспечивается за счет работы силы тяжести. Данная задача решена в нелинейной постановке.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ СКОРОСТЕЙ СОУДАРЕНИЯ С ЖЕСТКОЙ ПРЕГРАДОЙ

Киселев А.Б.¹, Серёжкин А.А.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

ВНИИ автоматики им. Н.Л. Духова², г. Москва

akis2006@yandex.ru

Детально исследуются особенности процесса соударения повреждаемого упругопластического цилиндра с недеформируемой стенкой (так называемая задача о цилиндре или тесте Тейлора): зависимость динамики взаимодействия от коэффициента трения между ударником и преградой, конечной формы ударника и продолжительности его контакта с преградой от начальной скорости и длины цилиндра, динамики изменения площади области контакта ударника и преграды, скоростей движения точек нарушения контакта и др. При высоких скоростях соударения (более 400 м/с для рассматриваемых металлических ударников) учитывается образование так называемых «лепестков», появление которых вблизи ударяющего торца цилиндра при таких скоростях нельзя игнорировать. Расчеты проведены в двумерной осесимметричной постановке с использованием оригинального комплекса прикладных программ «ТИС», в котором реализованы методы расщепления по физическим процессам и конечного объема на подвижных эйлеровых сетках.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА И ТРЕНИЯ НА ВИХРЕОБРАЗУЮЩЕМ РЕЛЬЕФЕ

Киселёв Н.А.¹, Бурцев С.А.², Виноградов Ю.А.¹, Стронгин М.М.¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

kiselev.nick.a@gmail.com

Проведено экспериментальное исследование влияния продольного и поперечного шагов массива лунок на процессы интенсификации теплоотдачи и трения в широком диапазоне чисел Рейнольдса. Коэффициент сопротивления определялся методом прямого взвешивания на однокомпонентных тензометрических весах с учетом перепада давлений в зазорах модели, коэффициент теплоотдачи – по темпу охлаждения поверхности исследуемой модели. Получены зависимости коэффициентов сопротивления и теплоотдачи от числа Рейнольдса для 18 моделей вихреобразующего рельефа, а также зависимости влияния густоты нанесения лунок на интенсификацию процессов теплообмена и сопротивления.

УЧЕТ СМЕЩЕНИЯ КАК ТВЕРДОГО ТЕЛА В МКЭ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Киселева Р.З., Киселев А.П.

Волгоградский государственный аграрный университет

rumia1970@yandex.ru

Показано, что использование в МКЭ инвариантной аппроксимации перемещений приводит в общем виде к возможности учета смещения конечного элемента как твердого тела.

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГУБЧАТОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАГРУЗКИ

Киченко А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

kichenko.alex@inbox.ru

Губчатая костная ткань является пористым анизотропным материалом, структурные особенности которого можно описать при помощи тензора структуры. Показан вывод соотношений, позволяющих описать напряженно-деформированное состояние губчатой кости с учётом её структуры и адаптационные процессы в ней. Осуществлена постановка начально-краевой задачи о перестройке губчатой костной ткани, разработан алгоритм её решения и на классическом примере осуществлена его верификация. Рассмотрен ряд задач, результаты показывают различный характер влияния изменения нагрузки на процесс формирования структуры и соответствуют закону Вольфа. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-04884-а.

М.В. КЕЛДЫШ И Л.И. СЕДОВ В ЦАГИ (1931– 1946 ГГ.)

Кишкина Н.Ю.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

nemirovata@mail.ru

Отмечаются яркие научные результаты М.В. Келдыша и Л.И. Седова в их совместной пятнадцатилетней деятельности в ЦАГИ, внесшие вклад в науку и технику, решившие проблемы военной промышленности и космонавтики. Конструкторские замыслы М.В. Келдыша воплощены в автоматических аппаратах и исследованиях атмосферы Венеры. В ЦАГИ М.В. Келдыш решил проблему самопроизвольного колебания крыльев при больших скоростях «флаттера» и потери устойчивости переднего колеса самолета «шимми». Многие математические работы, выполненные М.В. Келдышем совместно с Л.И. Седовым, известны по фундаментальным монографиям. Их многогранная деятельность в ЦАГИ возглавлялась академиком С.А. Чаплыгиным.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИММОБИЛИЗАЦИИ ПРИМЕСИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДЕНИЙ

Клименко Л.С., Марышев Б.С.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

lyudmilaklimenko@gmail.com

Исследуется дрейф твердых взаимодействующих частиц в капилляре, наполненном жидкостью. На входе и выходе из капилляра задан постоянный перепад давления, стенки капилляра твердые. Задача решена с помощью метода случайных блужданий. Получены зависимости скорости оседания частиц от скорости потока и начальной концентрации частиц в потоке. Исследована зависимость проницаемости канала от начальной концентрации частиц, средней скорости потока и объема осевших частиц. Произведены оценки времени закупорки канала. Работа выполнена при поддержке Гранта президента РФ (МК-6851.2015.1).

ДИНАМИКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА В СПЛОШНОЙ СРЕДЕ

Климина Л.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

klimina@imec.msu.ru

Рассматривается кривошипно-шатунный механизм, на шатуне которого закреплено крыло, взаимодействующее с потоком среды. На оси кривошипа закреплен ротор электрогенератора. Объект представляет собой упрощенную схему рабочего элемента проектируемой ветро/гидроэнергетической установки. Построена динамическая модель системы. Взаимодействие крыла со средой описывается на основе квазистатического подхода. Достаточные условия существования периодических режимов получены с

помощью асимптотического метода Пуанкаре–Понтрягина. Исследована орбитальная устойчивость таких режимов. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 14-08-01130, 15-01-06970.

О ДВИЖЕНИИ МАЯТНИКА ФУКО

Климов Д.М.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

Движение маятника Фуко давно привлекает внимание ученых. Уже при постановке знаменитого эксперимента Фуко возникал вопрос об ошибках, возникающих при выполнении этого эксперимента. В.Ф. Журавлев выполнил исследование движения маятника Фуко в фазовом пространстве применяемых в небесной механике тороидальных координатах. В настоящей работе поведение маятника связывается с изменением телесного угла.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНВАРИАНТНОСТИ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ ГАЗОВЗВЕСИ

Клиначева Н.Л.

*Южно-Уральский государственный (национальный исследовательский) университет,
г. Челябинск*

klinachevsv@is74.ru

Рассмотрены модели газовзвеси, широко используемые при решении задач распространения ударных волн в гетерогенных средах. Исследовалась инвариантность этих моделей к преобразованиям Галилея. В результате численного моделирования получены результаты, показывающие, что не все модели газовзвеси являются инвариантными к преобразованиям Галилея.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ТОНКИХ ОБОЛОЧЕК НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСКРЕТИЗАЦИИ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ С ВЕКТОРНОЙ АППРОКСИМАЦИЕЙ ПОЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Клочков Ю.В., Вахнина О.В., Киселева Т.А.

Волгоградский государственный аграрный университет

Klotchkov@bk.ru

Предлагается и реализуется инвариантная аппроксимация искомым величин в векторной формулировке при формировании матриц жесткостей четырехугольного и треугольного конечных элементов.

ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЯЮЩЕЙ БЫСТРОВРАЩАЮЩУЮСЯ УПРУГУЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ОБОЛОЧКУ

Клюева Н.В., Солдатов И.Н.

Институт проблем машиностроения РАН³, г. Нижний Новгород

erfv@inbox.ru

Рассмотрены волновые движения вязкой несжимаемой жидкости, частично заполняющей вращающуюся цилиндрическую оболочку. Исследованы дисперсионные характеристики нормальных мод. Показано, что при учёте упругости оболочки появляются дополнительные «медленные» моды.

ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ТЕРМОУПРУГОЙ ДИФФУЗИИ В ПРОЦЕССАХ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Князева А.Г., Ильина Е.С., Демидов В.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

anna-knyazeva@mail.ru

Представлена модель теории термоупругой диффузии и ее обобщение на многокомпонентные среды с вакансиями и химическими реакциями. Простейший вариант модели включает уравнения равновесия с учетом сил инерции, уравнения баланса тепла и компонентов, а также линейные определяющие соотношения между приращениями упругих напряжений, химических потенциалов компонентов и энтропии, с одной стороны, и приращениями деформаций, концентраций и температуры, с другой стороны. Уравнения для потоков тепла и компонентов в общем случае включают соответствующие времена релаксации. В качестве приложения рассматривается задача об обработке поверхности материала потоком частиц.

СПЕКТР СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СЕЙШ В ПРОТЯЖЕННЫХ ВОДОЁМАХ СО СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ СЕЧЕНИЯ

Князьков Д.Ю.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

knyaz@ipmnet.ru

Изучается влияние различных возмущений формы бассейна на сейши. Рассматриваются длинные гравитационные волны в протяжённом озере для случая идеальной жидкости. Была написана вычислительная программа, реализующая метод ускоренной сходимости. Сравнение с численными и экспериментальными результатами других авторов показало достоверность и высокую точность получаемых в программе результатов. Было установлено влияние локальных возмущений сечения водоёма на вид про-

изводных собственных форм и осцилляционный характер собственных частот в зависимости от положения возмущения. Показана ограниченность возможности применения понятия «средней глубины» для описания сейшевых колебаний.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ МАНЕВРЕННОСТИ, МОБИЛЬНОСТИ И БЫСТРОДЕЙСТВИЯ РОБОТОВ, ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ПО ПРОИЗВОЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫМ В ПРОСТРАНСТВЕ ПОВЕРХНОСТЯМ

Князьков М.М., Семенов Е.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

ipm_labrobotics@mail.ru

Исследовались возможности оптимизации конструкции миниатюрного мобильного робота, предназначенного для перемещения по сложным поверхностям, расположенным под различными углами к горизонту, в том числе под углами 90°. Большое внимание уделяется упрощению алгоритмов управления перемещения робота, что связано с необходимостью повышения надежности работы таких алгоритмов в условиях, когда робот перемещается в динамически изменяемых средах. Рассматривались комбинированные приводные системы и устройства сцепления с поверхностью перемещения робота с целью повышения маневренности, мобильности и быстродействия роботов вертикального перемещения в неструктурированных средах с подвижными препятствиями. Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 14-11-00298.

ПРИНЦИП МАКСИМУМА СКОРОСТИ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ НА ДЕЙСТВИТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ СИСТЕМЫ В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Кобрин А.И.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

kobrinai@yandex.ru

Применимость как «принципа наименьшего порождения энтропии» Пригожина, так и «принципа максимума производства энтропии» Циглера отражает иерархию термодинамических процессов. На малых временах система стремится к состоянию с максимальной энтропией, на больших временах она уменьшает производство энтропии. Использование связанного с принципами термодинамики «принципа максимума скорости диссипации энергии на действительном движении системы» Мизеса для быстрых (ударных) процессов позволяет увеличить число определяющих соотношений и снять проблему неопределенности, не прибегая к дополнительным ссылкам на экспериментальный материал. Даны примеры применения принципа Мизеса при решении ряда задач.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

Ковалев В.Л.¹, Крупнов А.А.¹, Якунчиков А.Н.¹, Ветчинкин А.С.², Брюханов И.А.¹,
Косьянчук В.В.¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Институт химической физики РАН², г. Москва

valerykovalev@yandex.ru

Развиты новые методы предсказательного моделирования неравновесных физико-химических процессов и свойств материалов. Междисциплинарный анализ позволил разработать многоуровневые модели и соответствующие программные средства их реализации. С их помощью получены новые результаты при исследовании неравновесных потоков в энергетике и авиакосмической промышленности, в микро- и наноструктурах с учетом топологических особенностей и молекулярного строения сред. Работа поддержана РФФИ (проекты № 14-01-00310а и №13-01-12091-офи-м).

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ В ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕМНЫХ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Ковалев О.Б.

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

г. Новосибирск

kovalev@itam.nsc.ru

Обсуждаются проблемы моделирования и диагностики процессов в аддитивных технологиях лазерного изготовления металлоизделий сложной геометрии. К ним относится прямое лазерное нанесение материалов и селективное плавление порошков. Оборудование указанных технологий непрерывно совершенствуется, однако физика процессов изучена пока недостаточно полно, оптимизация параметров осуществляется, в основном, эмпирическим способом. В связи с этим возрастает роль диагностики и математического моделирования, которое может дополнить натурные физические эксперименты. В работе представлены результаты исследований процессов, протекающих при коаксиальной лазерной наплавке и селективном плавлении порошков.

УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

Ковалев Ю.М.

*Южно-Уральский государственный (национальный исследовательский) университет,
г. Челябинск
yum_kov@mail.ru*

Построены уравнения состояния молекулярных кристаллов. Актуальность работы заключается в том, что все твердые взрывчатые вещества являются молекулярными кристаллами. Разработав математическую модель уравнения состояния молекулярного кристалла, можно будет прогнозировать поведение твердых взрывчатых веществ при высоких давлениях и температурах. Сложность построения уравнения состояния молекулярного кристалла состоит в том, что большое число степеней свободы молекул, входящих в состав кристалла, не позволяет проведение прямых вычислений. В данной работе был предложен подход, который позволил получить аналитическую зависимость коэффициента Грюнайзена от объема и определить параметры тепловой составляющей уравнения состояния молекулярного кристалла. Работа поддержана грантом РФФИ №13-01-00072.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПОЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ НА ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ

Ковалева Л.А., Зиннатуллин Р.Р., Муллаянов А.И., Благодичнов В.Н., Валиев Ш.М.

*Бакирский государственный университет, г. Уфа
rasulz@yandex.ru*

Исследовано последовательное и комплексное (одновременное) воздействие сверхвысокочастотного электромагнитного излучения и поля центробежных сил на устойчивые водонефтяные эмульсии. Описана установка для комплексного воздействия сверхвысокочастотного электромагнитного излучения и поля центробежных сил на водонефтяные эмульсии. Исследовано влияние параметров обработки водонефтяных эмульсий сверхвысокочастотным электромагнитным излучением. Показана эффективность комплексного воздействия с целью расслоения водонефтяных эмульсий.

ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Коваленко Ю.Ф., Журавлев А.Б., Карев В.И.

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
perfolinkgeo@yandex.ru*

На Испытательной системе трехосного независимого нагружения (ИСТНН) Института проблем механики РАН выполнено физическое моделирование влияния природного напряженного состояния на деформирование и разрушение породы в окрестности горизонтальной скважины. Показано, что наличие бокового распора оказывает существенное влияние на устойчивость ствола скважины, и этот факт необходимо учитывать при строительстве и эксплуатации скважин. Проведено математическое моделирование упругопластического деформирования породы в окрестности горизонтальной скважины с целью оценки риска смятия колонн нефтяных и газовых скважин.

НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

Ковтанюк Л.В.¹, Панченко Г.Л.²

*Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН¹, г. Владивосток
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса²
lk@iacp.dvo.ru*

В рамках модели больших деформаций приводится решение последовательности связанных задач термоупругопластичности о зарождении и развитии течения среды в цилиндрической трубе в условиях меняющегося перепада давления и разогрева материала за счет трения о стенку трубы, и последующем торможении течения при медленном снятии нагрузки и остывании материала слоя. Теплофизические и деформационные процессы взаимосвязаны при зависимости предела текучести от температуры. Указаны условия зарождения вязкопластического течения, закономерности продвижения по слою упругопластических границ, рассчитываются скорости течения, большие деформации, как необратимые, так и обратимые.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАГРЕТЫХ И НАГРУЖЕННЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК

Коган Е.А., Лопаницын Е.А.

*Университет машиностроения (МАМИ), г. Москва
kogan_ea@mail.ru*

Рассматриваются малые свободные колебания предварительно термонагруженной непологой конструктивно ортотропной конической свободно опертой трехслойной оболочки, имеющей реальный прототип. Для описания поведения оболочки используются ранее полученные линеаризованные уравнения оболочек конечного прогиба. Они основаны на гипотезе ломаной линии для всего пакета слоев и учитывают зависимость их физико-механических свойств от температуры. Решение задачи построено методом Релея–Ритца с многочленной аппроксимацией перемещений и сдвиговых деформаций оболочки. Показана достаточная для ин-

женерных расчетов степень достоверности применяемых уравнений и найдены причины динамического разрушения рассматриваемой оболочки.

ПОЛНОСТЬЮ НЕЯВНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА ДЛЯ РАСЧЕТА МНОГОФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ СО СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Козелков А.С.^{1,2}, Куркин А.А.², Мелешкина Д.П.¹

*Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики¹,
г. Саров*

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

aakurkin@gmail.com

Рассматривается метод расчета многофазных течений со свободной поверхностью в односкоростном приближении на базе полнотой неявной связи скорости и давления при решении системы уравнений Навье–Стокса. Связь уравнения неразрывности и уравнений сохранения количества движения осуществляется за счет неявных слагаемых градиента давления и массового потока. Получаемые коэффициенты суммируются в общую связанную матрицу. Представленные результаты верификации методики на известных задачах, имеющих экспериментальные данные, хорошо согласуются между собой.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ МАСШТАБИРУЕМОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Козелков А.С., Лашкин С.В., Ялозо А.В.

*Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики,
г. Саров*

askozelkov@mail.ru

Представлены результаты комплексного исследования двух фундаментальных проблем вычислительной гидродинамики – турбулентности и скорости вычислений. Исследования проведены применительно к вычислениям на произвольных неструктурированных сетках, использование которых наиболее рационально в промышленных приложениях. Приводятся результаты анализа применения современных подходов к моделированию турбулентности на сетках различного типа, а также оценка количества ячеек и их характерный размер для эффективного применения в промышленных приложениях вихреразрешающих моделей. Для ускорения вычислений на супер-ЭВМ петафлопсного класса представлена технология каскадного сбора грубых уровней. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-0712079офи_м.

ВЛИЯНИЕ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ ПОСАДОЧНЫЙ УДАР, НА КОЛЕБАНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ПРИ ПОСАДКЕ САМОЛЕТА

Козин В.М.¹, Матюшина А.А.²

*Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН¹, г. Комсомольск-на-Амуре
Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет²,*

г. Комсомольск-на-Амуре

amatiushina@gmail.com

Представлено теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния ледяного покрова под влиянием посадочного удара и последующего нестационарного движения самолета Ил-76ТД при посадке на лед. Возможность использования ледяного покрова в качестве взлетно-посадочной полосы оценивается с помощью критерия «напряжение разрушения».

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИЛ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ УСАДКЕ ВОЛОКОН ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Козинцев В.М., Челюбеев Д.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

kozincev@mail.ru

Основными причинами усадки синтетических волокон являются внутренние напряжения, возникающие в процессе их производства. Ранее в основном изучались деформационные процессы термической усадки синтетических нитей и влияние температуры на физико-механические свойства волокон. В докладе представлены методика и некоторые результаты экспериментальных исследований механических сил, возникающих при температурной усадке волокон. Описаны спекл-интерферометрическая установка и технология для определения усадочных сил в волокнах.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕЧЕНИЙ ИОНИЗУЮЩЕГОСЯ ГАЗА В КАНАЛЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО ПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Козлов А.Н., Коновалов В.С.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

andrey-n-kozlov@mail.ru

Проведено численное исследование условий возникновения нестационарных пульсирующих течений ионизирующегося газа в канале плазменного ускорителя с азимутальным магнитным полем. В основу модели положены МГД-уравнения с учетом электро-

проводности и теплопроводности в трехкомпонентной среде, состоящей из атомов, ионов и электронов. Модель включает дополненное уравнение кинетики ионизации и рекомбинации. В результате серии расчетов выявлено эмпирическое условие стационарности течений ионизирующегося газа. Установлено, что предварительный нагрев поступающего газа приводит к установлению пульсирующих течений.

УСТОЙЧИВОСТЬ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ И ИХ ГОРЕНИЕ (ОБЗОР)

Козлов В.В.

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

г. Новосибирск

kozlov@itam.nsc.ru

Приведён обзор последних работ по неустойчивости струйных течений и влиянию неустойчивости потока на процессы горения. Представлены результаты большого цикла экспериментальных исследований структуры и характеристик развития дозвуковых круглых и плоских макро- и микроструй. Показаны особенности развития данных течений в зависимости от изменений начальных условий на срезе сопла и акустического воздействия. Установлена возможность управлять структурой круглой и плоской макроструи, изменяя профиль скорости на срезе сопла с «ударного» на параболический. Впервые представлен сценарий взаимодействия кольцевых вихрей с полосчатыми структурами. Обнаружены новые явления при воздействии поперечного акустического поля на микрострую и микроструйное горение. К ним относятся: уплощение и раздвоение круглой микроструи и пламени, при горении пропана и водорода в ней, раздвоение и закрутка плоскости плоской микроструи и пламени, при горении пропана в ней, на ее краях в направлении переменного вектора скорости потока, создаваемого поперечным акустическим полем.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГИХ МАТЕРИАЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НАГРУЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ CAE FIDESYS

Козлов В.В.

ООО «Фидесис», г. Москва

v.kozlov@saldlab.com

Рассматриваются аспекты процесса автоматизации моделирования поведения изотропных нелинейно-упругих материалов под воздействием различных нагрузок. В качестве инструмента для обозначенной автоматизации предлагается рассмотреть отечественную CAE Fidesys. Отмечается возможность использования данного программного продукта вследствие успешно пройденного и приведенного в докладе процесса верификации CAE Fidesys на тестовых видах нагружения нелинейно-упругих материалов, имеющих аналитическое решение, а также рекомендуемых NAFEMS.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ КРУГЛОЙ СТРУИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Козлов В.В., Литвиненко Ю.А., Литвиненко М.В.

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

г. Новосибирск

litmar@itam.nsc.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию начальных условий (распределения средней скорости на срезе сопла, наличие периодических шероховатостей на кромке сопла, его конфигурации) на образование вихревых структур в круглой затопленной струе. Обсуждаются картины дымовой визуализации при изменении начальных условий ее формирования и акустическом воздействии на струю. Показана возможность увеличивать область ламинарного течения в струе и затягивать процесс ее турбулизации по пространству за счет параболизации профиля скорости на срезе сопла при его удлинении. Выявлены особенности развития круглой струи, сформированной в криволинейном канале. Установлены особенности развития круглой струи с малым диаметром при воздействии на нее акустических колебаний.

ТЕРМОВИБРАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ КОНТЕЙНЕРЕ. РОЛЬ ИНЕРЦИОННЫХ ВОЛН

Козлов В.Г., Иванова А.А., Рысин К.Ю.

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

kozlov@pspu.ru

Изучается роль инерционных волн в осредненной тепловой конвекции во вращающемся контейнере. Волны возникают в результате колебаний неизотермической жидкости при вращении контейнера во внешнем статическом силовом поле. Эксперименты выполняются в контейнерах разной геометрии: в вертикальном плоском слое и горизонтальном цилиндре. Обнаружено, что инерционные волны, возбуждаемые вблизи торцевых границ, генерируют в неизотермической жидкости потоки в виде регулярной системы азимутальных вихрей и изменяют теплоперенос до порога возбуждения вибрационной конвекции.

Работа выполнена в рамках гос. задания Минобрнауки РФ 214/372 при поддержке РФФИ (грант 13-01-00675а).

ОСРЕДНЁННОЕ ВИХРЕВОЕ ТЕЧЕНИЕ В КОАКСИАЛЬНОМ ЗАЗОРЕ ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ВИБРАЦИЯХ

Козлов Н.В.¹, Паро Д.², Стамбули М.²

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет¹

Центральная школа Парижа², Шатне-Малабри, Франция

kozlovn@pspu.ru

Проводится экспериментальное и численное исследование динамики изотермической жидкости в коаксиальном зазоре с выступлениями при вращательных вибрациях. Выступы (активаторы) расположены регулярно на внешней стенке зазора. Под действием вибраций в слоях Стокса на активаторах генерируется среднее течение, приводящее к формированию в слое периодической системы вихрей, положительной и отрицательной закрутки. При повышении интенсивности вибраций размер вихрей возрастает, и течение пороговым образом теряет симметрию: вихри одинаковой закрутки объединяются в один, опоясывающий внутреннюю стенку. Работа поддержана Минобрнауки Пермского края (пр. С-26/625) и РФФИ (грант 13-01-00675а).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАКОПЛЕННЫХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Козлова М.А.¹, Кобенко С.В.², Туч Е.В.¹

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН¹, г. Томск

Нижегородский государственный университет²

kozlova_ma@mail.ru

Приведены результаты исследования процесса разрушения металлических преград с учетом анизотропии упругих, пластических и прочностных свойств материалов с использованием нового критерия разрушения. Критерий разрушения позволяет учитывать кинетику накопления микроповреждений в волнах сжатия и растяжения, а также учитывать анизотропию величин предельных накопленных пластических деформаций в направлении осей симметрии материалов. Моделирование динамического нагружения преград из анизотропных материалов проведено в рамках механики сплошной среды методом конечных элементов в трехмерной постановке с использованием разработанных авторами программ.

О ТЕРМОДИФУЗИОННОМ РАЗДЕЛЕНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОЛОННЕ

Козлова С.В., Рыжков И.И.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

sonique@icm.krasn.ru

Проведено теоретическое исследование процесса разделения многокомпонентной смеси в цилиндрической термодиффузионной колонне. На внутреннем и внешнем цилиндрах поддерживаются различные постоянные температуры. Смесь движется в вертикальном направлении, плотность смеси линейно зависит от температуры и концентрации компонентов. Используются цилиндрические координаты с целью учета влияния кривизны и отношения радиусов цилиндров на процесс разделения. Построено точное решение, которое имеет различный вид в зависимости от управляющих параметров. При стремлении отношения радиусов цилиндров к единице результаты сводятся к случаю плоской колонны.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА НА ПРОЧНОСТЬ КОМПОЗИТНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Кокуров А.М.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

and-kokurov@yandex.ru

Рассматривается методика численного исследования прочности элементов конструкции из композиционных материалов с дефектами типа отслоений с учетом таких факторов как структура слоистого композита, геометрия зоны расслоения, геометрически нелинейный характер деформирования. Работа поддержана грантом РНФ № 14-19-00776.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ, СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В 2D И 3D АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТАХ И ВЫСОКОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ

Кокшаров В.С., Палкин Д.Д., Судаков И.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

koksharovvs@gmail.com

Разработан метод аналитического построения условных и безусловных многоточечных моментных функций стохастической структуры, случайных полей напряжений и деформаций в однонаправленно армированных и дисперсно-упрочненных композициях матричного типа, и неоднородных материалах с туннельными цилиндрическими и сферическими порами. Сформулированы и доказаны теоремы о знаке производных условных и безусловных моментных функций второго и третьего в точках, соответствующих нулевым значениям аргументов, и о локальной изотропии случайных полей структуры, напряжений и деформаций для случаев, когда поперечные сечения волокон, частицы армирующего наполнителя и поры имеют одинаковые и произвольные диаметры. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 15-01-08678) и в рамках задания № 2014/152 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части госзадания Минобрнауки РФ (код проекта – 1911).

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ГЕНЕРИРУЕМОЕ ЛИНЕЙНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ЗАРЯЖЕННОЙ КАПЛИ, ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ ВО ВНЕШНЕМ ОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Колбнева Н.Ю., Артёмова Т.К.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

kolbneva-nata@yandex.ru

Найдена равновесная форма заряженной капли во внешнем электростатическом поле с учетом разложения до второй степени квадрата эксцентриситета. Выведено дисперсионное уравнение для осцилляций на основной (второй) моде заряженной сферои-дальной капли проводящей жидкости в однородном электростатическом поле с учетом потерь на излучение электромагнитных волн. Показано, что такая капля излучает электромагнитные волны. Проведена оценка интенсивности электромагнитного излучения и ширины полосы его частот в зависимости от размеров капли, её заряда и напряженности внешнего поля для отдельной капли и для облака.

ИЗГИБ РАЗДУТЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ КРИВЫХ ТРУБОК

Колесников А.М.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Alexey.M.Kolesnikov@gmail.com

Под кривой трубкой понимается оболочка в виде сектора тора. В данной работе рассматривается задача об изгибе тонкостенной кривой трубки, нагруженной внутренним давлением. Материал трубки считается высокоэластичным и несжимаемым. Задача рассматривается в рамках нелинейной теории мягких оболочек. Используя полуобратный метод, двумерная задача статики сводится к краевой задаче для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, которая решается численно. Рассмотрены кривые трубки с эллиптическим поперечным сечением и различной начальной кривизны. Построены зависимости между внутренним давлением, изгибающим моментом и кривизной центральной оси.

ВЛИЯНИЕ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМОВ О И МОЛЕКУЛ СО НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И КВАРЦА НА ТЕПЛООБМЕН ДЛЯ УСЛОВИЙ ВХОДА В АТМОСФЕРУ МАРСА

Колесников А.Ф., Гордеев А.Н., Васильевский С.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

koles@ipmnet.ru

Представлены результаты экспериментальных и численных исследований теплообмена в дозвуковых струях диссоциированного углекислого газа ВЧ-плазматрона ВГУ-4 для режимов, моделирующих нагрев аппарата ЕхoMars. Измерения тепловых потоков к поверхностям различных материалов показали значительное влияние каталитических свойств поверхностей, которые по степени убывания теплового потока располагаются в следующем порядке: серебро > медь > нержавеющей сталь > кварц. Представлена методика определения коэффициента каталитической рекомбинации γ_{wco} по измеренному тепловому потоку на основе самосогласованной двухпараметрической модели рекомбинации атомов О и молекул СО на поверхности кварца.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕРМОУПРУГОГО КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Колесников В.И.¹, Чебаков М.И.², Ляпин А.А.², Колосова Е.М.², Колесников И.В.¹

Ростовский государственный университет путей сообщения¹

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

chebakov@math.sfedu.ru

На основе конечно-элементного подхода реализовано математическое моделирование связанных нестационарных задач контактного взаимодействия в узлах трения в рамках линейной термоупругости с учетом тепловыделения от трения и теплообмена с окружающей средой. В качестве примера рассмотрены тормозные системы, композиционные подшипники скольжения и другие узлы. Проведены расчёты их напряженно-деформированного состояния и температурных полей, построены зависимости их значений от времени, относительных скоростей, величин нагрузок, геометрических, механических и теплофизических параметров. Проведена оптимизация некоторых узлов трения, определены параметры, при которых сохраняется их работоспособность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-29-00116).

НАУЧНО-МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ 16–17 ВЕКОВ И СОВРЕМЕННАЯ МЕХАНИКА

Колесников С.Н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

wiseacre@inbox.ru

Рассмотрен новый подход к историко-научному материалу периода «научно-технической революции 16–17 веков», который позволил выявить во многом совершенно неожиданные аспекты произошедших в это время изменений в науке и мировоззрении и обнаружить важные взаимосвязи с современным развитием механики. Прежде всего, это касается прочтения известных книг Н. Коперника «О вращении небесных сфер» и И. Ньютона «Математические начала натуральной философии», так же, как и роли содержащихся в последней книге «законов Ньютона» в развитии науки. На основе предложенного материала складывается интересная картина возможностей применения самых современных разделов механики в экономических приложениях.

ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Коллеров М.Ю.¹, Семенов В.Н.²

Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского¹, г. Москва

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского², г. Жуковский

semenov_vlanik@mail.ru

Практическое использование сплавов с памятью формы (СПФ) и перспективы реализации новых технических решений для интеллектуальных устройств на основе никелида титана (NiTi, нитинол). Свойства СПФ: эффект памяти формы; высокая прочность, мощные силовые реакции, вызываемые нагревом; почти 2–3-кратное изменение модуля упругости при мартенситном преобразовании; замкнутые технические циклы формоизменения. Приоритетное внедрение в областях с высокой платой за функциональные возможности новых изделий: медицине, авиации и космонавтике; пожарном деле и нефтегазовой промышленности.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ, ДЕМОНСТРИРУЮЩИХ ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА «ОТВЕРДЕВАНИЯ»

Колодежнов В.Н.

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия

им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

kvn117@mail.ru

Дана характеристика аномального поведения некоторых видов суспензий на основе полимерных композиций и мелкодисперсных частиц, которые при малых значениях скорости сдвига демонстрируют вязкопластическое поведение. Дальнейшее же увеличение скорости сдвига приводит к проявлению у них нетрадиционного эффекта «отвердевания». Предложена реологическая модель механического поведения таких сплошных сред. Рассмотрены две возможные схемы течения таких жидкостей в цилиндрическом канале. На основе анализа полученных распределений скорости показано, что при достаточно больших перепадах давления возникает эффект «запирания» канала.

О ТРЕХВОЛНОВОМ РЕЗОНАНСНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВОЗМУЩЕНИЙ В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ НА МОДЕЛИ СКОЛЬЗЯЩЕГО КРЫЛА

Колосов Г.Л., Смородский Б.В.

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

г. Новосибирск

smorodsk@itam.nsc.ru

Проведены совместные экспериментальные и теоретические исследования устойчивости сверхзвукового трехмерного пограничного слоя на модели скользящего крыла. Эксперименты с контролируемыми возмущениями выявили наличие трехволновых резонансных взаимодействий мод неустойчивости поперечного течения. Расчеты на основе слабонелинейной теории (СНТ) устойчивости показали возможность параметрического усиления компонент резонансных триплетов волн. Рассчитанные по СНТ кривые нарастания компонент резонансного триплета находятся в хорошем согласовании с измерениями. Сделан вывод о том, что СНТ достаточно хорошо описывает начальную стадию нелинейной эволюции возмущений в пространственном сжимаемом пограничном слое.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛАТТЕРА СИСТЕМЫ «КРЫЛО – ДВИГАТЕЛЬ НА ПИЛОНЕ» ТЯЖЕЛОГО САМОЛЕТА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Комаров М.С.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

komaroff.mikhail@yandex.ru

На основании комплекса проведенных экспериментальных исследований по флаттеру на динамических подобных моделях в аэродинамической трубе и натуре определены пути по выбору рациональной динамической компоновки тяжелых самолетов с определенными жесткостными параметрами пилонов двигателей под крылом, выполнены мероприятия по повышению критической скорости флаттера самолетов и обеспечена их безопасность от флаттера.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ВНЕШНЕЙ ОБОЛОЧКИ С ТОНКИМ ПУЛЬСИРУЮЩИМ СЛОЕМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Кондратов Д.В.¹, Кондратова Ю.Н.², Плаксина И.В.¹, Попова А.А.³

Поволжский институт управления им. П.А. Столыпина¹, г. Саратов

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского²

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина³

KondratovDV@yandex.ru

Исследована механическая модель системы, представляющая собой трубу кольцевого профиля, образованную двумя поверхностями соосных цилиндрических оболочек, взаимодействующих с вязкой несжимаемой жидкостью, внешняя из которых является геометрически нерегулярной, а внутренняя – абсолютно жесткий цилиндр при воздействии гармонического перепада давления

на концах трубы. Построена математическая модель этой механической системы. Найдены выражения для амплитудных и фазовых частотных характеристик внешней геометрически нерегулярной оболочки. Произведено численное моделирование амплитудных частотных характеристик. Работа поддержана грантами РФФИ 13-01-00049-а, 15-01-01604-а.

ДВИЖЕНИЕ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СМЕСИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБЕ: РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ И СРАВНЕНИЕ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ

Кондратьев А.С., Швыдько П.П.

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

ask41@mail.ru

Движение двухфазного потока в горизонтальной трубе представлялось в виде суперпозиции горизонтальных плоских слоев, проведенных в вертикальной плоскости. При движении частиц учитывались силы: гидродинамического сопротивления, градиента давления, веса, Архимеда, Магнуса, Сафмана, турбофореза; стесненность движения жидкости в межчастичном пространстве, ударное взаимодействие между частицами и процесс диффузии частиц в вертикальном направлении. Проведено сопоставление расчетных и опытных данных по движению полимодальной смеси твердых частиц с условными диаметрами от 38 до 575 мкм (6 фракций), плотностью 2820 кг/м³, объемной доли твердой фазы 0,04 и 0,26 и скорости движения потока 2 и 3,5 м/с.

ОПИСАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИКРИСТАЛЛАХ ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ

Кондратьев Н.С., Исупова И.Л., Няшина Н.Д.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

kondratevns@gmail.com

Описание процессов интенсивного пластического деформирования невозможно без детального рассмотрения дефектной структуры материала различных масштабных уровней. В работе предлагается двухуровневая модель пластического деформирования при термомеханических воздействиях с учетом мартенситных, диффузионных фазовых превращений, динамической рекристаллизации и возврата. Основу модели составляет явное физическое описание процессов, протекающих в материале. Рассматривается широкий спектр основных и аккомодационных механизмов пластического деформирования, сопровождающих отмеченные процессы. Результаты моделирования, в том числе характеристики эволюционирующей структуры, согласуются с натурными данными.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ С РАЗНЫМ ОБЪЕМОМ ПЛАСТИЧНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПОДВИЖНЫХ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Коноваленко Иг.С., Коноваленко Ив.С.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

igkon@ispms.tsc.ru

В рамках метода подвижных клеточных автоматов построена двумерная модель механического поведения керамического композиционного материала с разным объемом порового пространства и долей пор, содержащих пластичный наполнитель, при сдвиговом нагружении. На основе численных расчетов построена аналитическая оценка для зависимости прочностных и упругих свойств материала при сдвиге, от его общей пористости и доли пор, содержащих наполнитель.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРО- И ТЕРМОУПРУГОСТИ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ЛОКАЛЬНО ПОВРЕЖДЕННЫМ ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Коновалов А.В., Антуфьев Б.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Alexey.VL.Kononov@gmail.com

Исследуется динамическое поведение тонкостенной конструкции с локально поврежденным теплозащитным покрытием. Работа разделена на несколько частей: исследование свободных и вынужденных колебаний удлиненной тонкостенной конструкции; частотный отклик конструкции на действие ударного широкополосного спектра; решение задачи термоупругости для оболочки с локально разрушенным защитным покрытием; задача нелинейного флаттера для пластины с локально разрушенным защитным покрытием. Вследствие разрушения теплозащитного покрытия рассматривается изменение жесткостных и массово-инерционных характеристик системы.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ СВЯЗЫВАНИЯ В МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ
«ЭУКАРИОЦИТ–ЛИПОПОЛИСАХАРИД БАКТЕРИЙ РОДА YERSINIA» МЕТОДОМ
ЛАЗЕРНОГО ПИНЦЕТА**

Кононенко В.Л.^{1,2}, Конышев И.В.^{3,4}, Бывалов А.А.^{3,4}

Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН¹, г. Москва

*Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии
им. Дмитрия Рогачева², г. Москва*

Вятский государственный университет³, г. Киров

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН⁴, г. Сыктывкар

vlkononenko@gmail.com

Методом лазерного пинцета исследованы силы связи в модельной системе «макрофаг мыши–полистироловая микросфера, покрытая препаратом липополисахарида (ЛПС) иерсиний (опыт) или бычьим сывороточным альбумином (BSA) (контроль)». Измерены распределения сил отрыва микросферы, удерживаемой пинцетом, от клетки, отодвигаемой со скоростью 0,1 мкм/сек. Получены верхние оценки сил связи: ~27 пН и ~21 пН для ЛПС из клеток *Y. pseudotuberculosis*, выращенных при 10°C и 37°C, ~20 пН для ЛПС из бактерий штамма *EV Y. pestis*, и ~12 пН для BSA. Форма гистограмм сил указывает на возможность специфического связывания ЛПС в диапазоне сил (13–27) пН. Наблюдалась многостадийность процесса отрыва. Работа выполнена при поддержке гранта в рамках государственного задания на оказание услуг (код гос. регистрации 114101440040).

РАСЧЕТ ТОЧЕЧНОГО ВЗРЫВА МЕТОДОМ ГОДУНОВА

Кононов А.А.

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, г. Одесса, Украина

aak_odessa@yahoo.co.uk

При помощи метода Годунова исследовано поведение сферической взрывной волны, образованной локализованным источником. Основным результатом работы является адаптация метода к задаче и сравнение полученных результатов с классическим расчетом Д.Е. Охочимского.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОМЕХАНИКИ РОТАЦИОННОЙ ФЛЕКСИОННОЙ ОСТЕОТОМИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО УЧАСТКА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Коноплев Ю.Г.¹, Саченков О.А.¹, Андреев П.С.², Хасанов Р.Ф.², Яшина И.В.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Республиканская клиническая больница², г. Казань

4works@bk.ru

Метод лечения болезни Легга–Кальве–Пертеса заключается в остеотомии вдоль нижнего контура шейки бедренной кости, тем самым разделяя кость на два объекта и поворотом проксимального участка до определенного угла, снимая таим образом нагрузку с пораженного участка. При ротации происходит перераспределение биомеханических нагрузок на основную группу мышц, меняется расположение крепления основных мышц, что приводит к изменению компрессии в суставе и изменению картины напряжения всего тазобедренного сустава в целом. Была построена математическая модель тазобедренного сустава с учетом основной группы мышц. Были проведены исследования картины распределения усилий в мышцах при ротации, компрессии в суставе при различных тактиках остеотомии. При моделировании остеотомии считалось, что проксимальный участок соединен с бедренной костью неподвижной вращательной парой. Моделирование проводилось для различных анатомических параметров. На основе расчетов были сформулированы первоначальные рекомендации к проведению операции. Для оценки истинных углов ротации была спроектирована и создана система контроля угла ротации, а также учебный стенд. Результаты сравнивались с клиническими исследованиями. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-01-31291.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
АЦЕТАБУЛЯРНОГО КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА
ПРИ ДИСПЛАЗИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ**

Коноплев Ю.Г.¹, Саченков О.А.¹, Мазуренко А.В.², Митряйкин В.И.³

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования²

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева³

kati_mit@mail.ru

Определена критическая величина недопокрытия ацетабулярного компонента, при которой возможна его имплантация без использования дополнительной опоры. Актуальность данного исследования продиктована клинической практикой и отсутствием четких рекомендаций тактике эндопротезирования с недопокрытием вертлужного компонента. На основе оригинального способа интраоперационного измерения площади недопокрытия вертлужного компонента были проведены предварительные расчеты для плоской параметрической модели с целью предварительной оценки диапазона критического процента недопокрытия. Совместно с практикующими врачами травматологами-ортопедами был спланирован и проведен эксперимент, который позволил определить допустимые величины степени недопокрытия вертлужного компонента, при которых под действие статической нагрузки возможно функционирование протезируемого сустава. Так же было оценено влияние винтовой фиксации на несущую способность имплантата. На основании экспериментальных исследований были сформулированы рекомендации для проведения операции

эндопротезирования при дисплазии вертлужной впадины: при степени недопокрытия до 20% имплантат сохраняет несущую способность, до 35% процентов рекомендуется винтовая фиксация вертлужного компонента, свыше 35% не гарантируется надежная стабилизация вертлужного компонента в суставе.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА КОЛЬСКОГО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ РАСТЯЖЕНИИ

Константинов А.Ю.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

constantinov.al@yandex.ru

Для достоверного прогнозирования разрушения конструкционных материалов в результате ударного нагружения необходимы расчетные модели, учитывающие влияние скорости деформации, температуры и вида напряженного состояния (НС) на предельные характеристики. Представлены результаты экспериментального исследования и численного анализа эксперимента на высокоскоростное растяжение с использованием схемы Николаса для определения характеристик разрушения металлов и сплавов. Для экспериментальной оценки влияния вида НС используются сплошные цилиндрические образцы, а также образцы с кольцевыми надрезами разной конфигурации.

МЕТОДИКА ВЕРИФИКАЦИИ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБТЕКАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ ДАННЫХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА АЭРОФИЗИЧЕСКОМ СТЕНДЕ

Коньков А.И., Суворов А.С.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

magister44@yandex.ru

Приведены основные результаты сравнения экспериментального и численного моделирования обтекания объекта препятствия плоскопараллельным потоком. Было произведено сравнение спектральных характеристик сигналов, получаемых при помощи цифровой трассерной визуализации и в ходе расчета в рамках метода моделирования отсоединенных вихрей.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФИБРОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ УДАРНО-ВОЛНОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Копаница Д.Г., Плевков В.С., Югов А.А., Шашков В.В., Кудяков К.Л.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Yugalex@mail.ru

Предложена методика, позволяющая рассчитывать в рамках механики сплошной среды напряженно-деформированное состояние и разрушение в фибробетоне при ударно-волновом нагружении. Методом компьютерного моделирования в диапазоне скоростей встречи 50–500 м/с исследованы процессы ударного взаимодействия стальных цилиндрических ударников с конструкциями из бетонных, фибробетонных и железобетонных плит.

ПЕРВЫЙ ИНТЕГРАЛ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Коптев А.В.

Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова,

г. Санкт-Петербург

Alex.Koptev@mail.ru

Представлен вывод и приведены результирующие соотношения для первого интеграла уравнений 3D движения несжимаемой жидкости. Первый интеграл сводится к совокупности девяти соотношений, связывающих основные неизвестные, скорости и давление, ассоциированные неизвестные и произвольные аддитивные функции трех независимых переменных. Полученные соотношения одинаково справедливы как для уравнений Навье–Стокса, так и для уравнений Эйлера с той лишь разницей, что для уравнений Эйлера достаточно в этих соотношениях положить равной нулю величину, обратную числу Рейнольдса. Соотношения, представляющие первый интеграл, могут с успехом применяться для решения конкретных задач.

НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА И ПЛАЗМЫ С ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ

Копчёнов В.И., Старик А.М.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

star@ciam.ru

Рассмотрены особенности моделирования неравновесных процессов в высокотемпературном газе за фронтом ударных волн и в расширяющихся сверхзвуковых потоках, когда нарушено равновесие между поступательными, колебательными и электронными степенями свободы молекул, а также между электронным газом и газом из тяжёлых частиц. Обсуждаются различного уровня модели, описывающие процессы в такой термически неравновесной плазме, в том числе и при наличии в плазме наночастиц. Рассмотрено влияние термической неравновесности на процессы горения, инициируемого ударной волной, и формирование детонационной волны при обтекании клина сверхзвуковым потоком горючей смеси. Обсуждаются вопросы моделирования формирования нейтральных и заряженных аэрозольных частиц при горении и в выхлопных струях реактивных двигателей.

МЕХАНИЗМЫ ДЛИННОВОЛНОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ВИХРЕВОГО КОЛЬЦА И ПЕРЕХОД К ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ТРЕХМЕРНОМ ВИХРЕ

Копьев В.Ф., Чернышев С.А.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

vkopiev@mktsagi.ru

Рассмотрены механизмы возникновения неустойчивости в исходно устойчивой вихревой структуре при учете слабой неконсервативности с точки зрения баланса энергии в системе. Исследована сдвиговая неустойчивость вихревых колец, которая может оказаться причиной генерации множества нестационарных высокочастотных пульсаций в трехмерных вихрях, а также главной причиной излучения аэродинамического шума вихревыми структурами. Показано, что неустойчивость такого типа является существенно трехмерной и не может развиваться в двумерных вихрях. Механизм такой неустойчивости сравнивается с другим механизмом, возникающим в слабосжимаемой жидкости за счет уноса энергии на бесконечность звуковыми волнами.

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗБУЖДЕНИЯ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Корендасев Г.К., Асташев В.К.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

korenduba@gmail.com

Предложена гипотеза о термомеханической природе автоколебаний при обработке металлов резанием, позволяющая обобщить основные известные модели этого явления. На основе предложенной гипотезы разработаны аналитическая и численная модели возбуждения автоколебаний. Адекватность полученных результатов подтверждается результатами натурных экспериментов.

МОДЕЛЬ ЗАРОЖДЕНИЯ ТРЕЩИН В КВАЗИХРУПКИХ МАТЕРИАЛАХ ОКОЛО КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ

Корнев В.М.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

kornev@hydro.nsc.ru

Предложена модель возникновения трещин около концентраторов напряжений в квазихрупких материалах. Для трещиноподобного U-образного выреза построены в широком диапазоне изменения длин трещиноподобных дефектов диаграммы квазихрупкого разрушения. При увеличении радиуса закругления критические напряжения для вырезов существенно превосходят критические напряжения для трещин. Построенные графики на плоскости внешняя нагрузка – длина трещиноподобного дефекта разделяют эту плоскость парой кривых на три подобласти, соответствующие отсутствию разрушения, накоплению повреждений в материале зоны предразрушения при повторных нагружениях и разделению образца на части при однократном нагружении.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО НАНОИНДЕНТИРОВАНИЮ

Корнев Ю.В.¹, Мурашов М.В.²

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

yurikornev@mail.ru

Представлен обзор возможностей метода наноиндентирования по определению механических свойств материалов. Приведены экспериментальные результаты, полученные при исследовании особенностей механического поведения наноструктурированных материалов и покрытий методом наноиндентирования.

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ГИПЕРУПРУГОСТЬ: ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Коробейников С.Н.¹, Ларичкин А.Ю.¹, Олейников А.А.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет²,

г. Комсомольск-на-Амуре

s.n.korobeynikov@mail.ru

Развита новая лагранжева формулировка определяющих соотношений модели изотропного гиперупругого материала Генки. Эта модель является прямым обобщением закона Гука из области малых деформаций в область умеренных деформаций заменой тензора деформаций Коши на правый тензор логарифмических деформаций. Показана главная симметрия тензора упругости, следствием которой является симметричная формулировка конечно-элементных уравнений. Развита формулировка определяющих соотношений изотропного гиперупругого материала Генки реализована в коммерческом пакете конечно-элементного анализа MSC.Marc. С использованием этого пакета получены решения новых задач о стесненном кручении и выпучивании стержней из гиперупругого материала Генки. Проведены сравнения результатов компьютерного моделирования с точными решениями задачи о кручении стержней из материала Генки, а также с результатами проведенных экспериментальных исследований. Показана близость результатов компьютерного моделирования для сравнительно больших углов закручивания как с точными решениями, так и с результатами проведенных экспериментальных исследований.

**КОНЦЕНТРАТОРЫ ТЕРМИЧЕСКИХ МИКРОНАПРЯЖЕНИЙ
В ТРЕХФАЗНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ВКЛЮЧЕНИЯМИ**

Коробов И.С.¹, Куанышев В.Т.², Сачков И.Н.¹, Турыгин Е.Э.¹

Уральский федеральный университет¹, г. Екатеринбург

Уральский технический институт связи и информатики², г. Екатеринбург

kuan06@mail.ru

Рассматривается неоднородный характер распределения термических напряжений в многофазных материалах. Исследованы пространственные распределения термических напряжений в трехфазном материале, характеризуемом матричной структурой с круглыми включениями. Используется метод конечных элементов с дискретизацией среды треугольными элементами.

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА КАПИЛЛЯРНУЮ
НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛЕНКИ ЖИДКОГО ДИЭЛЕКТРИКА НА ПОВЕРХНОСТИ
ТОНКОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА**

Коровин В.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

verazhan@yandex.ru

Изучено влияние однородного осевого электрического поля на капиллярную неустойчивость осесимметричной пленки диэлектрической жидкости. Покрывающая тонкий диэлектрический цилиндр пленка окружена газом, находящимся при постоянном давлении. Толщина пленки мала по сравнению с радиусом цилиндра. В рамках упрощенной постановки задачи, учитывающей лишь члены лидирующего порядка, выведено нелинейное эволюционное уравнение, описывающее в длинноволновом приближении развитие возмущения постоянной в начальный момент толщины пленки. На его базе в линейной постановке исследовано влияние определяющих параметров на область неустойчивости, длину волны и скорость роста наиболее быстро растущей моды.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕД В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Коровина Н.В.¹, Жарова И.К.², Кудряшова О.Б.¹

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН¹, г. Бийск

НИИ прикладной математики и механики национального исследовательского

Томского государственного университета²

korovina.nata@mail.ru

Представлены результаты экспериментально-теоретического исследования эволюции в замкнутом пространстве облака аэрозольных частиц, полученных ударно-волновым способом. Показано, что преобладающим механизмом распространения аэрозольных частиц радиусом $(1 \div 7.5)$ мкм является диффузия. Для рассматриваемого класса аэрозолей определено эффективное значение коэффициента диффузии в замкнутом пространстве. Получены экспериментальные данные о пространственно-временных характеристиках аэрозолей при их эволюции в замкнутом объеме сложной конфигурации.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ФРОНТА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ
В ОКРЕСТНОСТИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ**

Королев И.К., Алещенко С.П., Фрейдин А.Б., Вильчевская Е.Н.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

i.korolev82@gmail.com

Исследуется влияние напряженно-деформированного состояния (НДС) на кинетику фронта химических реакций в твердых телах. Рассматривается реакция между твердой и газовой компонентами. Для описания движения фронта химической реакции используется кинетическое уравнение в виде зависимости скорости фронта реакции от нормальной компоненты тензора химического сродства, который зависит от НДС. Сравнение результатов численного моделирования для различных точек пластины с выточкой позволит исследовать, как кривизна поверхности, внутренние и внешние напряжения, а также параметры материала влияют на скорость движения фронта реакции. Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых № МК-6316.2015.1.

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПРОТИВОПОТОЧНЫХ СТРУЙ
НА СУММАРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАТУПЛЕННОГО ТЕЛА
В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ**

Кортаева Т.А.

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

г. Новосибирск

korta@itam.nsc.ru

Представлены результаты численных исследований структур течения, реализующихся при истечении пространственно-ориентированной тонкой струи нагретого газа из носовой части затупленного тела навстречу высокоскоростному набегающему потоку. В этом случае возможно возникновение ударно-волновых конфигураций, как с коротким, так и с длинным проникновением струи в набегающий поток. Эти структуры характеризуют режимы, влияющие на характеристики тела, с различной степенью эффективности. Целью работы является определение воздействия угла истечения струи на режим течения и суммарные аэродинамические характеристики тела.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ И ДВИЖЕНИЯ КРАЕВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В УПРУГО-НАПРЯЖЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

Корчуганов А.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

avkor@ispms.tsc.ru

Исследовано влияние первичных радиационных повреждений на особенности зарождения и развития пластической деформации в механически нагруженных кристаллитах железа, ванадия и меди. Исследования проводились в рамках метода молекулярной динамики. Обнаружено, что генерация каскадов атомных смещений в упруго-деформированных образцах может сопровождаться формированием не только точечных дефектов и их кластеров, но и дефектов структуры, приводящих к зарождению и развитию пластической деформации в кристаллитах. Изучено влияние радиационных дефектов, сгенерированных каскадом атомных смещений, на подвижность краевых дислокаций.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АКТИВНЫХ УЧАСТКОВ В СЛУЧАЕ КРУГОВОЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧИ ТРЁХ ТЕЛ

Коршунова Н.А.

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент

bea40371@rambler.ru

Существует проблема оптимизации движения точки переменной массы (центр масс космического аппарата) в гравитационном поле. Вариационная задача в постановке Лоудена заключается в определении величины и направления реактивной силы и траекторий точки, движущейся с ограниченным секундным расходом массы и с постоянной относительной скоростью истечения продуктов сгорания. Основная часть проблемы сводится к интегрированию гамильтоновой системы четырнадцатого порядка, для которой в случае участков промежуточной тяги известны только два интеграла. Методом Докшевича найден ряд частных аналитических решений задачи о минимизации характеристической скорости точки в случае круговой ограниченной задачи трёх тел.

О ВОЗДЕЙСТВИИ ПАДАЮЩЕЙ ВОЛНЫ МАХА НА ПЕРЕХОД В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ

Косинов А.Д.¹, Панина А.В.¹, Ваганов А.В.²

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского², г. Жуковский

kosinov@itam.nsc.ru

Приведены результаты экспериментального исследования влияния падающей волны Маха, создаваемой двумерной неоднородностью на стенке рабочей части аэродинамической трубы, на развитие возмущений в пограничном слое плоской пластины с острой и затупленной передней кромкой. Показано, что возмущение от двумерной шероховатости в свободном потоке имеет вид N волны. Зафиксировано возбуждение интенсивных низкочастотных возмущений от внешних волн Маха, которые превосходят естественные пульсации в несколько раз. Получено, что на затупленной пластине интенсивность порождаемых пульсаций внешними волнами Маха в несколько раз выше, чем на модели с острой передней кромкой.

ЭВОЛЮЦИЯ КАВИТАЦИОННОГО ПУЗЫРЬКА У ТВЕРДОЙ СТЕНКИ С ПЕРЕХОДОМ В ТОРОИДАЛЬНУЮ ФАЗУ ДВИЖЕНИЯ

Косолапова Л.А., Малахов В.Г.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

kosolapova@kfti.knc.ru

Рассматривается осесимметричное сжатие кавитационного сфероидального пузырька в жидкости вблизи твердой стенки. Жидкость идеальная несжимаемая, ее течение потенциальное. Реализована численная методика, основанная на методе граничных элементов и шаговом методе по времени. При этом процесс сжатия пузырька делится на два периода. Первый заканчивается в момент удара конца возникающей при сжатии кумулятивной струи по противоположной стороне поверхности пузырька, на втором - рассматривается движение тороидального пузырька, образованного в результате этого удара. Возможности методики показаны на задачах схлопывания изначально сферического и эллипсоидального пузырьков.

МНОГОМАСШТАБНОЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХИТИН-ХИТОЗАНОВЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Коссович Е.Л.¹, Сафонов Р.А.², Кириллова И.В.², Коссович Л.Ю.², Федышин О.Я.²

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»¹, г. Москва

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского²

elena.kossovich@gmail.com

Представлен способ оценки механических характеристик биосовместимых хитин-хитозановых нанокмпозитов на атомно-молекулярном уровне с экстраполяцией на микро и макро-свойства. Для этого были построены новая математическая молекулярно-механическая многомасштабная модель композитов, позволяющая учитывать процессы, происходящие на уровнях атомов и молекул и влияющие на макро-характеристики композитов, а также способ представления системы молекул в виде квази-сплошной среды, позволяющий с достаточно высокой степенью точности оценить механические характеристики получаемых и разрабатываемых композитов. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (№ К4-2014-085).

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТОНКИХ ОБОЛОЧКАХ ПРИ УДАРНЫХ ТОРЦЕВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО, ИЗГИБАЮЩЕГО И НОРМАЛЬНОГО ТИПОВ

Коссович Л.Ю., Кириллова И.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

nano-bio@sgu.ru

Представленные результаты завершают многолетний цикл работ авторов и их учеников по математическому моделированию процесса распространения нестационарных волн в тонких оболочках асимптотическими методами на основе точных трехмерных уравнений теории упругости. Рассмотрены продольные воздействия тангенциального, изгибающего и нормального типов. Использована асимптотическая модель распространения волн в полубесконечной оболочке вращения: применены двумерные составляющие Кирхгофа–Лява (тангенциальная и изгибная), решения для квазиплоской задачи теории упругости, параболический погранслои в окрестности квазифронта, гиперболический погранслои в окрестности фронта волны расширения и эллиптический погранслои вблизи фронта поверхностной волны Рэлея.

БИОМЕХАНИКА, ГИСТОМОРФОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ ТКАНЕЙ АРТЕРИАЛЬНЫХ СОСУДОВ ЧЕЛОВЕКА

Коссович Л.Ю.¹, Кириллова И.В.¹, Голядкина А.А.¹, Челнокова Н.О.², Шевцова М.С.³,
Сафонов Р.А.¹, Калинин А.А.¹

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского¹

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского²

Южный научный центр РАН³, г. Краснодар

nano-bio@sgu.ru

Проведено биомеханическое, гистоморфометрическое и топографическое исследование тканей артериальных сосудов человека на различных стадиях атерогенеза. Использовались атомная силовая микроскопия с применением зондовой нанолaborатории NTEGRA Spectra, конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Leica TCS SP8, динамический механический анализатор DMA Q800 и испытательная машина Instron 5944. Выявлены значимые изменения в структуре стенки артерий в зависимости от стадии атеросклеротического поражения. Результаты, полученные в данном исследовании, будут в значительной мере способствовать появлению принципиально новых сведений о природе и механизмах возникновения и развития атеросклероза.

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ КОНВЕКЦИИ МАРАНГони В КАПЛЕ, СОЕДИНЕННОЙ С РЕЗЕРВУАРОМ

Костарев К.Г., Шмыров А.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

kostarev@icmm.ru

Экспериментально исследован процесс диффузии поверхностно-активного вещества (ПАВ) из нерастворимой капли в окружающую жидкость. Капля соединена посредством полрой иглы с резервуаром, заполненным исходным раствором ПАВ. Для визуализации структуры течений и полей концентрации использован интерференционный метод. Обнаружено, что капиллярная конвекция, сопровождающая диффузию ПАВ, вовлекает в процесс массообмена с окружающей средой не только объем капли, но и значительную часть жидкости из резервуара. Существенное различие в характерных скоростях потока ПАВ из резервуара и конвекции Марангони придает последней колебательный характер. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-04842.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДУЛЕЙ СДВИГА ПАНЕЛЕЙ ОБШИВКИ ЧЕТЫРЕХПОЯСНОГО КВАДРАТНОГО КЕССОНА, НАГРУЖЕННОГО КРУТЯЩИМ МОМЕНТОМ

Костин В.А., Валитова Н.Л.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

VAKostin@kai.ru

Излагается пример подхода к решению обратных задач прочности, когда минимум функционала цели ищется путем использования информации через решение сопряженной к уравнению равновесия задачи в сочетании с методом множителей Лагранжа. Детально и наглядно исследовано изменение целевой функции по итерациям, показывающее эффективность предлагаемой расчетной методики.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ, ОСНОВАННОГО НА ВЕЛИЧИНЕ НАКОПЛЕННОЙ ЭНЕРГИИ

Костина А.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

kostina@icmm.ru

Проведено моделирование баланса энергии в металлах в процессе пластического деформирования и разрушения. Процесс деформирования материала сопровождается накоплением дефектов на различных структурных уровнях, что приводит к накоплению

скрытой энергии деформирования. Для описания процесса накопления энергии в работе использована статистико-термодинамическая модель коллективного поведения ансамблей мезодефектов. Основной задачей работы является построение критерия разрушения, основанного величине накопленной энергии. На основе предложенного критерия проведено численное моделирование процесса распространения трещины при различных (в том числе многоосных) нагружениях. Работа поддержана грантами РФФИ 14-01-00122, РФФИ 14-01-96005.

КРИТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ВЫПУЧИВАНИЯ ДЛЯ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ, СЖАТЫХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Косых Э.Г.

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь
ed-ksykh@rambler.ru

Уже более ста лет, начиная с работ Гринхилла, критическое – в смысле Эйлера – значение интенсивности сжимающей продольной нагрузки, например, вес вертикально ориентированной консольной стойки, определено неверно. В предлагаемой работе показано, что для упомянутой стойки меньшее критическое значение весовой нагрузки на 22,5 % ниже, чем общепризнанное, которое приводится в научной литературе. К сожалению этот результат «прижился» не только в научной литературе, но стал содержанием справочников и учебников. Важно заметить, что новое критическое значение нагрузки – это не вычислительная проблема, а проблема корректности постановки краевой задачи.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСКРЫТОСТИ ТРЕЩИН ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАЗРАБОТКИ ТРЕЩИНОВАТО-ПОРОВОГО ПЛАСТА

Косяков В.П.^{1,2}, Пятков А.А.^{2,3}

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики

им. С.А. Христиановича СО РАН¹,

ООО Юни-Конкорд², г. Тюмень

Тюменский государственный университет³

hammer-rav@mail.ru

В настоящее время более 20% разведанных мировых запасов углеводородов содержатся в месторождениях, которые можно охарактеризовать как трещиноватые. Несмотря на небольшой относительный объем трещин, но высокую проводимость их влияние на добычу углеводородов может быть определяющим. В настоящей работе проведено исследование влияния степени раскрытости трещин (изменение проводимости трещиноватых каналов в зависимости от пластового давления) на полноту выработки запасов углеводородов. Исследование проводилось в рамках двух моделей трещиноватости: дискретной модели трещин и модели двойной пористости-проницаемости, а также для совместной модели, учитывающей как дискретные трещины, так и двойную пористо-трещиноватую среду.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЗОЗОЙСКОЙ ГЕОДИНАМИКИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Котелкин В.Д.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

kotelkin@mech.math.msu.su

Для доказательства континентального происхождения структур Северного Ледовитого океана и их связи с Евразией российские геологи разработали модель эволюции Арктического региона, согласно которой хребет Ломоносова, поднятия Альфа и Менделеева, котловины Подводников и Макарова и др. представляют собой фрагменты древнего континента Арктида. В докладе представлено выполненное на современном математическом уровне численное моделирование мантийной конвекции. Моделирование показало, что реконструкции и выводы геологов подтверждаются законами механики сплошных сред.

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ В МЯГКИХ ГРУНТОВЫХ СРЕДАХ

Котов В.Л., Линник Е.Ю., Тарасова А.А.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

vkotov@inbox.ru

Проводится анализ точности известных и новых методов на базе гипотез локальности и плоских сечений для решения задач динамики и устойчивости движения тел вращения в мягких грунтах. Разработанные численно-аналитические методы учитывают нелинейные свойства сжимаемых грунтовых сред и реальное распределение напряжений вдоль контактной поверхности удара. Представлены результаты моделирования процессов удара и плоскопараллельного движения тел вращения по нормали и под углом к свободной поверхности упругопластической грунтовой среды. Полученные в рамках модифицированных моделей силовые и кинематические параметры процесса наклонного проникания сравниваются с данными экспериментов и компьютерного моделирования в трехмерной постановке.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ МАЯТНИКА В ВОДЕ

Коцур О.С.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

oskotsur@gmail.com

Приводятся результаты моделирования вихревых структур, создаваемых маятниками различных форм, совершающих свободные колебания в воде, а также динамики колебаний таких маятников. Моделирование производится с помощью двух численных подходов: сеточного (метод контрольного объема) и бессеточного (метод вихревых элементов). Производится сравнение результатов численного моделирования с результатами натурного эксперимента.

На основании точности и качества результатов расчета делается вывод об эффективности численных подходов для моделирования конкретной задачи.

ТОЧНЫЕ И КВАЗИТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ТЕЧЕНИЯ ТОНКОГО СЛОЯ ЖИДКОСТИ НАД ПЛОСКИМ ДНОМ В ОТСУТСТВИИ ТРЕНИЯ

Кочанов М.Б.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

gmrak1990@gmail.com

Исследована задача осесимметричного течения жидкости над плоским горизонтальным дном при отсутствии трения. Рассматривается стационарное течение несжимаемой идеальной жидкости при постоянном внешнем давлении. Уравнение для введенного потенциала сводится к обыкновенному дифференциальному уравнению в автомодельных переменных. В частном случае уравнение интегрируется, и решение может быть получено в явном виде. Одно из возможных решений выражается через функции Эйри. В зависимости от значений произвольных постоянных удалось выделить три типа течений. Найдено приближенное аналитическое решение для значений параметра в уравнении, когда не удается получить решение в явном виде.

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАФЕНА С ДЕФЕКТАМИ РЕШЁТКИ

Кочнев А.С.¹, Овидько И.А.², Семенов Б.Н.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

Andrey.S.Kochnev@gmail.com

Графен является перспективным для использования в современных композитах, поэтому актуальным представляется исследование влияния дефектов на прочность графенового листа. В ходе серии экспериментов по компьютерному моделированию одноосного механического растяжения было выявлено влияние дефектов различной формы и их комбинаций на свойства графена. Выявлены характерные процессы разрушения, свойственные листу с дефектами в структуре. Обнаружено значительное снижение прочности образцов, содержащих дефекты, по сравнению с бездефектными листами.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ДИСПЕРСНО-ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Кочнева Н.М., Гуляев А.В.

НИИ полимерных материалов, г. Пермь

gulyaevav@inbox.ru

Рассматривается нелинейная феноменологическая модель термо-вязкоупругого поведения дисперсно-наполненных полимерных материалов с массовой долей наполнения твердыми частицами более 87 %. Разработка данной модели вызвана необходимостью учёта влияния объемных изменений, обусловленных отслоением связующего от частиц наполнителя, циклического нагружения и уровня давления на деформационно-прочностные свойства наполненного материала. Для идентификации параметров модели использованы результаты лабораторных исследований материалов в широком диапазоне температур (минус 70...120 °C) и относительных скоростей деформирования (10^{-5} ...100 с⁻¹).

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ КЕРОГЕНА

Кравченко М.Н.¹, Вольпин С.Г.³, Диева Н.Н.⁴

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина², г. Москва

Институт системных исследований РАН³, г. Москва

ЗАО «Информпласт»⁴, г. Москва

marina@genebee.msu.ru

Исследуется вопрос состояния разработки низкопроницаемых коллекторов. Проведен анализ лабораторных и промышленных исследований разложения керогеновой матрицы с выделением жидких подвижных углеводородов. На основе проведенного анализа создана математическая модель процесса разложения керогена в пласте под действием термо-газо-волнового воздействия, отражающая суть современных методик тепловых МУН. Проведены численные исследования, моделирующие стимуляцию притока в скважине при термическом разложении керогена при создании в пласте источника высокого давления и температуры.

ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Кравчук Л.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлунского РАН, г. Москва

gradet@ipmnet.ru

Предлагаемое для рассмотрения транспортное средство предназначено для создания роботов различных специальных назначений, способных при выполнении своих функций перемещаться по наружным поверхностям труб, колонн, столбов с различными поперечными и продольными конфигурациями и расположенными под различными углами по отношению к горизонту.

НОВОЕ В АВТОМОДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ О СЖАТИИ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА И О РАЗЛЁТЕ В ПУСТОТУ ЕГО КОНЕЧНОЙ МАССЫ, СЖАТОЙ В «ТОЧКУ»

Крайко А.Н.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

akraiko@ciam.ru

Результат автомодельного сжатия в точку невязкого и нетеплопроводного совершенного газа – бесконечные плотность ρ , давление p , температура T и скорость газа u и конечная энтропия. Энтропия конечна и после остановки газа идущей от центра симметрии (ЦС) ударной волной – вновь обнаруженным элементом этой задачи. Результат новой автомодельной задачи о разлёте в пустоту конечной массы сжатого в точку газа – мгновенный его разлёт на всё пространство с нулевыми для любого времени t , отсчитываемого от начала разлёта, ρ , p и T при скорости разлетающихся частиц $u = x/t$ (x – расстояние от ЦС). Для всех данных NASA $u = x/t$ согласует значения времён жизни Вселенной и постоянной Хаббла лучше указанных данных.

МАЛЫЕ ПЛОСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СПУТНИКА НА ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТЕ

Красильников П.С.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

krasil06@rambler.ru

Исследуются малые плоские колебания спутника на слабо-эллиптической орбите. Уравнение колебаний спутника содержат два малых параметра: e (эксцентриситет орбиты) и ε (мера отклонения фазовой точки от нулевых значений координат и скоростей). Подробно анализируются различные виды редукций, сводящие исходную задачу к случаю одного параметра: явные редукции (линейные и степенные), неявные однопараметрические, задающие различные порядки малости сингулярного параметра e/ε . Показано, что редукция мало эффективна, так как она не даёт полной картины колебаний, ведёт к семейству укороченных уравнений, когда переход из одной области фазового пространства в другую сопряжён с вопросами стыковки решений этих уравнений. Нелинейная редукция осложняет также исследование задачи в связи с нетейлоровским представлением редуцированного уравнения и невозможностью исследования бифуркации решений, когда бифуркационная поверхность принадлежит пространству малых параметров.

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ЗАДАЧАХ СТАБИЛИЗАЦИИ С НУЛЕВЫМИ КОРНЯМИ В ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ

Красинский А.Я.¹, Красинская Э.М.²

*Московский авиационный институт, Московский государственный университет
пищевых производств¹*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

krasinsk@mail.ru

На основе ранее полученных результатов рассмотрены задачи стабилизации до неасимптотической, а также и асимптотической по всем переменным устойчивости положений равновесия и стационарных движений механических систем с избыточными координатами при неполной информации о состоянии. Линейное стабилизирующее управление определяется решением линейно-квадратичной задачи стабилизации для выделяемой линейной управляемой подсистемы возможно меньшей размерности. Получены достаточные условия, при которых в полной нелинейной системе, замкнутой этим управлением, устанавливается асимптотическая устойчивость, несмотря на наличие нулевых корней характеристического уравнения в числе, не меньшем числа геометрических связей. При этом особую роль играет анализ условий, накладываемых связями на начальные возмущения. Доказана теорема о стабилизации равновесия управлением, приложенным только по избыточным координатам и формируемым по оценке вектора фазового состояния, полученной по измерению возможно меньшей размерности.

ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗО-ПЫЛЕВОЙ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Краснобаев К.В.^{1,2}, Тагирова Р.Р.², Арафайлов С.И.¹, Котова Г.Ю.¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Институт космических исследований РАН², г. Москва

kvk-kras@list.ru

Представлена модель термически неустойчивой газо-пылевой среды, нагреваемой внешним излучением. Исследовано распространение плоских, цилиндрических и сферических симметричных возмущений. Установлено возникновение автоволн не только при плоском движении, но и при сферической и цилиндрической симметрии течения. Из-за присутствия отраженных от центра симметрии волн структура возмущений существенно более сложная, чем в плоском случае. Вариации функции охлаждения, ослабляющие ее зависимость от плотности, ускоряют формирование автоволн. Определены амплитуды возмущений при взаимодействии волн с контактным разрывом. Оценены параметры автоволн в космических условиях. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00747.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В ТРУБАХ С КРИВИЗНОЙ И КРУЧЕНИЕМ

Краснопольский Б.И.¹, Парамонов В.П.²

*НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹
Механико-математический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова²*

krasnopolsky@imec.msu.ru

Проводится исследование течений вязкой несжимаемой жидкости в трубах с кривизной и кручением. Для численного моделирования данного типа течений использован вычислительный алгоритм, основанный на конечно-разностной схеме 2-го порядка по пространству и полу-явной схеме интегрирования по времени 3-го порядка. Задача решается в спиральной ортогональной системе координат. С помощью разработанного алгоритма получены первичные результаты, рассчитаны стационарные течения в трубах в зависимости от определяющих параметров геометрии задачи. Данные распределения согласуются с результатами других авторов, что подтверждает корректность предложенного вычислительного алгоритма. В дальнейшем апробированная методика расчета планируется применить для исследования устойчивости и прямого численного моделирования турбулентных течений в змеевиках.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ДОННЫХ ВОЛН В НАПОРНОМ КАНАЛЕ

Крат Ю.Г.

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск

krat_yuliya@mail.ru

Сформулирована и решена задача устойчивости для песчаного дна напорного канала. Найдена аналитическая зависимость, определяющая длину волны для быстрорастущих волн. В рамках линейной теории выполнен анализ полученной аналитической зависимости. Сравнение полученного решения с экспериментальными данными показало его хорошее качественное и количественное согласование.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ В ГАЗОВЗВЕСЯХ, СОДЕРЖАЩИХ РЕАГИРУЮЩИЕ И ИНЕРТНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Кратова Ю.В.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

yulia@itam.nsc.ru

Проведено численное исследование взаимодействия гетерогенной детонации, распространяющейся в плоском канале, с облаком инертных частиц. Показано, что влияние инертных частиц приводит к изменению детонационной структуры волны и ее скорости. Выявлены два типа течений после взаимодействия детонации с облаком: непрерывное распространение с меньшей скоростью детонации, течение со срывом детонации.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Краус Е.И., Шабалин И.И.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

kraus@itam.nsc.ru

Приведены основные моменты построения численного инструментария для моделирования процессов деформирования и разрушения сложных технических объектов. Даны примеры расчетов, как при низких, так и высоких скоростях нагружения модельных реакторов ядерной энергетической установки. Показано, что удар о поверхность Земли даже при не высокой скорости приводит к нарушению герметичности реактора и радиоактивному заражению места падения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМООБРАЗОВАНИЯ В ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУЕ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LES ТЕХНОЛОГИИ

Крашенинников С.Ю., Бендерский Л.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

krashenin@ciam.ru

В результате численных расчетов получены «мгновенные» картины течения и распределения параметров в начальном участке турбулентных струй. В потоке струи наблюдаются медленно трансформирующиеся области пониженного статистического давления и области, в которых статистическое давление повышено. Течение втекания, индуцированное пониженным давлением в слое смещения, имеет линии тока, входящие в зоны пониженного давления и огибающие зоны повышенного давления. Зоны повышенного давления создают распространяющиеся возмущения давления. Определена последовательность трансформации возмущений статического давления в звуковые волны. Трансформация происходит в областях, занятых подтекающим воздухом.

ЗАДАЧИ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ МЕТОДИК

Краюхин А.А., Янилкин Ю.В., Стадник А.Л.

*Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики,
г. Саров*

A.A.Krayukhin@vniief.ru

Приведено описание двумерных тестовых задач, предназначенных для верификации упругопластических методик, а также результаты их численного моделирования с помощью кода ЭГАК на квадратной неподвижной сетке.

СИСТЕМЫ АХМЕТГАЛЕЕВА

Кренев В.А., Хасанов А.Ю.

Казанский национальный технический университет (КНИТУ-КАИ) им. А.Н. Туполева

ayukhasanov@gmail.com

Выделен класс динамических систем, названный системами Ахметгалеева. Приведены условия существования почти эйлеровых матриц I-го рода. Ведено понятие M-избирательно выпуклых областей. Получены критерии экспоненциальной устойчивости и оценки области экспоненциального притяжения. Предлагается способ выделения в сложных системах управления групп нелинейностей, которые не влияют на то или иное свойство процессов. Получен критерий выделения таких перекрестных связей, не учет которых при синтезе не нарушает одного из важных свойств процессов – экспоненциальной устойчивости в целом нулевого положения равновесия.

ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР ИНДЕНТОРА И ОБРАЗЦА НА ПРОЦЕСС ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Кренев Л.И.¹, Айзикович С.М.¹, Садырин Е.В.¹, Литвиненко А.Н.²

Донской государственный технический университет¹, г. Ростов-на-Дону

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

lkrennev@yandex.ru

Рассмотрена осесимметричная квазистационарная задача о тепловом и механическом воздействии неострого конического штампа на неоднородный слой на упругом основании. Термомеханические характеристики слоя изменяются по его глубине по произвольным заданным законам. При решении граничной задачи используется аппарат интегральных преобразований Ханкеля. С помощью асимптотического метода строится численно-аналитическое приближенное решение, определяется величина соответствующего теплового потока и смещения поверхности полупространства. Находятся значения контактных напряжений под штампом. Результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 13-08-01435-а, 14-07-00343-а, 15-07-05820-а, 15-07-05820-а).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА КИСТИ

Кривошеев С.В., Борисов И.И.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

krivosheev.sergey89@gmail.com

Приводится краткое описание полученных результатов по разработке различных стратегий управления электромеханическим протезом кисти. Необходимость в нескольких стратегиях управления была обусловлена отличающимися условиями установки протеза, такими как: количество используемых электродов, высота ампутации и т. д. Приводятся результаты, полученные при работе здоровой руки человека с применением различных методик размещения электродов, симулирующих те или иные условия. Показаны результаты обработки данных и получения сигнала управления необходимого для корректной работы системы управления протезом.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ «АНИЗОТРОПНОГО» НАПРЯЖЕНИЯ

Кривошеина М.Н.¹, Стребкова Е.А.²

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН¹, г. Томск

Национальный исследовательский Томский государственный университет²

marina@ispms.tsc.ru

Представлены результаты исследования процессов упругопластического деформирования материалов с учетом анизотропии их упругих и пластических свойств. Энергия упругого деформирования анизотропного материала разделена на энергии изменения объема и формы для случая равномерного деформированного состояния. В этом случае математическая модель с «анизотропным» напряжением, позволяет проводить численное моделирование процессов деформирования анизотропных материалов без ограничений степени анизотропии упругих и пластических свойств. Исследовано влияние учета «анизотропного» (вместо гидростатического) напряжения на результаты расчетов методом конечных элементов в трехмерной постановке.

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СВЕРХЧИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ

Кривцов А.М.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

akrivtsov@bk.ru

С развитием нанотехнологий расширяется возможность получения сверхчистых материалов и применения их уникальных теплопроводящих свойств. На модели одномерного кристалла, аналитически и численно исследуются особенности термомеханических процессов в подобных системах. На основе корреляционного анализа получены уравнения, описывающие распространение тепла и являющиеся аналитическим следствием уравнений динамики частиц кристалла. По отношению к классическому закону теплопроводности Фурье, рассматриваемые процессы характеризуются практически бесконечным коэффициентом теплопроводности, что может трактоваться как тепловая сверхпроводимость. Фактически распространение тепла в подобных системах происходит со скоростью, близкой к скорости звука, что открывает возможность для многочисленных практических приложений. В докладе проводится сравнение полученного закона распространения тепла с уравнениями гиперболической теплопроводности, а также рассматривается приложение полученных результатов к описанию распространения и затухания механических волн в сверхчистых материалах. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-11-00599.

ДВИЖЕНИЕ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В ТЕОРИИ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

Кробка Н.И.

Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – НИИ прикладной механики им. акад. В.И. Кузнецова, г. Москва

KrobkaNick@msn.com

Представлены строгие уравнения ошибок бесплатформенных инерциальных навигационных систем в общем случае произвольного движения и вращения объекта, произвольных моделей гравитационного поля и вращения Земли без предположений «малости» входных и выходных возмущений с учетом всех источников возмущений, в т. ч. флуктуаций шкалы времени. Решены в квадратурах динамические уравнения ошибок 2D-навигации при движении по эквипотенциальным поверхностям модельных гравитационных полей. Уточнены свойства устойчивости по Ляпунову уравнений ошибок 3D-навигации. Предложен новый алгоритм инерциальной навигации.

ВИБРОУДАРНЫЕ СИСТЕМЫ С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ УДАРНЫХ ПАР И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Крупенин В.Л.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

krupeninster@gmail.com

Дается обзор работ по динамике виброударных и систем, выполненных в лаборатории вибротехнических систем ИМАШ РАН. Даны краткие описания работ, посвященных волновым и дискретным системам, схемам их анализа, а также экспериментального изучения. Описаны важные инженерные приложения.

РЕШЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ О САККАДИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ГЛАЗА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОМ ДВУМЯ МЫШЦАМИ

Кручинина А.П.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

a-kruch@yandex.ru

Саккада – это быстрое содружественное движение глаз. Данная работа посвящена моделированию саккадического движения глаза как оптимального по быстрдействию движения. В качестве управления в оптимальной задаче рассматриваются скорости изменения моментов сил глазодвигательных мышц агониста и антагониста. Решение оптимальной задачи сравнивается с литературными данными. В качестве критерия для сравнения решения и экспериментальных литературных данных выбрана главная последовательность, выражающая зависимость между амплитудой и продолжительностью саккады. Полученная по решению задачи оптимального управления главная последовательность хорошо согласуется с имеющимися в литературе результатами экспериментов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-50-00029.

ЛОКАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ НАНОИНДЕНТИРОВАНИИ ОЦК ЖЕЛЕЗА

Крыжевич Д.С.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

kryzhev@ispms.ru

На основе молекулярно-динамического моделирования проведено исследование отклика кристаллитов железа с идеальной ОЦК структурой и с межзеренной границей на наноиндентирование. Показано, что межзеренная граница препятствует распространению дефектов структуры, генерируемых при наноиндентировании, из нагружаемого зерна в соседнее. Деформация нагружаемого зерна приводит к генерации локальных структурных перестроек не только в зоне контакта, но и в межзеренной области.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ТРЁХМЕРНОЙ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА «РАЗНОЦВЕТНЫХ» ЖИДКОСТЕЙ К ТОЧЕЧНОМУ СТОКУ В ОРТОТРОПНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Крыштопин Д.В.

Орловский государственный университет

vopros317@mail.ru

Поставлена задача трёхмерной эволюции границы раздела «разноцветных» жидкостей в ортотропной однородной пористой среде. Исследование задачи сведено к решению задачи Коши для системы трёх обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Разработан численный алгоритм решения задачи на основе метода Эйлера с адаптивным шагом. Исследована эволюция границы раздела жидкостей к точечному стоку с первоначальной границей в виде плоскости и сферы. Найдены положения границы раздела жидкости в различные моменты времени. Получена зависимость времени достижения стока от параметров задачи. Построены графики зависимости этого времени от компонент тензора проницаемости среды.

АДАПТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ВАКУУМНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СЦЕПЛЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ

Крюкова А.А., Суханов А.Н., Градецкий В.Г.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

qradet@ipmnet.ru

Рассматривается адаптивное движение мобильных роботов с вакуумными захватными устройствами по вертикальным, наклонным и потолочным поверхностям. Анализируются результаты экспериментальных исследований движений мобильных роботов вертикального перемещения в окружающей среде со скрытыми препятствиями на поверхностях различного качества в виде трещин, вмятин, разрывов, различной степени шероховатости. Адаптация осуществляется за счет автоматического изменения величины вакуума в полостях устройств сцепления с поверхностями. Приводятся разработанные структурные схемы мехатронных систем адаптивного управления мобильных роботов непрерывного движения со скользящим уплотнением и пошагового движения с вакуумными захватными устройствами. Моделирование выполнялось при наличии ограничений на параметры движения. Полученные зависимости величин вакуума обеспечивают адаптивное движение мобильных роботов.

РЕНТГЕНОДИФРАКЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИН-МИОЗИНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВО ВРЕМЯ РАСТЯЖЕНИЯ ИЛИ УКОРОЧЕНИЯ ВОЛОКОН СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ КРОЛИКА

Кубасова Н.А.¹, Бершицкий С.Ю.², Ferenczi M.A.³, Копылова Г.В.², Narayanan T.⁴, Цатурян А.К.¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Институт иммунологии и физиологии УрО РАН², г. Екатеринбург

Imperial College London³, United Kingdom

European Synchrotron Radiation Facility⁴, Grenoble, France

natalia@imec.msu.ru

Молекулярный мотор мышц совершает механическую работу за счёт преобразования свободной энергии реакции гидролиза АТФ при взаимодействии миозина с актином. Мы исследовали структурные изменения актин-миозинового комплекса в активно сокращающихся одиночных волокнах скелетной мышцы кролика во время растяжения или укорочения. Объяснение полученных рентгенодифракционных данных возможно в рамках модификации предложенной нами ранее модели «поворота и застёгивания». Расширенная модель позволяет объяснить и известный ранее феномен снижения скорости АТФазы во время растяжения мышцы, и механизм быстрой диссипации кинетической энергии тела мышцами в фазе приземления при беге и прыжке. Работа выполнена при поддержке грантом РФФИ № 13-04-40100-Н.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОВЕДЕНИЕМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ В МЕХАНИКЕ ДИСКРЕТНО-КОНТИНУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Кубышкин Е.П.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

kubysh.e@yandex.ru

Рассмотрена начально-краевая задача, моделирующая поворот механической системы, состоящей из твердого тела и жестко связанного с ним упругого стержня вокруг центра масс твердого тела посредством управляющего момента внешних сил, приложенного к оси вращения. Рассмотрены задача перевода решения начально-краевой задачи из начального фазового состояния в конечное при условии минимизации величины управляющего момента и задача быстрого действия при ограничении величины управляющего момента. Для указанных задач сформулирован принцип максимума, предложены алгоритмы построения оптимальных управлений.

ОБ УРАВНЕНИЯХ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМ НА БЫСТРО КОЛЕБЛЮЩЕМСЯ ОСНОВАНИИ

Кугушев Е.И., Левин М.А., Попова Т.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

t.shahova@yandex.ru

Для голономной системы на быстро колеблющемся основании получены предельные уравнения движения при стремлении частоты колебаний к бесконечности. Доказано, что при фиксированных начальных условиях на конечном интервале времени решение сходится к решению предельных уравнений равномерно по обобщенным координатам и слабо в пространстве L_2 по обобщенным скоростям. Рассмотрены системы на быстро колеблющемся основании в однородном поле силы тяжести. Доказано, что если колебания вертикальны, то все положения равновесия, бывшие у механической системы в отсутствие колебаний, существуют и у предельной системы, причем при достаточной интенсивности колебаний все они становятся устойчивыми.

ОПТИМАЛЬНОЕ УДЛИНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА

Кудрявцев О.В., Камышова Т.Ю., Корнушенко А.В., Утицкая Н.А., Чернышова С.М.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

KudryavtsevOV@gmail.com

При проектировании современных беспилотных летательных аппаратов классов «мини» и «микро», как и для большинства других летательных аппаратов, требуется осуществить выбор основных параметров аэродинамической компоновки. Масса аппарата и его скорость зачастую фиксируются в техническом задании, поскольку эти параметры напрямую связаны с выполнением целевой задачи. Предметом выбора может являться удлинение крыла. В классических задачах проектирования авиационной техники аэродинамическое качество монотонно возрастает при увеличении удлинения крыла. В докладе показано, что в задачах проектирования летательных аппаратов при малых числах Рейнольдса существует оптимальное удлинение с точки зрения аэродинамического качества даже без учета прочности и аэроупругости.

ОСОБЕННОСТИ САМООРГАНИЗАЦИИ ПОЛОС АДИАБАТИЧЕСКОГО СДВИГА В МАТЕРИАЛАХ

Кудряшов Н.А., Рябов П.Н.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва

pnryabov@mephi.ru

Рассматривается явление самоорганизации полос адиабатического сдвига (ПАС) в материалах на примере бескислородной меди и низкоуглеродистой стали с учетом процессов деформационного упрочнения. Предложена математическая модель данного физического процесса. Приведен численный алгоритм и проведена его верификация. Обсуждаются результаты вычислительных экспериментов, а именно, рассматриваются стадии развития ПАС в материалах, соответствующие им значения теплофизических характеристик, таких как температура, напряжение, деформация и др. Предложены средние оценки расстояния между ПАС. Проведено сравнение результатов работы с другими исследованиями в данной предметной области.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ДИНАМИКА МНОГОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЯХ В ПОРИСТЫХ И СТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Кузнецов В.В.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

vladkuz@itp.nsc.ru

Рассмотрены процессы самоорганизации двухфазного газожидкостного течения в пористых средах и структурированных насадках, которые сопровождаются развитием капиллярной, вязкостной, конвективной неустойчивости и формированием многомасштабных структур. Установлены закономерности развития капиллярной и вязкостной неустойчивости при нестационарной двухфазной фильтрации на масштабе большого ансамбля пор для однородной и слоистой пористой среды, условия формирования крупномасштабных структур при конвективной неустойчивости в дистилляционных колоннах со структурированными насадками, возникающей при разделении газовых смесей с отрицательным градиентом плотности газа. Работа выполнена в ИТ СО РАН за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-49-00010).

ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОЙ ПЛЕНКИ В МИКРОКАНАЛЕ

Кузнецов В.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

qznetsov2013@yandex.ru

Пленки жидкости, увлекаемые потоком газа в микроканалах являются перспективным способом отвода значительных тепловых потоков (до 0.5–1 кВт/см²) в системах охлаждения микроэлектронного оборудования. В случае, когда пленка находится под воздействием интенсивного источника тепла на подложке, основным механизмом теплообмена между жидкой и газовой фазами становится испарение. Выполнен анализ деформаций и процесса испарения жидкой пленки, движущейся под действием спутного потока газа в микроканале при наличии теплового воздействия от источника тепла на подложке. Численно исследовано влияние на рассматриваемые процессы различных физических факторов.

ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ НАНО- И МАКРОСТРУКТУР

Кузнецов В.М.¹, Терешкина К.Б.²

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева¹, г. Москва

Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН², г. Москва

ksenia.tereshkina@gmail.com

Обнаружено, что межмолекулярные колебательные спектры Ван-дер-Ваальсовых димеров, рассчитанные методами ab initio и состоящие из четырёх или шести частот, можно представить в виде степенных зависимостей с малой положительной, нулевой или отрицательной размерностью. Веществ с подобного рода непрерывными спектрами раньше известно не было. Следовательно, континуальное представление состояния вещества возможно не только тогда, когда число составляющих его атомов или молекул велико, но и тогда, когда оно незначительно, то есть, в наноструктурах, кластерах и даже димерах, представляющих собой минимально возможное связанное состояние частиц в природе.

СПЕКТРЫ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛН В ДИССИПАТИВНЫХ СРЕДАХ

Кузнецов В.П.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва

vladkuz@ocean.ru

При описании и решении задач нелинейных волновых процессов, возможно использовать полевые или спектральные методы, выбор которых диктуется как целями исследования, так и свойствами среды. Считается, что спектральный метод эффективен лишь для сред с дисперсией при взаимодействии ограниченного числа гармоник и поэтому при описании нелинейных волн в средах со слабой и сильной частотной дисперсией используются различные подходы. Однако развитие спектральных методов позволяет сблизить возможности этих двух подходов и даже снять ограничение спектрального подхода для сред с эффективным взаимодействием гармоник. Формулы точных спектральных решений открывают возможность современными методами простых компьютерных программ суммирования большого числа гармоник, а также воспроизводить форму волны в любых средах и наблюдать эволюционную динамику, например, системы солитонов. В данной работе в развитие идей автора в ранних работах предлагаются точные методы спектральных решений ряда эволюционных уравнений нелинейной акустики для сред с диссипацией, дисперсией и дифракцией. Приведены графики спектральных амплитуд, и полевые формы волны, полученные суммированием большого числа гармоник для различных сред и параметров нелинейности.

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ПРОДОЛЖЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРУ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПОЛЗУЧЕСТИ И ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ

Кузнецов Е.Б., Леонов С.С.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

powerandglory@yandex.ru

Рассматривается задача идентификации параметров модели ползучести и разрушения прямоугольных образцов из анизотропного титанового сплава 3В, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений энергетического варианта теории ползучести. Предложен метод, комбинирующий нейросетевой подход и продолжение решения по параметру, используя который, найдены параметры модели. Решение, соответствующее данным параметрам, хорошо согласуется с экспериментом и результатами других авторов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-00473.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ НЕРАВНОВЕСНОСТИ В УДАРНЫХ ВОЛНАХ

Кузнецов М.М., Кулешова Ю.Д., Матвеев С.В., Смотров Л.В.

Московский государственный областной университет, г. Москва

kuznets-omn@yandex.ru

Аналитически исследовано влияние неравновесного (немаксвелловского) распределения поступательной энергии по степеням свободы молекул на скорость химической реакции в гиперзвуковой ударной волне. На основе модели бинарной смеси идеальных газов с эллипсоидальными функциями распределения по скоростям молекул получены аналитические представления коэффициентов скоростей поступательно неравновесных бимолекулярных химических реакций. Формулы учитывают различие продольной и поперечной кинетических температур, измеряемых в физическом эксперименте.

РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МНОГОСВЯЗНЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ СВЕДЕНИЕМ К КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ

Кузнецов С.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

skaal@ksu.ru

Рассмотрено решение многосвязных контактных задач теории пластин и оболочек. Условия контакта формулируются в перемещениях с учётом сжимаемости нормали к срединной поверхности. Для контактных задач, сводящихся к интегральным уравнениям Фредгольма второго рода, разработана методика преобразования к краевой задаче для вспомогательной функции, связанной с искомыми контактными напряжениями простыми дифференциальными соотношениями. Дифференциальные уравнения при этом имеют тот же вид, что и уравнения для функции влияния, краевые условия формулируются в виде криволинейных интегралов по границам областей контакта. Приводятся результаты решения конкретных задач.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ СРЕДНИХ РАЗМЕРОВ

Кузнецова А.М., Папко В.В.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

umnyaginaam@yandex.ru

Представлено численное моделирование поверхностного волнения на Горьковском водохранилище в рамках приспособленной к условиям внутренних водоемов средних размеров модели прогнозирования волнения WAVEWATCH III, показано использование предложенной на основании серии натурных экспериментов параметризации коэффициента аэродинамического сопротивления. Проведено сравнение результатов численного счета и натурального эксперимента.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕШЕТКИ С ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ВАКАНСИЙ

Кузькин В.А.¹, Кривцов А.М.², Подольская Е.А.¹

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет²

katepodolskaya@gmail.com

Рассматривается линейное деформирование треугольной решетки частиц с двоякопериодической системой вакансий. С использованием дискретного преобразования Фурье получено точное аналитическое решение задачи об определении поля перемещений при заданной средней деформации ячейки. Определена зависимость эффективных упругих модулей системы от концентрации вакансий. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-00802, 14-01-31487 15-31-20363.

МЕТОДОЛОГИЯ А.М. ЛЯПУНОВА В ПРОБЛЕМАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА В ДИНАМИКЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Кузьмина Л.К.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

Lyudmila.Kuzmina@kpfu.ru

Обсуждается развитие методов моделирования и анализа в динамике сложных систем применительно к особенностям задач междисциплинарного характера для инженерной практики. Особый интерес сосредоточен на проблеме конструирования упрощенных моделей (как систем сравнения) и строгого обоснования приближенных методов в точном решении, на бесконечном интервале времени. Методология теории устойчивости развивается для качественного анализа систем класса сингулярно возмущенных с особенностями, характерными для механики (критические случаи, плохо обусловленные матрицы, квази-Тихоновские номинальные системы). Основные вопросы: принцип сведения – редукция в динамике сложных систем с многовременными масштабами; физическая–математическая декомпозиция; условия качественной эквивалентности (с декомпозицией динамических свойств). Разрабатываемый подход основан на развитии классических методов (А.М. Ляпунов, Н.Г. Четаев, К.П. Персидский, П.А. Кузьмин, В.В. Румянцев), с интерпретацией задач динамики как сингулярно возмущенных. Формируется эффективный алгоритм, доведенный до инженерного уровня, с сведением задачи к исследованию укороченной системы меньшего порядка (s-приближения по части переменных).

О ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МИКРОТРЕЩИНЫ В МЕТАЛЛЕ

Кукуджанов К.В., Левитин А.Л.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

alex_lev@ipmnet.ru

Рассматриваются изменения электротермомеханические полей в материале при обработке металлических образцов с микротрещинами кратковременными импульсами электрического тока большой плотности. Задача решается методом конечных элементов для представительного элемента материала с микротрещиной в динамической постановке. Учитываются фазовые превращения (плавление и испарение) материала. Показано, что в кончиках микротрещин происходит интенсивный нагрев, вытекание расплавленного материала в трещину и его испарение. Одновременно берега микротрещины сближаются. Все это приводит к «залеживанию» дефектов.

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОЛУПЛОСКОСТИ

Кулагина М.Ф., Микишанина Е.А.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

kulagina_mf@mail.ru

Решается задача теории фильтрации в однородно-изотропной пористой полуплоскости, когда на ее границе известны значения нормального и касательного напряжения, а также функции напора. Заданные функции представимы в виде абсолютно сходящихся рядов Фурье. Задача сводится к краевой задаче для системы четырех уравнений в частных производных. При решении системы используется аппарат почти-периодических функций. Решение найдено явно в виде обобщенных рядов Фурье с функциональными коэффициентами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ ТЯЖЁЛОГО ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ ПО ШЕРОХОВАТОЙ ПЛОСКОСТИ МЕТОДОМ КОВАЧИЧА

Кулешов А.С., Добрынин Д.С., Черняков Г.А.

Механико-математический факультет Московского государственного университета

им. М.В. Ломоносова

kuleshov@mech.math.msu.su

Интегрирование уравнений движения многих механических систем сводится к решению линейного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. В 1986 году американский математик Дж. Ковачич предложил алгоритм, позволяющий получить решение линейного дифференциального уравнения второго порядка в случае, если это решение выражается через так называемые лиувиллевы функции. В случае отсутствия у линейного дифференциального уравнения лиувиллевых решений, алгоритм Ковачича также позволяет установить этот факт. В докладе обсуждается применение алгоритма Ковачича к задаче о движении тяжёлого твёрдого тела, ограниченного поверхностью вращения, по неподвижной абсолютно шероховатой горизонтальной плоскости. В результате получены выводы о существовании лиувиллевых решений данной задачи в случае, когда катящееся тело представляет собой бесконечно тонкий диск, диск конечной толщины, тор, параболоид, эллипсоид и др.

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СЦЕНАРИЯ ЛАНДАУ–ХОПФА ПЕРЕХОДА К ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ЗАДАЧЕ О КОЛЕБАНИЯХ ТРУБЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОТОКА ПРОТЕКАЮЩЕЙ В НЕЙ ЖИДКОСТИ

Куликов А.Н.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

anat_kulikov@mail.ru

Рассмотрена нелинейная краевая задача, моделирующая колебания трубы под воздействием потока, протекающей в ней жидкостью. Показана возможность реализации сценария Ландау–Хопфа перехода к турбулентности, когда при изменении основного бифуркационного параметра рождаются устойчивые инвариантные торы, размерность которых растёт, а инвариантные торы меньшей размерности теряют устойчивость. Анализ задачи проведен на базе применения строгих математических методов качественной теории динамических систем с бесконечномерным фазовым пространством. Для решений, принадлежащих инвариантным торам, получены асимптотические формулы.

К ВОПРОСУ О ДЕСИНХРОНИЗАЦИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМЕ ИЗ ДВУХ СЛАБОСВЯЗАННЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ

Куликов Д.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

kulikov_d_a@mail.ru

Рассмотрена известная в механике задача о слабом взаимодействии двух идентичных нелинейных осцилляторов Релея–Дуффинга. Изучен вариант слабой инерционной связи. Метод исследования задачи основан на применении метода нормальных форм Пуанкаре. В результате такого подхода удастся найти все периодические решения колебательной системы и изучить вопрос об их устойчивости. Выделены три класса периодических движений: полностью синхронные колебания, противофазные колебания, асимметричные колебания, когда каждый из осцилляторов колеблется с разными амплитудами и фазами. Все циклы найдены аналитически. Вопрос об их существовании удастся свести к анализу алгебраических уравнений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В УСЛОВИЯХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Куликов И.С.

Смоленский государственный университет

iskulikov@yandex.ru

Показано, что задача определения напряженно-деформированного состояния (НДС) тел в условиях ядерных реакторов в общем случае может быть сведена к решению системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных для перемещений. Для определения пластических деформаций используется теория течения с учетом термического и радиационного влияния. Для определения деформаций ползучести и радиационного набухания применяется шаговый метод по времени.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОВЯЗКОСТИ НА СКОРОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ

Куликов Ю.М., Сон Э.Е., Панов В.А.

Московский физико-технический институт

kulikov-yurii@yandex.ru

Представлены результаты решения серии задач, отражающих характерные свойства течений термовязких жидкостей – сред, обладающих экстремально резкими зависимостями вязкости от температуры. Рассмотрены задачи о деформации и длине установления профиля скорости при движении термовязкой жидкости в плоском канале с различной температурой стенок, а также задача устойчивости этого течения на основе обобщения уравнения Орра–Зоммерфельда для возмущений скорости на случай термовязкой жидкости; проведено численное моделирование течения модельной жидкости в трехмерной постановке. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-00457.

ПОСТРОЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫМ РОБОТОМ

Куликовская М.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Kulikovskaya-Mary@yandex.ru

Предлагается подход к оптимизации движения вибрационного робота, представленного в виде корпуса и маятника внутри него. Рассматривается плоское движение робота при наличии сухого трения между корпусом и поверхностью. Одним из основных принципов построения управления в работе является обеспечение нулевого трения на максимально большом участке скольжения корпуса, при этом показано, что на участке, где такое управление достижимо, управление является оптимальным. Также предложено управление, минимизирующее время покоя корпуса при известных начальных и конечных условиях системы. Представлены численные результаты при данном управлении и при управлении, основанном на другом подходе. Также предложен аналитический метод дальнейшей оптимизации управления роботом.

СТРУКТУРА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ УДАРНЫХ ВОЛН

Куликовский А.Г., Чугайнова А.П.

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН, г. Москва

kulik@mi.ras.ru

Изучаются нелинейные волны в среде Максвелла, в которой возникают остаточные деформации и упрочнение. Свойства среды заданы так, что при медленных процессах с характерными временами много большими времени релаксации напряжений среда ведет себя как упругопластическая. Исследуются непрерывные бегущие волны в виде сглаженных ступенек, которые рассматриваются как структуры разрывов в упругопластической среде. Продемонстрирована зависимость соотношений на разрывах от задания процесса релаксации напряжений, происходящих в структуре разрывов.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ КОСМИЧЕСКИХ ТРОСОВЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кульков В.М.¹, Егоров Ю.Г.¹, Тузиков С.А.²

Научно-исследовательский институт прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института (национального исследовательского университета)¹

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)²

vmk_1@mail.ru

Рассмотрены некоторые задачи механики космических тросовых систем (КТС), предназначенных для решения широкого спектра задач в космосе. Актуальность этого направления в механике космического полета связана с потенциальными возможностями применения КТС, разнообразием схемных решений и режимов функционирования КТС. Разработаны прикладные методы исследования динамических операций КТС, ориентированные на инженеров-механиков и конструкторов перспективных космических систем. Представлены математические модели КТС, законы регулирования натяжения троса, обеспечивающие заданные режимы развертывания КТС.

КОЛЕБАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКИХ И СЛУЧАЙНЫХ ВЕКТОРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Культербаев Х.П.

Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик

kulthp@mail.ru

Рассматриваются поперечные вынужденные колебания вертикальной стойки переменного сечения при гармонических и случайных векторных возмущениях. Предложены математические модели в детерминистической и стохастической постановках задачи. Найдены функции амплитуды колебаний и среднеквадратических отклонений. Изучено влияние частоты и характерной частоты случайных возмущений на колебания. Сделан ряд выводов по результатам вычислений.

СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Кумакшев С.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

kumak@ipmnet.ru

Исследованы собственные частоты и формы параметрических колебаний механической системы на примере математического маятника переменной длины в зависимости от сколь угодно малых до предельно допустимых значений коэффициента модуляции. Аналитическими и численными методами построены и изучены границы резонансных зон первых четырех мод колебаний, установлены основные качественные свойства высших мод. Доказана полная вырожденность (совпадение) мод с четными номерами, т. е. совпадение частот симметричных и несимметричных форм собственных колебаний для допустимых значений параметра модуляции. Построена глобальная картина границ областей устойчивости нижнего положения равновесия и показано существенное отличие от диаграмм Айнса-Стретта. Установлены специфические свойства собственных форм колебаний, наиболее выраженные при больших коэффициентах модуляции. Полученные результаты не известны в научной литературе.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ИГРА С ДВУМЯ ДОГОНЯЮЩИМИ И ОДНИМ УБЕГАЮЩИМ

Кумков С.С.¹, Пацко В.С.¹, Ле Менек С.²

Институт математики и механики УрО РАН¹, г. Екатеринбург

Airbus Group/MBDA², г. Париж, Франция

sskumk@gmail.com

Исследуется линейная дифференциальная игра с двумя догоняющими и одним убегающим. Геометрические положения всех трех объектов лежат на прямой. Назначены два момента времени. В один из них подсчитывается расстояние между первым преследователем и убегающим, в другой – между вторым преследователем и убегающим. Плата в игре – минимум из этих расстояний. Первый игрок, координирующий действия преследователей, минимизирует значение платы, второй игрок, отождествляемый с убегающим, максимизирует. Разработан численный метод построения множеств уровня функции цены. Для некоторых частных случаев указаны способы построения оптимальных стратегий игроков на основе линий переключения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МЕТОДОМ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ

Курашкин К.В.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

kurashkinkv@yandex.ru

Предлагается способ оценки рабочих и остаточных напряжений в материале по данным измерений коэрцитивной силы. В результате исследований на образцах и элементах конструкций получены зависимости коэрцитивной силы от двухосных напряжений. Применение магнитного структуроскопа с малогабаритным датчиком и использование полученных выражений позволили исследовать распределение остаточных напряжений вблизи кольцевого сварного шва в трубе магистрального газопровода в полевых условиях. Результаты расчета с использованием предложенного алгоритма и аналитического расчета находятся в хорошем соответствии.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ СМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ В ТРУБЧАТЫХ КАНАЛАХ

Курбангалеев А.А.¹, Тазюкова А.Ф.²

Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ-КХТИ)¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет²

ArturKurbangaleev@rambler.ru

Представлено численное 3D моделирование турбулентных потоков смешивающихся несжимаемых жидкостей в трубчатых каналах малогабаритного смесительного аппарата. Предлагается и обосновывается, что решать подобные задачи лучше именно с помощью 3D модели. Жидкости отнесены к классу ньютоновских. Инструмент решения задачи – программный комплекс «Fluent». В качестве сравнения приведено решение и результат 2D и 3D моделирования процесса смешения двух жидкостей: спирта и воды в трубчатом канале диффузор – конфузорного типа. Приведены результаты численных экспериментов с разным количеством струйных форсунок для подвода второго компонента жидкости.

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЯ SEMS

Курбанов В.Г.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт-Петербург

vugar_borchali@yahoo.com

Рассматривается кинематическая модель универсального модуля SEMS – (UM SEMS) УМ ИЭМС интеллектуальной электромеханической системы (SEMS – smart electromechanical systems). Такие модули обладают гексаподобной структурой, обеспечивающей за счет распараллеливания процессов максимальную точность при минимальном времени исполнения. В результате проведенных теоретических исследований кинематики решены прямая и обратная задачи кинематики, способствующие построению системы автоматического управления с требуемым качеством динамических процессов.

ВИХРЕВАЯ ДИФфуЗИЯ ИМПУЛЬСА И ТЕПЛА В НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЕ

Курбацкий А.Ф.¹, Курбацкая Л.И.²

*Институт теоретической и прикладной механики СО РАН им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН²,
г. Новосибирск*

kurbat@itam.nsc.ru

Параметры вихревого перемешивания в планетарном пограничном слое, верхней тропосфере и нижней стратосфере, полученные с помощью RANS приближения моделирования турбулентности, найдены согласующимися с последними данными лабораторных и натурных измерений в нижней атмосфере. Поведение вертикальных профилей коэффициентов вихревой диффузии импульса и тепла подтверждает концепцию поддержания импульса (но не тепла) внутренними гравитационными волнами (ВГВ) в условиях устойчивой стратификации. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №13-05-00006-а, 14-01-00125-а.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН С ПОВЕРХНОСТИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ В ВИДЕ ЖЕСТКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Кургузов В.Д., Демешкин А.Г.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

kurguzov@hydro.nsc.ru

Построена математическая модель зарождения и развития трещин с поверхности концентраторов напряжений в виде жестких включений. По результатам экспериментов на совместное растяжение (сжатие) и сдвиг образцов из оргстекла построена кривая прочности типа Кулона-Мора. Проведены эксперименты на сжатие до разрушения прямоугольных пластин из оргстекла, содержащие квадратные внутренние вырезы, а также жесткие включения из эпоксидной смолы с различным содержанием связующего. Представлены результаты компьютерного моделирования зарождения и развития трещин с поверхности концентраторов напряжений с использованием модели повреждаемости материала и модели непосредственного распространения трещины.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ВНУТРЕННИХ ВОЛН НАД ДОННЫМ УСТУПОМ

Куркин А.А., Сёмин С.В., Степанянц Ю.А.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

yuas50@gmail.com

В линейном приближении выполнен расчёт трансформации поверхностных и внутренних волн над донным уступом в водоёме конечной глубины. Строгие аналитические результаты получены при учёте счётного набора прижатых к уступу мод. Показано, что для практических расчётов можно пользоваться предложенными в докладе приближёнными формулами, обеспечивающими удовлетворительную точность. Найдено, что длина несущей волны узкополосного пакета после прохождения над уступом изменяется пропорционально фазовой скорости, а длина огибающей изменяется пропорционально групповой скорости. Приведены данные прямого численного расчёта трансформации волн над уступом и сравнение этих данных с точными и приближёнными формулами. Найдены коэффициенты возбуждения прижатых мод набегающей гармонической волной.

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УРАВНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МНОГОФАЗНОЙ СРЕДЫ

Куропатенко В.Ф.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ технической физики

им. Е.И. Забабахина, г. Снежинск

v.f.kuropatenko@rambler.ru

Каждый компонент смеси характеризуется физическими величинами (плотность, скорость, давление и др.), а его физические свойства определяются уравнением состояния и определяющими уравнениями (упругость, пластичность, вязкость). Законы сохранения каждого компонента в форме дифференциальных уравнений в частных производных пишутся не для физических, а для парциальных характеристик. Полученная система уравнений интегрируется в области смеси. А чтобы перейти от парциальных плотности и энергии к физическим, которые нужны, чтобы воспользоваться уравнением состояния, следует добавить уравнение, описывающее изменение объёмной концентрации компоненты. В работе рассмотрены определяющие уравнения и уравнения состояния компонента смеси, основанные на предположении, что каждый компонент является непрерывной сплошной средой.

ЗОННЫЙ RANS-LES ПОДХОД НА ОСНОВЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕЙНОЛЬДСОВЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Курулин В.В., Козелков А.С., Крутякова О.Л., Тятюшкина Е.С., Мелешкина Д.П.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики,

г. Саров

kurulin@mail.ru

Рассматривается зонный RANS-LES подход, базовой моделью турбулентности в котором является алгебраическая модель рейнольдсовых напряжений EARSМ. Использование модели EARSМ позволяет увеличить точность моделирования турбулентных характеристик на границе областей RANS и LES в случае течений в ассиметричных конструкциях и вблизи двугранных углов. Это способствует более точному моделированию вихревых структур генератором синтетической турбулентности и, как следствие, уменьшению переходной зоны после границы областей RANS-LES. В статье проведен анализ использования данного подхода на двух задачах: течение в квадратном канале и ассиметричном диффузоре. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-0712079офи_м.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ В ТРУБОПРОВОДЕ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Курулин В.В.¹, Локшин М.А.², Стрелец Д.Ю.², Корнев А.В.², Стасенков В.А.², Козелков А.С.¹, Шарипова И.Л.¹, Яцевич С.В.¹

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики¹,

г. Саров ОАО «Компания Сухой»²

kurulin@mail.ru

Представлено краткое описание модели расчета кавитационной эрозии в трубопроводах сложной геометрической конфигурации. Модель учитывает вибрацию трубопровода и основана моделировании пузырьковой динамики в рамках квазигомогенного одно-

жидкостного приближения. В докладе представлены результаты верификации модели для различных расходов жидкости, включая колебательный. Проведено сравнение результатов расчетов, сделаны выводы о влиянии газосодержания, частоты колебаний оборотов вала насоса, колебаний расхода на выходе и давления на входе на возможность возникновения кавитации. Представлено сравнение расчетов с экспериментальными данными, полученными на гидравлическом стенде ОАО «ОКБ Сухого».

НОВЫЕ РЕЛАКСАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В НЕРАВНОВЕСНОЙ АЭРОДИНАМИКЕ

Кустова Е.В., Нагнибеда Е.А.

Санкт-Петербургский государственный университет

elena_kustova@mail.ru

Приводятся результаты исследований течений реагирующих газов при сильных отклонениях от термодинамического равновесия. На основе обобщения строгих методов кинетической теории на сильнонеравновесные условия выводятся уравнения физико-химической аэродинамики с учетом поуровневой и многотемпературной кинетики внутренних степеней свободы молекул и химических реакций. Разработанные релаксационные модели использованы при решении задач о течениях за ударными волнами, возникающими в гиперзвуковых потоках газов, у поверхностей космических аппаратов в условиях их входа в атмосферу Земли и Марса. Показано влияние разных кинетических моделей на макропараметры потока, тепломассоперенос, скорости реакций и времена релаксации.

ТЕЧЕНИЕ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ В НЕСИММЕТРИЧНОМ ПЛОСКОМ КАНАЛЕ

Кутузова Э.Р., Тазюков Ф.Х., Гарифуллин Ф.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

elvira.kutuzova@list.ru

Рассмотрено поведение неньютоновской жидкости в плоском, несимметричном канале. Поскольку поведение жидкости в сужающихся/расширяющихся каналах изучается давно, то механизм образования течения lip vortex описан многими авторами. Однако течение в несимметричном канале может демонстрировать совершенно другие эффекты. Так, в данной статье детально изучаются результаты течения жидкости в несимметричном канале с двумя видами смещения: на ширину и на половину ширины выходной узкой части канала. Производится сравнение результатов моделирования для ньютоновской и неньютоновской жидкостей. В качестве реологического конститутивного соотношения выбрана модель FENE-P.

ОБРАЗОВАНИЕ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ В ЛЕДЯНЫХ ПОРОШКАХ КИНЕТИКА СТАДИИ РОСТА, ЭФФЕКТЫ ПОЛИДИСПЕРСНОСТИ

Кухс В.Ф.¹, Саламатин А.Н.²

Геттингенский университет¹, Геттинген, Германия

Казанский (Приволжский) федеральный университет²

andrey.salamatin@kpfu.ru

Представлены результаты совместных исследований Казанского и Геттингенского университетов по изучению процесса образования клатратных гидратов метана и двуокиси углерода в полидисперсных порошках ледяных сферических частиц. Начальная стадия зарождения и роста гидратных «пятен» на поверхности льда описывается модифицированной моделью кристаллизации Аврами-Колмогорова. Последующая стадия диффузионного роста гидратной оболочки вокруг «сужающегося ледяного ядра» моделируется с учетом спекания частиц и сокращения их удельной поверхности. Наблюдаемая динамика роста гидратной фазы позволяет оценить начальную толщину гидратной пленки и коэффициенты диффузионного переноса газа в гидратном слое.

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕЧЕНИЯ ЖЕЛЧИ И АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ШОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОПЕРАЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Кучумов А.Г.¹, Самарцев В.А.²

Пермский национальный исследовательский политехнический университет¹

Пермский государственный медицинский университет им. Е.А. Вагнера²

kychymov@inbox.ru

Представлены результаты работы по моделированию течения желчи в желчевыводящих протоках в норме и при патологии. Показано, что патологическая желчь – неньютоновская тиксотропная жидкость и найдены параметры моделей для последующего моделирования. Представлены результаты решения задач биомеханики течения желчи. Также в работе содержатся результаты комплексного биомеханического исследования применения шовных материалов в абдоминальной хирургии. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-31027.

МЕТАМАТЕРИАЛЫ В МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКЕ, ОПТИКЕ И АКУСТИКЕ

Лагарьков А.Н.

Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН, г. Москва

itae@itae.ru

Обсуждаются структуры композитов, в которых наблюдаются отрицательные эффективные параметры. Подробно описаны физические процессы, ответственные за появление отрицательных параметров, как для электромагнитного поля, так и звуковых волн. Анализируются сверхразрешение, маскировка и ряд других интересных явлений, полученных как в теории, опирающейся на понятия эффективных параметров материалов, так и в экспериментах. Рассмотрены принципиальные ограничения, которые

возникают при попытке осуществить сверхразрешение или маскировку в режиме полной невидимости. В основном эти ограничения связаны с поглощением, которое свойственно системам с сильной частотной дисперсией. Однако эти же ограничения дают возможность использовать метаматериалы в качестве поглотителей, обладающих частотно селективными свойствами. Обсуждается ряд схем использования поглотителей, представляющих интерес для практического применения. Обсуждаются также принципиальные отклонения теоретических расчетов, основанных на использовании эффективных параметров, от точных решений.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ КОМПАКТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЗРЫВНОМ ФОРМИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУМУЛЯТИВНЫХ ОБЛИЦОВОК КОМБИНИРОВАННОЙ ФОРМЫ ПОЛУСФЕРА-ЦИЛИНДР

Ладов С.В., Федоров С.В., Никольская Я.М.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

sergfed-64@mail.ru

На основе численного моделирования в рамках двумерной осесимметричной задачи механики сплошных сред рассмотрены возможности повышения скорости компактных элементов, формируемых кумулятивными зарядами с облицовкой комбинированной формы полусфера–цилиндр. Показано, что данная цель может быть достигнута за счет усовершенствований формы облицовок, основным из которых является переход к переменной толщине их струеобразующей части, уменьшающейся от ее вершины к основанию. По результатам расчетов при неизменном диаметре кумулятивного заряда и варьируемых геометрических параметрах усовершенствованных комбинированных облицовок были получены компактные элементы со скоростями в диапазоне 5,0...9,5 км/с.

ЧАРЛЬЗ ДАРВИН КАК ГЕОЛОГ, ФИЗИК И МЕХАНИК (НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КРУГОСВЕТНОГО ПУТЕШЕСТВИЯ НА БИГЛЕ)

Лазарев В.А.¹, Галиев Ш.У.²

Научно-методический совет по математике Минобрнауки России¹, г. Москва

Оклендский университет², г. Окленд, Новая Зеландия

victor_lazarev@mail.ru, s.galiyev@auckland.ac.nz

Мы обращаем внимание на глубокий интерес Дарвина к механическим и геофизическим явлениям. Он возник и проявился во время кругосветного путешествия и в течении несколько последующих лет. Возможно этот интерес в определенной мере подвиг его на смелый подвиг написания Происхождения видов. Действительно в его время не было ни одной строгой теории которую можно было бы рассматривать как фундамент Дарвинизма. Она была построена «на песке». Строго критическому уму она представлялась огромным скопищем фактов, скрепленных только безупречной логикой рассуждений Дарвина. Отбиваясь от критики, он пишет ...Я не могу поверить, что ложная теория может объяснить, как мне кажется теория естественного отбора объясняет, несколько крупных классов фактов, указанных выше. Никак не обосновано возражение, что наука пока не пролила свет на гораздо более сложные проблемы сущности и происхождения жизни. Кто может объяснить, в чем сущность земного притяжения? Никто сегодня не возражает против результатов следующих из неизвестной сущности притяжения; несмотря на то что Лейбниц ранее обвинил Ньютона во введении «скрытых качеств и чудес в философии».... [Происхождения видов, 1861, 3-е издание]. Мы полагаем, что Дарвин при написании своего гениального труда рассуждал как физик. В этом и в своей удивительной смелости он был последователем Галилео Галилея. Мы не исключаем, что такую творческую смелость и некоторый опыт гениальных прозрений он получил, анализируя механические волновые явления имевшие место во время сильного землетрясения в Чили. Он был свидетелем начала, процесса и результатов этого грандиозного природного явления.

ДИНАМИКА ЛЕВИТИРУЮЩЕГО ДИАМАГНИТНОГО РОТОРА В НЕОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Лапин Н.И.

Нижегородский государственный университет им. К. Минина

lapinni@mail.ru

Рассматривается проблема построения теории движения твердого тела в силовом поле произвольной природы с использованием математического аппарата неприводимых тензоров. Использование данного аппарата позволяет упростить решение сложных задач, таких, как взаимодействие твердого тела с неоднородным полем, получение эволюционных уравнений движения, исследования динамики произвольного по форме диамагнитного тела в произвольном магнитном поле.

УСТОЙЧИВОЕ ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННОЙ МИКРОЧАСТИЦЫ В ПЕРЕМЕННОМ КВАДРУПОЛЬНОМ ПОЛЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Лапицкий Д.С.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

dmitrucho@yandex.ru

С помощью метода броуновской динамики найдены условия устойчивого движения заряженной микрочастицы в переменном поле квадрупольного типа при атмосферном давлении в воздухе. Показано, что вязкость газовой среды оказывает сильное влияние на область удержания микрочастицы в переменном квадрупольном поле.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Ларин А.А.¹, Бакулин В.Н.², Резниченко В.И.³

ОАО «Московский машиностроительный экспериментальный завод – композиционные технологии»¹,

Институт прикладной механики РАН², г. Москва

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)³

vl-bakulin@mail.ru

Рассмотрены возможности использования компьютерной рентгеновской томографии для повышения точности выполнения экспериментов по определению физико-механических свойств композитов. Показаны основные возможности компьютерной рентгеновской томографии для исследования внутренней структуры полимерных композиционных материалов и изделий из них. Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (проект 15-19-00273) и Российского фонда фундаментальных исследований – грант № 13-08-00229.

ВЫПУЧИВАНИЕ СЖАТЫХ КРУГОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ИЗ ЦИРКОНИЕВОГО СПЛАВА В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Ларичкин А.Ю., Коробейников С.Н., Любашевская И.В., Чунихина Е.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

larichking@gmail.com

Проведены экспериментальные исследования деформирования и выпучивания сжатых по оси круговых цилиндрических оболочек из сплава Zr₂5Nb в условиях ползучести. Компьютерное моделирование проводилось путем пошагового интегрирования уравнений квазистатического деформирования тонких оболочек с помощью закона Нортон установившейся ползучести. Установлено, что формы выпучивания являются комбинацией осесимметричных складок, расположенных либо вблизи одного, либо обоих торцов оболочки и несимметричных форм выпучивания с образованием трех или четырех волн в окружном направлении. Показано, что при больших значениях осевых сжимающих напряжений экспериментальные данные и расчет хорошо согласуются.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГИПЕРЗВУКОВОГО ПРЯМОТОЧНОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Латыпов А.Ф.

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск

latypov@itam.nsc.ru

Описывается функциональная математическая модель камеры горения водорода гиперзвукового прямооточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД). Модель строится с использованием одномерных стационарных уравнений газовой динамики, реальных теплофизических свойств газов и параметризацией конфигурации канала и определяющих процессов. В результате расчетов получено, что при впрыске топлива в трех сечениях канала реализуется сверхзвуковая скорость продуктов сгорания в диапазоне чисел Маха набегающего потока. В качестве критерия эффективности процесса в камере предложено использовать эксергию продуктов сгорания. Получена оценка предельного числа Маха набегающего потока, при котором еще возможно использование ГПВРД.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ФРОНТА ПЛАМЕНИ ПРИ ГОРЕНИИ СМЕСИ МЕТАНА И ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА LES

Лебедев А.Б., Секундов А.Н., Якубовский К.Я.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

lebedev@ciam.ru

Для исследования взаимодействия турбулентности и фронта пламени разработан метод прямого численного моделирования горения метано/воздушной смеси. Предложены модельное уравнение для полноты сгорания и упрощенная схема применения детальной химической кинетики GRI 3.0. С использованием этого подхода, а также редуцированных моделей кинетики, проведены расчеты двух модельных камер сгорания на бедных смесях. При сопоставлении методов LES и RANS определено влияние турбулентности на структуру пламени, его скорость распространения и эмиссию CO. Показано, что максимальные значения концентрации CO, вычисленные внутри фронта пламени методом RANS, в 3–4 раза больше, чем в осредненном методе LES.

МЕТОД МОДЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОКЕАНА ПО ДАННЫМ ДРЕЙФУЮЩИХ БУЕВ АРГО

Лебедев К.В.¹, Саркисян А.С.²

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН¹, г. Москва

Институт вычислительной математики РАН², г. Москва

KLebedev@ocean.ru

Предложена методика обработки с использованием гидродинамической модели динамики океана измерений температуры и солености, получаемых дрейфующими буями Argo. Новизна предлагаемого подхода состоит в комбинировании измерений Argo с

климатическими данными (районы отсутствия измерений и глубины более 2 км) с использованием вариационной методики интерполяции измерений на регулярную сетку и последующей модельной гидродинамической адаптации полученных полей. Такой подход позволяет реконструировать по данным профилирования Argo полный набор океанографических характеристик: температуру, соленость, плотность и скорость течений. Выполненные расчеты охватывают 10-летний период с 2005 по 2014 г.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЛНОСТЬЮ ЛАГРАНЖЕВ ПОДХОД ДЛЯ ПЛОСКИХ И ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ВИХРЕВЫХ ДИСПЕРСНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Лебедева Н.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

lebedeva@imec.msu.ru

Развит комбинированный лагранжев подхода для бессеточного моделирования нестационарных вихревых двухфазных течений с вязкой несущей фазой. Подход основан на развитии и сочетании двух лагранжевых методов: полного лагранжева подхода для параметров дисперсной среды и бессеточного вихревого метода на основе диффузионной скорости для двумерных уравнений Навье–Стокса. При помощи развитого подхода исследуются вихревые дисперсные течения с особенностями типа вихревого кольца в плоском и осесимметричном случае. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 14-01-00147).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КУЭТТА В КОЛЬЦЕВОМ ЗАЗОРЕ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА

Лебига В.А., Зиновьев В.Н., Пак А.Ю., Миронов Д.С.

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

г. Новосибирск

lebiga@itam.nsc.ru

Рассматривается моделирование течения Куэтта в круговом зазоре между коаксиальными цилиндрами, поскольку реализация плоского такого течения, в особенности для условий разреженного газа при больших числах Кнудсена, трудноосуществима в эксперименте. Геометрические размеры экспериментального стенда и параметры потока были выбраны из условий обеспечения малого отклонения профиля скорости в зазоре от линейного и предотвращения образования вихрей Тейлора–Гёртлера. В качестве предварительного этапа выполнена серия испытаний с помощью термоанемометра при атмосферном давлении, показавшая работоспособность как самой установки, так и предложенного метода измерений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ АТОМОВ ЗА ФРОНТОМ СИЛЬНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Левашов В.Ю., Ибрагимова Л.Б., Шаталов О.П.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

vyl69@mail.ru

Расчет радиационного нагрева тел, движущихся в атмосфере со скоростями выше 5–7 км/с, необходимо осуществлять с учетом физико-химических процессов за фронтом ударной волны. В качестве излучающего диссоциированного газа в работе рассматривается модель излучения атомов аргона. За фронтом волны происходит возбуждение аргона, его ионизация и высвечиванием. Предложена четырехуровневая модель атома аргона и рассчитывается эволюция параметров газа за фронтом. Полученные данные о распределении температур, концентрации электронов и времен задержки излучения указывают на удовлетворительное согласие с результатами измерений на ударной трубе и расчетами других авторов.

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ТЕРМОУПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА

Леви Г.Ю.

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

galias@yandex.ru

Исследуется динамическая связанная задача о возбуждении гармонических колебаний на поверхности преднапряженного термоупругого полупространства, которое находится под действием в некоторой области на поверхности осциллирующего жесткого штампа. Поверхность тела предполагается теплоизолированной, вне области нагрузки – свободной от механических напряжений. Начально-деформированное состояние создается за счет тепловых и механических воздействий. Изучено влияние различных режимов предварительного напряжения на динамическую жесткость термоупругого полупространства.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЛЕЕВСКИХ ВОЛН В ЭЛЕКТРОМАГНИТОУПРУГОЙ СРЕДЕ

Леви М.О.

Южный научный центр РАН, г. Краснодар

mlevi@mindonline.ru

Рассматривается динамическая связанная задача о гармонических колебаниях электромагнитоупругой слоисто-неоднородной среды под действием осциллирующей механической или электрической нагрузки при различных электрических и магнитных условиях на его поверхности и внутренних границах. Построена функция Грина среды. Получены дисперсионные кривые для различных граничных условий и материалов. Построены распределения электрических зарядов на поверхности среды, при различных конфигурациях электродов.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПАКЕТ ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА

Левин В.А., Вершинин А.В.

ООО «Фидесис», г. Москва

v.a.levin@mail.ru

Приводится структура CAE FIDESYS. Отмечаются отличия пакета от известных мировых пакетов: полное распараллеливание кода расчетных ядер; модели, заложенные в пакет, позволяют решать задачи о перераспределении конечных деформаций; наличие двух расчетных ядер – ядра, основанного на методе конечных элементов, и ядра, использующего метод спектральных элементов. Излагаются задачи о перераспределении конечных деформаций: о твердотельных фазовых переходах; о развитии трещины не нулевого раскрытия с учетом эволюции зоны предразрушения; о нагружении тела, приводящему к изменению свойств материала. Сообщается о серии точных решений задач наложения больших деформаций, в которых при нагружении последовательно соединяются напряженные части тела.

ОБРАТНЫЙ МЕТОД ЭФФЕКТИВНОГО АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ УПРУГОГО ТЕЛА ОТ МАССОВЫХ СИЛ ИЗ КЛАССА НЕПРЕРЫВНЫХ

Левина Л.В., Кузьменко Н.В.

Липецкий государственный технический университет

satalkina_lyubov@mail.ru

Традиционное восстановление напряженно-деформированного состояния (НДС) от неконсервативных массовых сил исходит из оценки поля перемещений через тензор Грина. Оно неэффективно по причине сугубо численного характера интегрирования. Предложен обратный метод, позволяющий эффективно строить базис евклидова пространства непрерывных массовых сил и ему соответствующий по изоморфизму набор внутренних состояний упругого тела. Разложение силы по базису и изоморфизм позволяют восстановить НДС, отвечающие заданным массовым силам, а если силы представлены многочленами, то оценка НДС строится. Решена задача о взаимодействии разноразмерных сферических полостей, выполненных в неоднородном теле осадочных пород земли.

ЗНАЧЕНИЕ ПРЕДМЕТНЫХ ОЛИМПИАД В ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНАМ МЕХАНИЧЕСКОГО БЛОКА (ОПЫТ КАФЕДРЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ РГУ НЕФТИ И ГАЗА ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА)

Левитский Д.Н., Зотов С.В.

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва

levitskiy.d@gubkin.ru

Приведен анализ многолетнего опыта организации и проведения олимпиад по теоретической механике всех уровней в Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина. Развитие данной формы самостоятельной внеаудиторной работы позволяет совершенствовать учебный процесс, выявлять и поддерживать наиболее талантливых молодежь.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА В96Ц1Т1 ПРИ ДЕЙСТВИИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Леган М.А.¹, Зубков П.И.¹, Ларичкин А.Ю.¹, Зубков В.П.², Таланин А.В.², Донских С.В.³

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева¹, г. Новосибирск

ООО «Научно-технологическая инициатива»², г. Новосибирск

Новосибирский государственный технический университет³

legan@ngs.ru

Проведены испытания образцов, вырезанных из длительно работавшего центробежного ускорителя, изготовленного из высокопрочного алюминиевого сплава В96Ц1Т1. Испытания показали, что: во-первых, характеристики прочности сплава понизились по сравнению с величинами, определенными ранее на образцах после аналогичной термической обработки; во-вторых, материал образцов, более удаленных от оси вращения, имел меньшие значения прочностных характеристик и относительного удлинения до разрыва по сравнению с образцами из центральной части ускорителя; в-третьих, материал образцов, более удаленных от оси вращения, имел большее значение модуля упругости по сравнению с образцами из центральной части ускорителя.

ПОЗИЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ТОЧНОСТИ АЛГОРИТМОВ РОБАСТНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

Лемак С.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

lemaks2004@mail.ru

Рассмотрен способ оценки точности алгоритмов управления линейной системой на конечном интервале времени при наличии начальных возмущений и возмущений, постоянно действующих на управляемую систему. Предполагается, что как управления, так и возмущения могут вести себя произвольным образом в рамках известных границ изменения. Структура алгоритма управления неизвестна, он представляет собой «черный ящик» с известными входом и выходом. Такой подход находит применение при формировании математического обеспечения различного рода стендов-тренажеров, например, для оценки качества пилотирования маневрами ЛА в экстремальных ситуациях. Подобные оценки являются необходимым элементом в задаче сертификации пилотов. Объективную оценку качества управления можно получить при наличии седловой точки в дифференциальной игре между управлением и возмущениями. Для удовлетворения этого требования предложено использовать позиционные стратегии тестирования. Рассмотрен способ формирования позиционных стратегий тестирования, основанный на модификации метода

«экстремального прицеливания» Н.Н. Красовского. Работа частично поддержана грантом РФФИ 13-01-00515, в части разработки алгоритмов экстремального прицеливания – грантом РНФ 14-50-00029.

ДАЛЬНОБОЙНОСТЬ ДОЗВУКОВЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ СТРУЙ ВОЗДУХА И ГЕЛИЯ

Леманов В.В.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

lemanov@itp.nsc.ru

Представлены результаты экспериментального исследования дозвуковых струй воздуха и гелия истекающих в воздух в диапазоне чисел Рейнольдса 40–6000. Струи формировались с помощью длинных трубок ($l/d=100$) с внутренним диаметром $d=0,5-8$ мм. На основе визуализации течения определена дальноточность струй – точка положения перехода к турбулентности. Дальноточность осесимметричных струй составляет: для гелия 3–70 диаметров сопла, для воздуха соответственно 10–300. При этом число Рейнольдса перехода к турбулентности принимает большие значения: для гелия $Re=50-2000$, для воздуха $Re=600-4000$. Представлено обобщение опытных данных путем использования числа Рейнольдса определенного по линейному размеру – дальноточности.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СДВОЕННЫХ ШАГАЮЩИХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Леонард А.В., Фоменко С.С., Шаронов Н.Г., Брискин Е.С.

Волгоградский государственный технический университет

Alex-Leonard@yandex.ru

Рассматриваются вопросы выбора оптимальных параметров шагающих движителей в виде сдвоенных механизмов шагания, а также законов движения, обеспечивающих минимальные энергетические затраты при перемещении шагающего аппарата.

СОБСТВЕННЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ В УПРУГОЙ СРЕДЕ ВИНКЛЕРА

Леоненко Д.В., Старовойтов Э.И.

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь

leoden@tut.by, edstar@mail.by

Рассмотрены собственные и вынужденные колебания трехслойной цилиндрической оболочки в упругой среде. В тонких изотропных несущих слоях приняты гипотезы Кирхгофа–Лява. В толстом заполнителе учитывается работа поперечного сдвига и обжатие по толщине, изменение перемещений принято линейным по поперечной координате. На границах контакта используются условия непрерывности перемещений. Деформации малые. Упругая среда описывается моделью Винклера. Задача решается методом Бубнова–Галеркина. В качестве примера исследовано поведение короткой и длинной оболочек в зависимости от параметров упругой среды.

О СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Леонтьев В.Л.

Ульяновский государственный университет

alex_lion@rambler.ru

Углеродные нанотрубки (УНТ), обладающие уникальными механическими и электрическими свойствами, применяются в различных конструкциях, в частности, детекторов гигагерцового и терагерцового частотных диапазонов. Приводятся результаты расчетов оболочечных моделей свободных и вынужденных колебаний УНТ с помощью комплекса программ ANSYS. Выполненное сравнение этих результатов с теоретической оценкой низшей частоты свободных колебаний УНТ показывает степень их достоверности. Рассматривается зависимость низших частот свободных колебаний УНТ от радиуса УНТ, ее длины и типа граничных условий на концах УНТ. Проводится анализ области применимости оболочечных моделей УНТ.

ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ПРАКТИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Леонтьев Н.В.¹, Любимов А.К.¹, Сахаров Б.А.²

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского¹

ЗАО «Время-Ч»², г. Нижний Новгород

niko@mm.unn.ru

Рассматриваются две методологически связанные задачи идентификации, возникшие в процессе разработки стандартов частоты космического применения нижегородским предприятием «Время-Ч». Первая состоит в определении коэффициента конструкционного демпфирования по результатам испытаний на широкополосную случайную вибрацию. Вторая задача заключается в восстановлении кривой упрочнения индия по результатам экспериментов на сжатие. Закон упрочнения необходим для анализа целостности вакуумных уплотнений. Описываются постановки задач, базовые эксперименты и построение критериев эквивалентности физического и численного экспериментов. Обсуждаются полученные результаты.

МЕТОДИКА РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРЫВА ЛОПАТОК ПО РАЗНЫМ СЕЧЕНИЯМ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ КОРПУСОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД НА НЕПРОБИВАЕМОСТЬ

Лепешкин А.Р., Бычков Н.Г., Ваганов П.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва
lepeshkin.ar@gmail.com

Разработана методика расчетно-экспериментального моделирования напряженно-деформированного состояния и прочности рабочих лопаток с учетом условий обрыва по разным сечениям при испытаниях корпусов авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) на непробиваемость. Методика обрыва лопатки заключается в перераспределении напряжений в заданном сечении лопатки при дополнительном ее термическом нагружении и в обеспечении разрушения лопатки по указанному ее сечению на заданной частоте вращения. Приведены результаты расчетного моделирования напряженно-деформированного состояния лопатки по разным ослабленным сечениям в двух случаях: корневому сечению и сечению по верхней части замка с использованием метода конечных элементов. Рассмотрено влияние нагрева на снижение запаса прочности и других параметров разных сечений ослабленной лопатки. Предложенная методика была использована при проведении испытаний на разгонном стенде. Разработанная методика расчета НДС и прочности рабочей лопатки ГТД (по разным ослабленным сечениям) является эффективной и ее можно использовать с целью обрыва лопатки при испытаниях корпусов авиационных двигателей и энергетических установок на непробиваемость. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-08-00332а).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ СОВМЕЩЁННОГО ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТА

Лехов О.С., Туев М.Ю., Билалов Д.Х., Лисин И.В.

Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург
MXLehov38@Yandex.ru

В настоящее время в цветной металлургии все большее распространение получают совмещенные процессы непрерывного литья и деформации (НЛД) для производства листовой металлопродукции. Такой совмещенный процесс НЛД реализован в установке непрерывного литья и деформации для производства листа из цветных металлов и сплавов. Для обоснованного выбора технологических параметров совмещенного процесса НЛД на первом этапе расчета определялось напряженно-деформационное состояние металла в очагах деформации при формировании полосы и циклической деформации затвердевшего металла. На втором этапе расчета определялись оптимальные конструктивные параметры установки совмещенного процесса непрерывного литья и деформации с позиции снижения энергозатрат и выполнения заданной производительности.

ЭВОЛЮЦИЯ ВОЗМУЩЕННЫХ ВРАЩЕНИЙ НЕСИММЕТРИЧНОГО ГИРОСТАТА

Лещенко Д.Д.¹, Рачинская А.Л.², Щетинина Ю.С.²

Одесская государственная академия строительства и архитектуры¹, г. Одесса, Украина
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова², г. Одесса, Украина
leshchenko_d@ukr.net

Исследуется быстрое вращательное движение относительно центра масс динамически несимметричного спутника со сферической полостью, заполненной жидкостью большой вязкости, под действием моментов сил гравитации и сопротивления среды. Анализируется система, полученная после усреднения по движению Эйлера–Пуансо и применения модифицированного метода усреднения. Проведены аналитическое исследование и численный анализ. Во втором приближении метода усреднения угол отклонения вектора кинетического момента от вертикали остается постоянным. Величины кинетического момента и кинетической энергии тела монотонно убывают. Влияние момента сил вязкой жидкости в полости тела сравнительно мало по сравнению с действием моментов сил гравитации и притяжения.

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ВЯЗКОГО ГАЗА

Липатов И.И.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
igor_lipatov@mail.ru

Обсуждаются вопросы приложения теории взаимодействия для исследования развития возмущений, хотя и малой амплитуды, но превосходящей такие величины, при которых в области нелинейных возмущений существенно влияние вязкости.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СОВЕРШАЮЩИХ ПЛОСКИЕ УГЛОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ПОТОКЕ ГАЗА

Липницкий Ю.М., Еремин В.В., Михалин В.А.

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, г. Королев
lipniju42@mail.ru

Представлены результаты математического моделирования движения тел, совершающих плоские угловые колебания в потоке газа под действием аэродинамических сил. Рассмотрено влияние величины момента инерции на характер движения и определены возможности нахождения значений статического и демпфирующего моментов в рамках моделирования движения и на основе гипотезы гармоничности. Показана допустимость применения гипотезы гармоничности при определении моментных характеристик и существенное влияние момента инерции на характер движения.

**ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА ОДНОМЕРНЫХ УПРУГИХ СИСТЕМ,
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ**

Лисенкова Е.Е.¹, Ерофеев В.И.², Колесов Д.А.²

Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС¹, г. Нижний Новгород

Институт проблем машиностроения РАН², г. Нижний Новгород

EELissen@yandex.ru

Приводится постановка самосогласованной задачи о взаимодействии струны, лежащей на упруго-инерционном основании, с движущейся вдоль неё нагрузкой. Показано, что в такой системе даже при низких «докритических» скоростях движущаяся нагрузка вызывает генерацию упругих волн. Определены основные характеристики возбуждаемых волн. Проанализировано влияние поврежденности на колебания струны. Установлено, что наличие поврежденности в струне, несмотря на отсутствие диссипации энергии, приводит в области пропускания к существованию волн с комплексными волновыми числами.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛУБАРИНОВОЙ-КОЧИНОЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕКОТОРЫХ ТЕЧЕНИЙ В ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОМЕХАНИКЕ**

Лихачева Н.В., Береславский Э.Н.

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

nataly_gate@mail.ru

Рассматриваются течения при наличии инфильтрации (испарения) со свободной поверхности: фильтрация из строительного котлована, предельные случаи, связанные с задачами Н.Е. Жуковского и В.В. Ведерникова; фильтрация из каналов и оросителей при наличии капиллярности грунта. Формулируются смешанные краевые задачи теории аналитических функций, которые решаются с помощью метода Полубариновой-Кочиной.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ СТЕКЛООРГАНОТКАНИ**

Лобанов Д.С.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

cem_lobanov@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования механических свойств композитов на основе стеклоорганоткани. Проведены испытания на одноосное растяжение и смятие при нормальной и повышенных температурах (100°C, 250°C и 500°C) с использованием современного испытательного оборудования и измерительных систем. Построены зависимости деградации механических свойств от повышения температуры. Работа выполнена при поддержке по грантам Правительства Российской Федерации (Постановление № 220 от 9 апреля 2010 г.), договор № 14.B25.310006 от 24 июня 2013 года, и РФФИ № 13-08-196016.

**ТЕКТОНИКА ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ
МОДЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ АРКТИКИ**

Лобковский Л.И.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва

llobkovsky@ocean.ru

Формулируется концепция тектоники деформируемых литосферных плит, которая является обобщением классической парадигмы. В ее рамках разработана новая геодинамическая модель эволюции Арктического региона, объясняющая образование основных тектонических структур Северного Ледовитого океана и прилегающих территорий.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ
И ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПЛАМЕНИ**

Лобода Е.Л.¹, Рейно В.В.², Агафонцев М.В.¹

Томский государственный университет¹

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН², г. Томск

loboda@mail.tsu.ru

Представлены результаты экспериментальных измерений полей температуры в различных спектральных интервалах среднего ИК-диапазона, выбранных для спектра горения различных топлив (растительные горючие материалы, спирт, бензин, керосин, дизельное топливо) с учетом наличия в спектре излучения продуктов горения. Приведены оценки применимости этих спектральных интервалов для получения истинных значений температур в пламени. Представлены спектры изменения температуры в пламени. Даются оценки масштабов турбулентности в пламени на основе измерений размеров температурных неоднородностей и анализе спектров изменения температуры в пламени.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ С ВАКАНСИЕЙ

Лобода О.С., Кривцов А.М.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

loboda_o@mail.ru

Рассматривается объемное деформирование треугольной решетки частиц с вакансией. Получено точное решение уравнений равновесия кристалла с учетом 7 координационных сфер, далее влияние вакансии становится пренебрежимо мало. Определены перемещения частиц в зависимости от количества учитываемых координационных сфер. Исследуется влияние вакансий на эффективные упругие модули и прочностные свойства кристалла. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00802.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНОЗАВИСИМОЙ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВЫТЯЖЕНИЯ ЭМБРИОНАЛЬНЫХ ЭКСПЛАНТАТОВ

Логвенков С.А.¹, Штейн А.А.²

Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики¹, г. Москва

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

logv@bk.ru

Предложена континуальная модель реакции эмбрионального эпителиального слоя, в норме удлиняющегося в некотором направлении, на растяжение. Учитываются упругие и активные деформации клеток, а также деформация ткани из-за их переупаковки. Активные напряжения, развиваемые выростами клеток, управляются отклонением формы клеток от нормальной и тензором, задающим предпочтительное направление образования сократительных структур. Этот тензор меняется под воздействием напряжений в клетках по достижении ими некоторого порогового уровня. Результаты расчетов согласуются с экспериментом, в частности, достаточно долгая фиксация слоя в растянутом состоянии может приводить к смене направления удлинения. Работа поддержана РФФИ (проект № 14-01-00475).

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ОРИЕНТАЦИИ С ТРЕМЯ ШАРНИРАМИ

Логинов Н.А., Медведев В.В., Меньшова Е.В., Пашенко В.Н.

Калужский филиал Московского государственного технического университета

им. Н.Э. Баумана, г. Калуга

supoligraf@yandex.ru

Рассматривается алгоритм решения прямой задачи кинематики для платформ параллельной структуры с тремя степенями свободы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАПЕЛЬ В ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ВОЗДУШНОЙ СТРУЕ МЕТОДАМИ PIV/PTV/PI

Ложкин Ю.А., Маркович Д.М.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

lozhkin@itp.nsc.ru

Представлены результаты исследования структуры воздушной струи с добавлением полидисперсных капель, истекающей из профилированного сопла. Анализируются скорости движения и пространственное распределение капель различного размера. Варьируются число Рейнольдса газового потока, концентрация и дисперсный состав частиц. Используются методы PIV/PTV для измерения размеров и скоростей капель и PIV для измерения скорости газа. Также рассматриваются особенности реализации данных методов применительно к решению описанной задачи. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-08-01411) и Президента РФ (стипендия Президента РФ молодым ученым и аспирантам № СП-2398.2015.1)

ПОЛЗУЧЕСТЬ И ДЛИТЕЛЬНОЕ РАЗРУШЕНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ СТЕРЖНЕЙ И ПЛАСТИН В ПРИСУТСТВИИ АГРЕССИВНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Локощенко А.М., Фомин Л.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

loko@imec.msu.ru

Рассматриваются задачи о чистом изгибе стержня при ползучести с учетом различия свойств материала при растяжении и сжатии, накопления поврежденности и влияния агрессивной среды. Определяющие и кинетические уравнения приняты в виде сингулярных дробно-степенных зависимостей скорости деформации ползучести и скорости накопления поврежденности от напряжения. Исследуется рассеянное разрушение прямоугольной пластины при последовательном ступенчатом изгибе пластины в различных плоскостях с учетом влияния агрессивной среды. Проведено сравнение времен до разрушения при использовании скалярного и векторного параметров поврежденности.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ АРМИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОМПОЗИТНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЕ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Локтев А.А.

Московский государственный университет путей сообщения

aaloktev@yandex.ru

Модифицирован волновой подход к проблеме определения динамических характеристик деформирования плоской мишени из-за динамического воздействия, а также использован данный метод для определения точек взаимодействия волновых фронтов после их многократного отражения от граней плоского элемента. В точках, в которых сходятся различные волновые поверхности, наблюдаются экстремальные значения напряжений различных знаков, в настоящей работе предлагается схема армирования плоских ортотропных элементов из композитных материалов в местах встречи упругих волн. Зарождение и распространение волновых поверхностей с конечными скоростями в предлагаемой модели деформирования плоской мишени становится возможным благодаря использованию гиперболических уравнений типа Уфлянда–Миндлина–Рейснера, описывающих динамические перемещения точек пластинки с учетом деформации поперечного сдвига и инерции вращения поперечных сечений. Разработанные вычислительный алгоритм и программный комплекс протестированы на примере плоской мишени из материалов с различными механическими характеристиками и даются конкретные рекомендации по местам расположения в композите армирующих нитей или стержней.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ СОТОВОГО БЛОКА ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ, ОГРАНИЧЕННОЙ ПО ОДНОЙ КООРДИНАТЕ, НА ЕЁ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Локтева Н.А., Сердюк Д.О.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

nlok@rambler.ru

Исследуются звукоизоляционные характеристики пластины, окруженной с двух сторон акустическими средами. Пластина состоит из двух несущих слоев и заполнителя между ними. Несущие слои упругие и изотропные, заполнитель анизотропный, сотовой конфигурации. По длине пластина бесконечна, по высоте ограничена. Пластина шарнирно оперта. Рассматривается случай воздействия на пластину сферической гармонической волны. Звукоизоляционные характеристики определяются для пластин с разными конструкторскими исполнениями заполнителя, при их неизменной массе. Для решения используются разложения искоемых функций в тригонометрические ряды Фурье. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-00787 А

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОДНОЙ МАЯТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Локшин Б.Я.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

blokshin@imec.msu.ru

Рассматривается колебательная механическая система с позиционно-вязким трением и четырьмя параметрами, в которой силовое воздействие зависит линейно от скорости. Предполагается, что система обладает свойством динамической симметрии, и в системе может возникать «знакопеременная» диссипация. Изучаются свойства такой системы в зависимости от параметров. Особое внимание уделяется бифуркациям, перестройкам фазовых портретов, возникновению и исчезновению циклов, как охватывающих фазовый цилиндр, так и лежащих целиком на его развертке. Проведен полный параметрический анализ системы. Построено разбиение пространства параметров на области топологически одинакового поведения системы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ломакин Е.В.¹, Вильдеман В.Э.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Пермский национальный исследовательский политехнический университет²

evlomakin@yandex.ru

Обсуждены современные методы, испытательное оборудование и измерительные системы, позволяющие наиболее полно исследовать свойства конструкционных материалов и закономерности их деформирования. Представлены данные о малоцикловой усталости и закритическом деформировании металлов при сложном напряженном состоянии в опытах на растяжение с кручением, а также при дополнительных вибрационных воздействиях. Отражены результаты анализа пространственно-временной неоднородности упругопластического деформирования сплавов с использованием трехмерной цифровой оптической системы. Представлены результаты комплексных исследований армирующих нитей, тканей и композитов в широком температурном диапазоне.

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА НА СТРУКТУРУ ТЕЧЕНИЯ ПРИ ПОДАВЛЕНИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУИ, НАТЕКАЮЩЕЙ НА ПРЕГРАДУ

Ломанович К.А., Постников Б.В.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

lomanovich@itam.nsc.ru

При натекании сверхзвуковой струи на плоскую преграду возможно развитие интенсивных автоколебаний ударно-волновых фронтов. Электрический разряд, инициированный вблизи корня струи, позволяет подавить автоколебания. В работе рассматриваются физические процессы по механизму акустической и внутренней обратной связи, протекающие при воздействии газового разряда на ударно-волновую картину течения. Исследования проводились в диапазоне чисел Маха от 1,0 до 3,25 на недорасширенных и перерасширенных струях, использовались профилированные и конические сопла, преграды различной газопроницаемости. На непроницаемых преградах измерялось распределение давления.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА – ОСНОВА СИНТЕЗА МАТЕРИАЛОВ С ЗАДААННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Ломовской В.А.

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, г. Москва

lomovskoy49@gmail.com

Изучение многих физико-химических характеристик в конденсированных системах основано на анализе переходных процессов от одного механически и термодинамически равновесного (или неравновесного) состояния к другому. Наличие переходных процессов от неравновесного к равновесному состоянию неконсервативной системы приводит к термодинамической необратимости данного процесса. Следствием этого является диссипация (внутреннее трение) в исследуемой системе части энергии внешнего силового воздействия. По изменению интенсивности характеристик переходных функций, а, следовательно, по изменению интенсивности диссипативных процессов (на спектрах внутреннего трения), протекающих в данной системе, может быть получена определенная информация о структуре исследуемых систем и о связи «структура – свойство – синтез» систем с заданными свойствами.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ НАГРУЖЕНИИ

Ломунов А.К.¹, Брагов А.М.¹, Крицин А.В.²

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского¹
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет²*

lomunov@mech.unn.ru

Древесина широко используется в качестве материала, демпфирующего ударные воздействия. Для расчета различных защитных конструкций в условиях динамического нагружения необходимы модели, оснащенные достоверными параметрами с учетом анизотропии механических свойств. Для некоторых пород древесины было исследовано влияние температуры, скорости деформации и вида напряженно-деформированного состояния. Образцы вырезались и нагружались под разными углами. При испытаниях в жесткой ограничивающей обойме с помощью двух независимых тензодатчиков на ее боковой поверхности регистрировались отдельно две ортогональные компоненты радиальной деформации, что позволило оценить степень анизотропии древесины.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ ВОЛНЫ ДЕТОНАЦИИ В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ, СВЯЗАННОЙ С ЛИДИРУЮЩЕЙ ВОЛНОЙ

Лопато А.И.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

lopato2008@rambler.ru

Разработан высокоточный алгоритм для численного исследования пульсирующей волны детонации в системе координат, связанной с фронтом лидирующей волны, и классификации режимов распространения детонационной волны (устойчивый, слабо неустойчивый, нерегулярный) с использованием разработанного метода. В отличие от методов сквозного счета используемая постановка свободна от вычислительных артефактов, связанных с численным размазыванием фронта лидирующей волны. Ключевым этапом вычислительного алгоритма является интегрирование уравнения для эволюции скорости лидирующей волны с использованием сеточно-характеристического метода второго порядка аппроксимации.

НЕЗАВИСИМОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯМИ В СИСТЕМАХ С СОБСТВЕННЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Лохов В.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

valeriy.lokhov@yandex.ru

Рассмотрен алгоритм, позволяющий исследовать независимое управление напряжениями (т. е. создание в теле заданного поля напряжений посредством собственных деформаций таким образом, чтобы полные деформации системы не изменялись) в дефор-

мируемых неоднородных системах с собственными деформациями. Под собственной деформацией понимается неупругая деформация любой природы: температурная деформация, пьезоэлектрическая деформация и т. д. В рамках сформулированного алгоритма проведена математическая формализация ограничений, связанных с распределением собственных деформаций. Показано применение данного подхода к задачам механики и биомеханики. Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 1873.

ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ ОБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО НАГРУЖЕНИЯ ПРИ УСЛОВИИ ПЛАСТИЧНОСТИ КУЛОНА–МОРА

Лошманов А.Ю., Сиротин А.А., Хромов А.И.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

pppkms2339@gmail.com

Рассматривается деформирование образца в непрерывном поле скоростей перемещений. Рассматривается деформирование образца в разрывном поле скоростей перемещений. Формулируются условия перехода процесса деформирования по первому и второму типу. За критериальную величину предпочтительного поля скоростей перемещений принимается удельная диссипация энергии. Условие разрушения материала состоит из двух соотношений: условие зарождения макротрещины, которое характеризуется критическим значением удельной диссипации энергии и связанной с ней плотностью материала, и условие распространение трещины, которое характеризуется другим значением удельной диссипации энергии и связанной с ней плотностью материала.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ УСИЛИЯ ПРИЖАТИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ РЕООФТАЛЬМОГРАФИИ

Лужнов П.В.¹, Шамаев Д.М.¹, Пика Т.О.¹, Иомдина Е.Н.²

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана¹

Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца²

peterl@hotmail.ru

Для диагностики нормального функционирования тканей глаза и окружающих его тканей необходим контроль в том числе и показателей гемодинамики. Диагностика кровотока имеет важное значение в определении причины развития заболевания и выбора стратегии лечения. Методика реографии глаза, реоофтальмография (РОГ), получила широкое распространение в практике офтальмологии как метод, позволяющий изучить гемодинамику глаза как в цилиарном теле, так и интегрально во всем сосудистом тракте и сетчатке глаза. При наложении РОГ-электродов на глаз существенным является контроль усилия прижатия электродов, от которого зависит точность и достоверность получаемых в ходе диагностики результатов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-08-99682.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПОСАДОЧНОГО УСТРОЙСТВА ВОЗВРАЩАЕМОГО АППАРАТА С КРАШ-ОПОРАМИ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОСАДКЕ

Луковкин Р.О.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

LukovkinRO@ya.ru

Рассматривается новая конструкция посадочного устройства малой массы для многократного возвращаемого аппарата. В качестве опоры посадочного устройства используются система из двух непараллельных ветвей энергопоглотителей типа краш-бокс. Целью работы являлась оценка работоспособности посадочного устройства при различных начальных условиях посадки. Представлены результаты моделирования в комплексе MSC Dytran динамики деформирования краш-опор в процессе вертикальной посадки. Показано, что с использованием посадочного устройства с одноразовыми краш-опорами возможно обеспечить торможение возвращаемого аппарата с безопасным уровнем перегрузок. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-08-01197 А.

ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ: ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ГАРАНТИИ

Лукоянов Н.Ю.

Институт математики и механики УрО РАН, г. Екатеринбург

nyul@imm.uran.ru

Рассматривается динамическая система, управляемая в условиях помех, по величине соизмеримых с управлением. Качество процесса оценивается на конечном промежутке времени заданным показателем. В рамках теоретико-игрового подхода ставится задача о нахождении оптимального гарантированного результата и построении стратегии управления, обеспечивающей этот результат. Обсуждаются структура и свойства оптимальных стратегий в зависимости от свойств оптимизируемого показателя качества, наличия ресурсных ограничений, запаздывания в управлении. Для линейно-выпуклого случая указываются методы приближенного решения задачи, основанные на попятном построении выпуклых сверху оболочек вспомогательных программных функций. Приводятся иллюстрирующие примеры.

О НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЧЕНИЯХ ГАЗА ЧЕРЕЗ ПОРИСТЫЕ ОБЪЕКТЫ С ОЧАГАМИ ГЕТЕРОГЕННОГО ГОРЕНИЯ И ИНОГО ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ

Луценко Н.А.

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток,

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

NickL@inbox.ru

Исследуются течения газа в поле силы тяжести через пористые объекты с очагами гетерогенного горения и иного энерговыделения при саморегуляции расхода проходящего через объект газа, то есть когда известно давление на границах пористого объекта, а расход проходящего через него газа заранее неизвестен. Предложены математическая модель и оригинальные вычислительные алгоритмы для исследования нестационарного гетерогенного горения пористых двумерных объектов с учетом одностадийной химической кинетики и трехмерных нестационарных режимов движения газа через пористые объекты с источниками энерговыделения без учета детальной химической кинетики; изучены некоторые особенности рассматриваемых процессов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДВОДА ЭНЕРГИИ В ПОТОК НА РЕЖИМ ОБТЕКАНИЯ МОДЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Луцкий А.Е., Ханхасаева Я.В.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

lutsky@kiam.ru

В рамках математической модели осредненных 3D уравнений Навье–Стокса для вязкого сжимаемого газа (URANS) с моделью турбулентности Спаларта–Аллараса (SA) проведено численное исследование влияния вложения энергии в поток при обтекании под углом атаки модели летательного аппарата (ЛА). Для рассмотренных режимов показано, что вложение энергии перед носовой частью приводит к существенному снижению волнового сопротивления и увеличению подъемной силы. Исследован эффект вложения энергии перед крыльями. Показана высокая эффективность вложения энергии, как средства увеличения аэродинамического качества ЛА.

НЕСОВМЕСТНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В ОБОЛОЧКАХ, СОЗДАВАЕМЫХ МЕТОДОМ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

Лычев С.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

lychevsa@mail.ru

Общие принципы построения математических моделей растущих деформируемых тел иллюстрируются на примере оболочки, создаваемой методом стереолитографии. В начале аддитивного процесса оболочка свободна от напряжений. В ходе процесса к лицевой поверхности оболочки непрерывно присоединяются материальные точки, образуемые в результате локального отверждения. Изменение материального состава тела характеризуется траекторией полимеризации, определяемой алгоритмом полимеризующего сканирования. Это приводит к образованию несовместной дисторсии в теле оболочки, искажениям формы и остаточным напряжениям. Для их определения сформулирована вариационная постановка, уравнения поля и краевые условия. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-19-01280.

ЗАМКНУТЫЕ РЕШЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОЙ ВЯЗКОУПРУГОСТИ

Лычёва Т.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

taniko81@mail.ru

Исследуются универсальные деформации полого кругового цилиндра из нелинейного вязкоупругого несжимаемого материала. Получены замкнутые представления для деформаций и напряжений, соответствующих растяжению и кручению. Напряженное состояние тела определяется функционалом отклика дифференциального типа. Упругая составляющая отклика соответствует гиперупругому материалу типа Муни–Ривлина, а неупругая – квадратичной зависимости от градиента скорости деформации. Получены нелинейные теоретические зависимости для растягивающего усилия и крутящего момента от удлинения и угла крутки для идентификации материальных констант, входящих в определение соответствующего функционала отклика.

УПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЕМ НАНОСПУТНИКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИКРОМЕТЕОРОИДОВ И ЧАСТИЦ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Любимов В.В., Осипов А.А., Пияков А.В., Сёмкин Н.Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет

piyakov@ssau.ru

Рассматривается неупругое соударение солнечной батареи наноспутника с микрометеороидом или с частицей космического мусора. Кинетическая энергия частицы при соударении переходит в кинетическую энергию вращательного движения наноспутника и потенциальную энергию неупругой деформации конструкции солнечных батарей. Моделируется функционирование процесса управляемого уменьшения величины угловой скорости наноспутника, образованной в результате соударения с частицей космического мусора. Магнитная система управления обеспечивает достижение малых значений угловых скоростей. Предполагается, что исполнительными органами в системе управления ориентацией являются три электромагнитные катушки.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ В СВЕРХЗВУКОВЫХ ДИФфуЗОРАХ

Любимов Д.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

dalyubimov@yandex.ru

Представлены результаты расчетов с помощью RANS/LES метода высокого разрешения нестационарных турбулентных течений в сверхзвуковых диффузорах – воздухозаборниках (ВЗ). Рассмотрены варианты ВЗ с системой слива пограничного слоя и без нее. Исследовано влияние числа Рейнольдса на особенности течения в ВЗ. Получены зависимости частоты помпажа, уровня пульсаций статического давления по длине ВЗ, а также начала помпажа от чисел Маха набегающего потока и Рейнольдса, а также системы слива. Представлены дроссельные характеристики ВЗ, построенные с учетом нестационарного характера течения на выходе из ВЗ. Точность расчетов подтверждена сравнением с данными эксперимента.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВИБРАЦИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТЕЙ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ГРАНИЦЕЙ РАЗДЕЛА

Любимов Д.В.¹, Любимова Т.П.², Паршакова Я.Н.²

Пермский государственный национальный исследовательский университет¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

parshakova@icmm.ru

Исследовано влияние высокочастотных вертикальных вибраций на устойчивость механического равновесия двухслойной системы горизонтальных слоев несмешивающихся жидкостей с близкими плотностями при вертикальном градиенте температуры. Учет деформации границы раздела проведен в рамках обобщенного приближения Буссинеска. Показано, что вибрации оказывают стабилизирующий эффект на устойчивость механического равновесия системы по отношению к колебательным возмущениям с конечным волновым числом. На порог длинноволновой неустойчивости механического равновесия вибрации влияния не оказывают. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-21-00090.

УСТОЙЧИВОСТЬ И НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗДЕЛА В ВИБРАЦИОННЫХ ПОЛЯХ

Любимова Т.П.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

lubimova@psu.ru

Обсуждаются результаты теоретических и экспериментальных исследований устойчивости и нелинейной динамики поверхностей раздела в вибрационных полях. Анализируется действие неакустических высокочастотных малоамплитудных вибраций и вибраций конечной амплитуды и частоты на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей и диффузные поверхности раздела в системах смешивающихся жидкостей в поле тяжести и в условиях невесомости. Основное внимание уделяется обсуждению новых, еще не получивших объяснения явлений, природе наблюдаемых при этом неустойчивостей и механизмам отбора длины волны периодических структур, формирующихся на поверхности раздела. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (грант №15-01-09969).

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЯГКОЙ БИОТКАНИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ВКЛЮЧЕНИЯ, С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ВИДЕОТАКТИЛЬНЫМ СЕНСОРОМ

Любичева А.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

lyubicheva@mail.ru

Построена модель индентирования мягкой биоткани, содержащей включения, пневматическим видеотактильным сенсором, разрабатываемым для лапароскопической хирургии. В работе рассмотрено контактное взаимодействие оболочки в виде полый полусферы с упругим телом, содержащим различные включения. Учитывается гидростатическое давление, приложенное внутри оболочки, проводится анализ зависимости контактных характеристик от величины этого давления и нагрузки. Обсуждается возможность постановки обратной задачи об определении механических свойств исследуемого материала, свойств и размеров включений по измерениям контактных характеристик. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00372.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ АНИЗОТРОПНОГО ТЕРМОПОКРЫТИЯ ПРИ ТЕПЛОВОМ УДАРЕ

Люкшин Б.А., Люкшин П.А., Матолыгина Н.Ю., Панин С.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

lba2008@yandex.ru

Исследовано деформационное поведение термобарьерных покрытий при термическом воздействии. Обсуждается механизм возникновения неустойчивостей в таких покрытиях, основанный на их представлении в виде пластины, находящейся на упругом основании. Потеря устойчивости при сжатии за счет различных теплофизических характеристик покрытия и подложки проявляется в виде образования двоякопериодической системы зон экструзии и энтрэзии, что качественно согласуется с известными результатами экспериментальных исследований. Исследованы характерные особенности возникающей картины потери устойчи-

ности и ее зависимости от толщины покрытия и свойств сопрягаемых материалов. Получена оценка влияния анизотропии материала покрытия на характер возникающей неустойчивости.

ПОЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ МАКСИМАЛЬНОГО ТРЕНИЯ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ТЕЧЕНИИ ЖЕСТКОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Лямина Е.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

lyamina@inbox.ru

При применении ряда жесткопластических моделей пластическая мощность стремится к бесконечности при приближении к поверхности максимального трения. Так как пластическая мощность входит в уравнение теплопроводности, то такое поведение этой величины приводит к сингулярному поведению поля температуры вблизи поверхностей максимального трения. Поле температуры оказывает влияние на формирование свойств материала в процессе деформирования, в том числе в окрестности поверхностей трения. Причем, в узкой области около поверхностей трения свойства материала часто сильно отличаются от свойств в основном объеме. В работе выводится асимптотическое поведение поля температуры вблизи поверхности трения. Работа поддержана грантом РФФИ №14-01-00087.

ТРАЕКТОРИИ БЫСТРОГО ВОЗВРАТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С НИЗКОЙ ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ НА ЗЕМЛЮ

Константинов М.С., Николичев И.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

ianikolichiev@gmail.com

Проведен анализ схем одноимпульсного и трехимпульсного быстрого возврата космического аппарата (КА) на Землю. Разработана многоуровневая модель, описывающая движение КА при возврате на Землю. Задача сводится к задаче математического программирования в конечномерном пространстве. Численный анализ показал, что затраты требуемого приращения скорости для одноимпульсного перелета находятся в диапазоне 824... 2.580 м/с. Они определяются положением окололунной орбиты, с которой КА возвращается на Землю. Требуемое приращение скорости может быть значительно уменьшено, если использовать трехимпульсную схему перелета. Для самой неблагоприятной ориентации начальной окололунной орбиты суммарное приращение скорости может быть уменьшено до 1490 м/с при увеличении времени перелета на одни сутки.

СУПЕРЭЛЕМЕНТНАЯ ФИЛЬТРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ КРУПНЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мазо А.Б., Поташев К.А., Хамидуллин М.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

KPotashev@mail.ru

Предложена суперэлементная модель разработки крупных нефтяных месторождений, в которой расчет глобальной динамики гладких осредненных полей давления и насыщенности в пласте проводится на крупной сетке, у которой число ячеек сопоставимо с числом скважин. Уравнения для средних полей содержат тензор абсолютной проницаемости и модифицированные функции относительных фазовых проницаемостей. Для их определения на каждом суперэлементе предварительно решаются специальные задачи апскейлинга. Для детализации решения в окрестности скважин применяются вложенные мелкие сетки. Суперэлементный подход обеспечивает ускорение счета в сотни раз по сравнению с традиционными методами численного моделирования фильтрации на геологических сетках с плановыми размерами ячейки порядка нескольких десятков метров.

ГИДРОДИНАМИКА ТЕЧЕНИЙ В ГЛУБОКОВОДНЫХ КАНЬОНАХ

Макаренко Н.И.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

makarenko@hydro.nsc.ru

Дан обзор результатов недавних натурных экспериментальных исследований придонных стратифицированных течений в глубоководных каньонах Атлантического океана и результатов математического моделирования сопутствующих гидродинамических эффектов. Основное внимание уделяется таким характерным свойствам этих течений, как расщепление присклонных гравитационных потоков, формирование критических слоев в сдвиговых течениях над порогами и фрагментация полей стационарных внутренних волн за препятствиями.

О ПЕРЕДАЧАХ С ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ «БОЛЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО САМОЛЕТА»

Макарин М.А., Самсонович С.Л., Крылов Н.В., Борисов М.В., Степанов В.С.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

MikhailMakarin@gmail.com

Обсуждены результаты выбора, проектирования и конструирования механических передач с телами качения. Рассмотрена концепция построения электромеханических приводов на основе механических передач с телами качения, позволяющая использовать их для управления аэродинамическими поверхностями летательного аппарата. Показано, что использование электромеханических силовых миниприводов позволит решить актуальную задачу размещения мощных приводов в тонком крыле без установки внешних обтекателей.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ
УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ В ПЕРЕХОДНЫХ КАНАЛАХ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Макаров А.Ю., Степанов В.А., Маслов В.П.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва
keeper@ciam.ru

Проведены исследования, направленные на поиск эффективных способов уменьшения газодинамических потерь в укороченных криволинейных диффузорах авиационных двигателей. Рассмотрены активные и пассивные средства воздействия на отрывные зоны в каналах, позволяющие уменьшить габариты каналов без возникновения в них отрывных зон. В качестве активных средств рассмотрены синтетические струи и диэлектрический барьерный разряд (ДБР). В качестве пассивных средств применяются пластинчатые завихрители. Рассмотрены различные типы диффузорных каналов: прямоугольные и кольцевые каналы различной степени агрессивности. Получены данные о степени воздействия на поток различных методов управления течением, определены границы их применимости.

**ЭВОЛЮЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ
И РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Макаров П.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
pvm@ispms.tsc.ru

Изложены основные положения эволюционной концепции развития землетрясений, показано, что эволюция НДС нагружаемой геосреды развивается по типичным сценариям эволюции нелинейных динамических систем, а формирование очагов разрушения проходит две стадии – медленный квазистационарный и сверхбыстрый катастрофический. Приведены расчёты тектонических течений в Центральной Азии и сейсмического процесса, который трактуется как заключительная катастрофическая стадия формирования очагов разрушения.

**ВЛИЯНИЕ ВДУВА (ОТСОСА) И ЧИСЛА ПРАНДТЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ НА ПЛАСТИНЕ**

Макарова М.С.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
april27_86@mail.ru

С использованием дифференциальной модели турбулентности проведено численное исследование пограничного слоя на теплоизолированной проницаемой стенке в сверхзвуковом потоке газа. Для значений числа Прандтля $Pr=0.3, 0.7$ и 3 в диапазоне чисел Рейнольдса $Re_x=10^7-10^8$ получены зависимости коэффициента восстановления температуры при изменении параметра проницаемости b_m от критического вдува до асимптотического отсоса. Для критического вдува получена зависимость коэффициента восстановления от числа Прандтля и Маха.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ
И ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ
ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Макарова Н.В.

*Дальневосточный федеральный университет,
Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток*
maknat@bk.ru

Представлены результаты экспериментального исследования поверхности бетона, модифицированного наноструктурированными минеральными волокнами, с использованием атомно-силовой микроскопии и динамическим микроиндентированием. Для сравнения исследованы поверхности не модифицированного бетона и бетона с добавлением обычных минеральных волокон. Анализ полученных данных показал, что увеличение прочностных и деформационных свойств материала, в том числе, трибологических характеристик его поверхности, может быть обусловлено наноиницированием направленной микродисперсной структуризации цементного камня.

**НОВЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ И ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ВОЛНОВОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Маклаков Д.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
dmaklak@kpfu.ru

Волновое сопротивление – важная характеристика плавающих и движущихся под свободной поверхностью воды тел, определению которой посвящено большое количество работ. Начало этим исследованиям было положено лордом Кельвиным (1887). Над проблемой волнового сопротивления работали такие выдающиеся ученые, как J.H. Michell, T.H. Havelock, Л.Н. Сретенский, Н.Е. Кочин, М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев и многие другие. Подавляющее большинство исследований выполнено на основе линейной теории волн. Успехи нелинейной теории значительно скромнее и характеризуются почти полным отсутствием точных аналитических результатов. Автором доклада представлена простая точная аналитическая формула для волнового сопротивления двумерного тела в жидкости конечной глубины, доказаны две теоремы о волновом сопротивлении и дано десятичленное разложение волнового сопротивления по амплитуде. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-06029.

ОПИСАНИЕ ПЕРЕХОДА ОТ ВЯЗКОУПРУГОСТИ К ПЛАСТИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОГО ВАРИАЦИОННОГО ПРИНЦИПА ДЛЯ ДИССИПАТИВНОЙ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

Максимов Г.А.

Акустический институт им. Н.Н. Андреева, г. Москва

gamaximov@gmail.com

На основе обобщенного вариационного принципа (ОВП) для диссипативной механики сплошной среды показано, что переход от вязкоупругого поведения среды к пластическому может быть описан в терминах нелинейной релаксации внутренних микровращений материальных точек. В линейном приближении получаемые на основе ОВП уравнения движения соответствуют вязкоупругой среде, частным случаем которой является среда Максвелла с низкочастотным поведением как у обычной вязкой жидкости. В докладе показано, что за счет выбора только нужной функциональной зависимости сдвиговой нелинейности можно добиться перехода от вязкоупругого поведения среды к ее пластическому поведению с ростом сдвиговой деформации.

СООТНОШЕНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ В ТЕОРИИ ИДЕАЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

Максимова Л.А.

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары

maximova_ng@mail.ru

Рассмотрены статически определимые соотношения теории идеальной пластичности для изотропных тел и для составных анизотропных тел. Рассматривается случай полной пластичности. Исследуется вопрос влияния параметра Лоде в инвариантном описании напряженного состояния на определяющий вид напряженного состояния. Используется условие пластичности Мизеса для изотропного материала и обобщенное условие пластичности Хилла для анизотропного материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №15-41-02453.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА РАЗРУШЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1424 АВИАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ, ПОДВЕРГНУТЫХ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Маликов А.Г., Оришич А.М.

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

г. Новосибирск

smalik@ngs.ru

Рассматривается актуальная проблема повышения прочности неразъемных соединений авиационных сплавов, полученных с помощью метода лазерной сварки. Исследованы технологические варианты лазерной сварки алюминиевого сплава 1424 системы Al-Mg-Li, с целью получения уровня прочности сварного соединения близкого к прочности основного металла. Показано, что в случае применения различных видов деформации сварного соединения значительно увеличивается его прочность (до 0,85–0,95 от прочности основного металла).

УСТОЙЧИВОСТЬ, ОГРАНИЧЕННОСТЬ И СТАБИЛИЗАЦИЯ НА КОНЕЧНОМ ИНТЕРВАЛЕ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Маликов А.И.

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН, г. Казань

Казанский национальный технический университет (КНИТУ-КАИ)

a_i_malikov@mail.ru

Рассматриваются системы, модели которых представлены дифференциальными или разностными уравнениями с локально липшицевыми правыми частями и переменными параметрами. С применением матричных систем сравнения и дифференциальных матричных неравенств разработаны способы эллипсоидального гарантированного оценивания состояния, установлены свойства устойчивости, ограниченности относительно заданных множеств. Решены задачи подавления начальных отклонений и неопределенных внешних возмущений с помощью обратной связи по состоянию или по выходу. Даны развитие и применение методов для оценивания состояния и стабилизации динамических систем с переключениями. Результаты иллюстрируются примерами.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПУЧКА ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН В НЕЛИНЕЙНО УПРУГОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ СРЕДЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Мальханов А.О.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

alexey.malkhanov@gmail.com

Исследовано распространение пучка продольных волн в нелинейно упругой проводящей среде, взаимодействующей с магнитным полем. Рассмотрен случай, когда внешнее постоянное магнитное поле с заданной напряженностью перпендикулярно направлению распространения волн, а пучок волн – ограниченный, слаборасходящийся, близкий к плоской волне. Рассмотрена область, в которой параметры нелинейности, дисперсии и дифракции имеют одинаковый порядок. Полученное уравнение совпадает с известным в теории нелинейных волн уравнением Хохлова–Заболоцкой. Проанализировано решение этого уравнения и построены

зависимости ширины волнового пучка вдоль координатных осей от отношения скорости волны Альфвена к скорости продольной волны.

ПОСТОЯНИЕ 3D СЕТИ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ДАННЫМ МРТ МЕТОДОМ ВАРЬИРОВАНИЯ СКАНИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТИ

Мальцева С.В.¹, Акулов А.Е.², Мошкин М.П.², Деревцов Е.Ю.¹

Институт математики им. С.Л. Соболева¹, г. Новосибирск

Институт цитологии и генетики СО РАН², г. Новосибирск

sv_maltseva@mail.ru

Применение методов магнитно-резонансной томографии (МРТ) к исследованию геометрии сосудистых сетей живых организмов обусловлено высоким содержанием в крови атомов водорода, которые излучают ЯМР-сигнал. Однако, при наличии сильных извитостей и сужений сосудов в восстановленных трехмерных конфигурациях наблюдаются прерывания сосудов. Эта проблема характерна практически для всех объектов исследования и особенно ярко она проявляется при исследованиях малых лабораторных животных. Настоящий доклад содержит краткое описание одного метода, предлагаемого авторами для преодоления описанной проблемы прерывания сосудов.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЛЕНОЧНО-ТКАНЕВЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Мангушева А.Р.¹, Мухамедова И.З.²

Казанский национальный исследовательский технологический университет¹

Казанский государственный архитектурно-строительный университет²

alinamr@mail.ru

Разработаны методики расчета напряженно-деформированного состояния и долговечности представительных элементов пленочно-тканевых композитных материалов (ПТКМ) на основе моделей поведения фаз ПТКМ при совместном воздействии силовых факторов, солнечной радиации и изменения температуры. Построены двумерные и трехмерные модели поведения представительных элементов ПТКМ при совместном воздействии силовых факторов, солнечной радиации и температуры. Проведены качественные исследования закономерностей влияния перепада температуры на долговечность ПТКМ. В основе расчета долговечности лежит принцип линейного суммирования поврежденности.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА И ИХ СИСТЕМЫ В МЕХАНИКЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ТРИБОЛОГИИ

Манжиров А.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

manzh@inbox.ru

Исследуются интегральные уравнения и системы интегральных уравнений смешанного типа, которые содержат различные интегральные операторы. В рассматриваемом конкретном случае это компактные операторы и операторы Вольтерра. Компактные операторы полагаются самосопряженными и сильно положительными, а несамосопряженные операторы Вольтерра имеют непрерывные либо полярные ядра. Помимо указанных особенностей уравнения и системы содержат известные быстро осциллирующие функции. Предложен метод построения аналитических решений таких многомерных уравнений и систем. Демонстрируются примеры приложений теории к актуальным нерешенным ранее проблемам механики контактных взаимодействий и трибологии. Показаны преимущества предложенного метода над традиционными.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-19-01280.

КОЛЕБАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ВЕСОМОЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

Мардонов Б.М.¹, Хаджиева Л.А.²

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности¹, Узбекистан

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби², г. Алматы, Казахстан

batsam@list.ru

При изучении колебаний и устойчивости геометрически нелинейных бурильных колонн под действием динамических нагрузок появляются новые эффекты, связанные с учетом нелинейности деформирования труб колонны и характером их нагружения. К таким задачам, в частности, относится задача быстрого нагружения колонны осевой сжимающей нагрузкой. Если скорость возрастания сжимающей силы достаточно велика, то сечения бурильной колонны не успевают переместиться в направлении, нормальном к оси колонны. В докладе рассматриваются вопросы динамической устойчивости весоной бурильной колонны с учетом её геометрической нелинейности и нагружения ее переменной по времени сжимающей нагрузкой.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ГАМИЛЬТОНОВЫХ СИСТЕМ В СЛУЧАЕ РЕЗОНАНСОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКОВ

Маркеев А.П.

Институт проблем механики РАН, г. Москва

anat-markeev@mail.ru

Рассматривается периодическая по времени гамильтонова система с одной степенью свободы в окрестности положения равновесия. Мультипликаторы линеаризованной системы кратны, а равновесие устойчиво в первом приближении. Описана процедура построения канонической замены переменных, приводящей систему к такому виду, когда в разложении функции Гамильтона в ряд время исключено до членов сколь угодно высокой (конечной) степени, а члены второй степени отсутствуют полностью. Найдены условия устойчивости и неустойчивости в случаях, когда вопрос об устойчивости не решается по формам третьей и четвертой степеней в разложении исходной функции Гамильтона в ряд.

ВОПРОСЫ УДЕРЖАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО ТЕЛА ПРИ ЛЕВИТАЦИИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОДВЕСЕ

Маркин Ю.В., Сандалов В.М., Кокшарова Н.В., Маслов М.А.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

kasparf93@gmail.com

Рассматриваются вопросы удержания ферромагнитного тела при левитации в электромагнитном подвесе. В качестве основных подходов используется выбор определенным образом токов или напряжений, линеаризация обратной связи и релейное управление.

МЕХАНИЗМЫ И УСТРОЙСТВА С ИЗМЕНЯЕМЫМИ ЛИНЕЙНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Маркин Ю.С.

Казанский государственный энергетический университет

y.markin2013@yandex.ru

Описаны механизмы с изменяемыми линейными параметрами, позволяющими организовать учебно-исследовательскую работу студентов-первокурсников при выполнении ими расчетно-графических и курсовых работ. Это формирует у первокурсников исследовательскую компетенцию.

МОДЕЛИ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ МИКРО- И МАКРОМАСШТАБОВ В СИНТЕЗЕ НАНО ПОРОШКОВ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ

Марков А.А.¹, Филимонов И.А.², Мартироян К.С.³

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН², г. Черноголовка

The University of Texas at Brownsville³, USA

markov.ipm@yandex.ru

Излагаются результаты исследований моделей синтеза порошков магнето мягких ферритов с учетом взаимного влияния микро и макромасштабов, характерных для процессов синтеза сложных оксидов субмикронной и нанометрической дисперсности. Применены условия проскальзывания потока газовой фазы через пористую среду, скомбинированные с граничными условиями скачков температуры и концентраций компонент на границах пор. Получены новые данные синтеза частиц ферритов субмикронного и нано масштабов в широком диапазоне параметров подобия. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными, приведенными в работе. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-08-00664.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ АНИЗОТРОПНОЙ ВЯЗКОУПРУГОСТИ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Марков И.П., Белов А.А.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного

(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

igumnov@mech.unn.ru

Представлен метод граничных элементов в сочетании с интегральным преобразованием Лапласа и методом квадратур сверток для решения динамических задач линейной анизотропной вязкоупругости. Рассматриваются классические модели, описывающие вязкоупругие свойства материала. Гранично-элементная схема основана на точных сингулярных граничных интегральных уравнениях прямого подхода. Вязкоупругое решение строится на основе принципа соответствия упругого и вязкоупругого решений. Приводятся результаты гранично-элементного моделирования динамики трехмерного анизотропного вязкоупругого тела по модели стандартного вязкоупругого тела. Работа поддержана грантами РФФИ № 14-08-31410, № 14-08-00811.

ОПТИЧЕСКИЕ ПАНОРАМНЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Маркович Д.М.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

dmark@itp.nsc.ru

Рассматриваются современные подходы к диагностике течений с использованием томографической реализации PIV-метода для измерений трех компонент скорости в объеме потока. Представлен обзор последних работ по развитию панорамных методик диагностики потоков, проанализированы основные современные тенденции.

ПРОЕКЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ И ВИХРЕВОЕ 2D ТЕЧЕНИЕ В ТРУБКЕ ВЕНТУРИ

Марковский А.Н., Лежнев В.Г., Токарев Н.М.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

mark@kubsu.ru

Рассматривается задача построения функции тока плоскопараллельного течения несжимаемой жидкости в виде логарифмического потенциала по граничным значениям функции тока. Определяется течение с минимальной завихренностью. Приводится алгоритм метода базисных потенциалов для вычисления течения в трубке Вентури.

О ГЕНЕРАЦИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ШУМОВ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Марфин Е.А.¹, Метелёв И.С.², Гарифьянов Б.А.²

Казанский научный центр РАН¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет²

marfin_ea@mail.ru

Представлены результаты исследования акустической эмиссии образцов насыщенной пористой среды. Механическое воздействие на образцы, в результате которого возбуждались шумы, осуществлялось как статическим давлением, так и реализацией фильтрационного процесса. Получены спектры фильтрационных шумов и акустической эмиссии. Установлено, что в спектре возбуждаемых колебаний имеются выраженные пики, причем их ширина для фильтрационных шумов значительно уже и смещена в сторону больших частот. Полученные результаты могут быть использованы при решении идентификационных задач методом скважинной шумометрии.

О РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДАХ К УДОВЛЕТВОРЕНИЮ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧ АЭРОДИНАМИКИ И АЭРОУПРУГОСТИ ВИХРЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Марчевский И.К.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

iliamarchevsky@mail.ru

Рассмотрены различные подходы к обеспечению выполнения граничных условий при расчете обтекания профилей вихревыми методами. Точность их удовлетворения связана с правильностью вычисления интенсивности вихревого слоя, моделирующего профиль, которая, в свою очередь, определяет точность решения задачи гидродинамики в целом. Разработанные схемы существенно превосходят по точности известные; они адаптированы для решения задач гидроупругости, когда профиль может перемещаться и деформироваться в потоке среды, в том числе под действием гидродинамических нагрузок. Исследованы пути дальнейшего повышения точности. Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект МК-3705.2014.8).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРСКОГО ЛЬДА

Марченко А.В.

Свальбардский международный университет, Лонгйир, Шпицберген, Норвегия

Aleksey.Marchenko@unis.no

Проведен комплекс исследований термомеханических свойств морского льда и нагрузок на причальные стенки, вызванных изменениями температуры льда и подледного давления воды. Обнаружены значительные отличия в термическом расширении соленого и пресного льда. Разработана термомеханическая модель морского льда и исследованы ее частные решения, описывающие термические волны и волны порового давления. Термические волны зарегистрированы в лабораторном эксперименте. Их характеристики использованы для расчета проницаемости морского льда рассолом.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СМЕСИ ЧЕРЕЗ ЗАМКНУТУЮ ПОЛОСТЬ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ С УЧЕТОМ ЗАКУПОРКИ

Марышев Б.С.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

bmaryshev@mail.ru

При медленной фильтрации смеси в вертикальном фильтре благодаря диффузионному переносу возникает переходный слой между чистой жидкостью и смесью. Со временем толщина переходного слоя растет. При прохождении критического времени развивается неустойчивость Релея–Тейлора. Перенос примеси в пористой среде сопровождается ее иммобилизацией. Иммобилизация «гормозит» перенос и уменьшает пористость, тем самым увеличивая критическое время. Решена задача об устойчивости вертикального течения смеси через фильтр с учетом осаждения примеси. Получены зависимости критического времени и формы критических возмущений от параметров задачи. Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ № МК-6851.2015.1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕЗОНАТОРА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Маслов А.А., Маслов Д.А., Меркурьев И.В.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

Maslov954@ya.ru

Получены уравнения динамики микромеханического гироскопа камертонного типа, описывающие электрические, магнитные и механические колебания во взаимосвязанной форме. Волновая картина колебаний резонатора гироскопа исследовалась с использованием асимптотического метода осреднения Крылова–Боголюбова. Рассмотрены стационарные режимы колебаний при позиционном и сопутствующим ему параметрическом возбуждении колебаний. Найдены условия устойчивости стационарного режима колебаний и формула для определения угловой скорости основания гироскопа.

ИССЛЕДОВАНИЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ СТРУКТУР В СЛОЕ СМЕШЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ЕЕ ПОПЕРЕЧНОМ АКУСТИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Маслов В.П., Захаров Д.Л., Миронов А.К.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

akomir@mail.ru

Экспериментально исследованы особенности распространения волн неустойчивости в слое смешения турбулентной струи при возбуждении струи внешней акустической волной. Применялась техника условного фазового осреднения данных, полученных при помощи Particle Image Velocimetry (PIV) с использованием опорного сигнала микрофона, расположенного вблизи струи. Проведено исследование влияния частоты возбуждения на характеристики крупномасштабных структур в слое смешения. Показано, что закономерности распространения волн неустойчивости хорошо согласуются с полученными ранее данными по локализации источников звука в турбулентных струях. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00325_a.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ИНЖЕКЦИИ НА ДВИЖЕНИЕ КАПЛИ В ПОТОКЕ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА

Маслов Е.А.¹, Жарова И.К.², Борисов Б.В.¹

Национальный исследовательский Томский политехнический университет¹

НИИ прикладной математики и механики Национального исследовательского Томского политехнического университета²

maslov_eugene@mail.ru

Приведены результаты численного исследования влияния условий инжекции на характеристики капли воды при инжектировании в поток перегретого пара в цилиндрическом канале. Анализ результатов численного исследования при заданных параметрах позволил выявить условия инжекции, при которых капли воды полностью испаряются, не осажаясь на стенке канала.

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Маслов Л.Б.

Ивановский государственный энергетический университет

maslov@tipm.ispu.ru

Построена математическая модель регенерации костной ткани при наличии механического стимула в виде гармонической нагрузки. Разработаны конечно-элементный алгоритм решения связанной задачи пороупругости с учетом диффузии клеток и программный комплекс для изучения структурной перестройки костной ткани в пространственной постановке. Построена трехмерная модель костной мозоли и рассчитан процесс изменения механических свойств костной ткани при регенерации после перелома. Проведена оценка влияния параметров силового воздействия на процесс регенерации костной мозоли. Модель позволила исследовать влияние частоты стимулирующей нагрузки на процесс перестройки ткани, что отсутствует в известных публикациях.

АНАЛИЗ СИНГУЛЯРНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ И ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ В ОСОБЫХ ТОЧКАХ УПРУГИХ ТЕЛ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Матвеев В.П., Федоров А.Ю.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

mvp@icmm.ru

Приводятся результаты аналитических и численных исследований по оценке характера сингулярности напряжений в окрестности различных вариантов особых точек упругих тел, выполненных из функционально-градиентных материалов (ФГМ). Полученные результаты показали, что характер сингулярности напряжений для плоских клиньев из ФГМ определяется из решения задачи для соответствующего однородного клина, упругие характеристики которого совпадают с соответствующими характеристиками ФГМ в вершине клина. Поставлена задача оптимизации напряжённого состояния за счёт выбора свойств функционально-градиентных материалов в окрестности особых точек и рассмотрены примеры решения оптимизационных задач.

МЕХАНИКА ПЕРВОНАЧАЛЬНО-ТОЧЕЧНОГО УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО КОНТАКТА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Матлин М.М., Мозгунова А.И., Казанкина Е.Н., Лебский С.Л., Казанкин В.А.

Волгоградской государственной технической университет

a-mozgunova@mail.ru

Рассмотрены основные параметры контакта для трех различных случаев взаимодействия контактирующих деталей: внедрение упругой сферы в поверхность плиты, упругопластическое сплющивание сферы, а также одновременное внедрение со сплющиванием материалов сферы и плиты. Указаны области применения разработанных методик.

КРАТНОСТЬ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ГЛАВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ЕЕ СЛЕДСТВИЯ

Матченко Н.М.¹, Кузнецов Е.Е.¹, Матченко И.Н.²

Тульский государственный университет¹

Чувашский государственный педагогический университет², г. Чебоксары

ekc_05@mail.ru

Показано, что условия кратности промежуточного главного напряжения разделяют пространство главных напряжений тремя плоскостями на шесть равных сегментов. На этих плоскостях промежуточное главное напряжение равно максимальному или минимальному главному напряжению. Следствием кратности являются условия совместности компонент тензора напряжения. На полуплоскостях кратности напряжений условия совместности компонент тензора напряжений не зависят от класса симметрии сплошной среды и ее механической модели. Рассматривается однородная функция компонент тензора девиаторных напряжений. Пересечения поверхностей равного уровня с плоскостями кратности проявляется сингулярности в виде ребра правильной шестигранной призмы, равно наклоненной к главным осям векторного пространства главных напряжений. Эта сингулярность не связана с механической моделью сплошной среды, а является следствием кратности промежуточного главного напряжения. В математической теории пластичности сингулярность девиаторных функций на полуплоскостях кратности более сотни лет ошибочно трактовалась как справедливость условия пластичности Треска.

УТОЧНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЙ СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ПО ПЛОТНОСТИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ОКОЛО СФЕРЫ И КВАДРАТНОГО ЦИЛИНДРА

Матюшин П.В., Гуцин В.А.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

pmatyushin@mail.ru

При помощи математического моделирования (на суперкомпьютерах МСЦ РАН) течений линейно стратифицированной по плотности несжимаемой вязкой жидкости около сферы и квадратного цилиндра (описываемых системой уравнений Навье–Стокса в приближении Буссинеска) и 3D визуализации подробно проанализировано изменение пространственной вихревой структуры рассматриваемых течений в широком диапазоне безразмерных параметров задачи (чисел Рейнольдса и внутренних чисел Фруда); уточнена классификация режимов течений. Работа частично выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-00428, 15-51-50023 и программ Президиума РАН (№ 8) и ОМН РАН (№ 3).

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ В ОБОСНОВАНИИ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Гаденин М.М., Разумовский И.А., Резников Д.О.

В решениях проблем комплексной безопасности человека, объектов техносферы и природной среды существенное место занимают междисциплинарные фундаментальные исследования в таких научных исследованиях, как механика, математика, физика, химия, биология, социология, экономика. Общие вопросы механики имеют прямое отношение к анализу техногенной безопасности и техногенных рисков. Это обусловлено тем, что крупные техногенные аварии и катастрофы, как правило, инициируются повреждениями и разрушениями несущих конструкций и сопровождаются взрывами, пожарами, загрязнениями природной среды, гибелью и нанесением увечий операторам, персоналу и населению. В связи с этим риски $R(\tau)$ таких аварий и катастроф для данного времени τ определяются через вероятности (частоты) $P(\tau)$ их возникновения и соответствующие им ущербы $U(\tau)$.

В свою очередь, величины $P(\tau)$ связаны с вариацией внешних воздействий $Q(\tau)$ (штатных, нештатных, экстремальных), реакций несущих элементов на эти воздействия, оцениваемые по максимальным напряженно-деформированным состояниям $\sigma_{\max}(\tau) - e_{\max}(\tau)$. Параметры $Q(\tau)$, $\sigma_{\max}(\tau)$, $e_{\max}(\tau)$ имеют вероятностный характер; по ним определяются экстремальные накопленные повреждения $d(\tau)$, являющиеся функцией таких параметров эксплуатационного нагружения, как температура $t(\tau)$, число циклов $N(\tau)$, радиационные и коррозионные факторы $\Phi(\tau)$, а также концентрация напряжений α_σ , размеры абсолютных сечений F , технологические или эксплуатационные дефекты $\ell(\tau)$. Анализ величин $P(\tau)$ с учетом указанных факторов проводится в рамках линейной и нелинейной механики деформирования и разрушения. Повреждения $d(\tau)$ и дефекты $\ell(\tau)$ (типа трещин) рассматриваются как источники разрушений несущих конструкций, истечения опасных жидкостей и газов, являющихся рабочими телами в промышленных объектах и вызывающих обрушения, взрывы, пожары, отравления, загрязнения. Оценка их сценариев и последствий $U(\tau)$ проводится на основе вероятностных трактовок. Сказанное позволяет вводить в анализ техногенной безопасности и техногенных рисков весь комплекс достижений в области механики деформируемого твердого тела, механики жидкостей и газов с поэтапным расчетно-экспериментальным определением прочности, ресурса, надежности, живучести в де-

терминированной и вероятностной постановке. Эти достижения были предметом рассмотрения на всех предшествующих Всесоюзных и Российских съездах по механике в Москве, Киеве, Алма-Ате, Ташкенте, Нижнем Новгороде. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования по проблемам механики, техногенной безопасности и рисков ведутся в академических Институтах (ОИВТ, ИМАШ, ИПМех, ИПМАШ, ИБРАЭ, ИПРИМ, ИПУ, Казанский НЦ, ИПТМУ, ИПСМ, ИМАШ УрО, ИФТПС СО), а также в ведущих отраслевых НИИ и вузах. Исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ №14-19-00776.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ДВУХФАЗНАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ ДИАМЕТРОМ МЕНЬШЕ 1000 МИКРОН

Медведев А.Е.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

medvedev@itam.nsc.ru

Течение крови в мелких сосудах не описывается решением Пуазейля, так как обладает рядом особенностей (эффектов): зависимостью показателя гематокрита от диаметра сосуда; существованием безэритроцитного слоя плазмы вблизи стенки сосуда; тупым (по сравнению с профилем течения Пуазейля) профилем скорости крови; зависимостью вязкости крови от диаметра сосуда. Предложена эмпирическая двухфазная модель течения крови в мелких сосудах, которая описывает указанные эффекты. Получены аналитические зависимости для скорости, вязкости и распределения эритроцитов по сечению сосуда в зависимости от диаметра кровеносного сосуда. Сравнение с экспериментальными данными показало, что модель хорошо описывает течение крови в сосудах диаметром меньше 1000 микрон.

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ОРИЕНТАЦИИ С ТРЕМЯ ШАРНИРАМИ

Медведев В.В., Логинов Н.А., Меньшова Е.В., Пашенко В.Н.

*Калужский филиал Московского государственного технического университета
им. Н.Э. Баумана, г. Калуга*

MedvedVita@yandex.ru

Рассматривается алгоритм решения обратной задачи кинематики для платформ параллельной структуры с тремя степенями свободы.

ТЕЧЕНИЕ В УДАРНОЙ ТРУБЕ МНОГОСТАДИЙНОГО СЖАТИЯ ПРИ САМОВОСПЛАМЕНЕНИИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ

Медведев С.П.¹, Хомик С.В.¹, Киверин А.Д.², Максимова О.Г.¹

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН¹, г. Москва

Объединенный институт высоких температур РАН², г. Москва

s_p_medvedev@chph.ras.ru

Проведено численное моделирование и выполнен анализ результатов расчетов параметров течения, возникающего при самовоспламенении водородсодержащих смесей в ударной трубе, работающей в режиме многостадийного сжатия. Показано, что адекватное описание наблюдающейся в эксперименте волновой картины достигается путем размытия в расчетах контактной поверхности, разделяющей толкающий и толкаемый газ. Установлено, что очаговое самовоспламенение обусловлено неоднородным прогревом исследуемой горючей смеси. Показано, что газодинамические расчеты с учетом детального реакционного механизма горения водорода описывают эффект «раннего» самовоспламенения при условии введения соответствующих квантовых поправок к константам скоростей экзотермических реакций. Работа выполнена при поддержке Госкорпорации «Росатом» (ГК № Н.4х.44.90.13.1106).

О ВЛИЯНИИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВО ВРЕМЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ

Мельник О.Э., Афанасьев А.А., Зарин Г.А., Цветова Ю.Д.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

melnik@imec.msu.ru

Измерение деформаций земной поверхности, происходящие в процессе вулканического извержения, являются одним из основных методов мониторинга активных вулканов. В статье сравниваются деформации от двух инициирующих деформации источников: щелевого канала с заданным избыточным давлением и геотермальной системы, прогрев которой осуществлялся за счет течения магмы. Показано, что вертикальные деформации вследствие активности геотермальной системы могут в разы превосходить деформации, связанные с течением магмы. Таким образом, влияние геотермальной системы необходимо учитывать при интерпретации данных полевых наблюдений.

ИНЖЕНЕРНАЯ ТЕОРИЯ ИЗГИБА НЕОДНОРОДНЫХ СТЕРЖНЕЙ С ПЕРЕМЕННЫМ СЕЧЕНИЕМ

Мельник Т.М.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

melnik.tatyana@yahoo.co.uk

Основой инженерной теории является представление решения задачи неоднородной упругости в виде ряда по производным от решения задачи для однородного упругого тела. Это представление вытекает из интегральной формулы, полученной В.И. Горбачевым. Коэффициентами рядов являются структурные функции, определяемые из решения специальных задач теории упругости

в поперечном сечении. В качестве решения сопутствующей задачи принято решение об изгибе однородного стержня, основанное на гипотезе плоских сечений Бернулли–Эйлера. В итоге получается представление перемещений в неоднородном стержне через перемещения оси стержня. В этих представлениях участвуют известные структурные функции. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-00848а

ОЧЕРКИ ИСТОРИИ МЕХАНИКИ КАБЕЛЯ

Метелица В.А.¹, Исмаилов Г.М.¹, Мусалимов В.М.², Саркисов Ю.С.³, Тюрин А.Е.²

Томский государственный педагогический университет¹

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)²

Томский государственный архитектурно-строительный университет³

vadimm.1993@mail.ru

Рассмотрены вопросы истории механики гибкого кабеля. Приведены основные результаты, полученные на основе экспериментальных и теоретических исследований. Разработанная геометрическая теория сдвигов кабеля позволила установить закономерности взаимодействия его элементов и проводить экспериментальные исследования на шаговых образцах кабеля.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ СИСТЕМЫ МАССА – ПРИВОД

Метрикин В.С., Пейсель М.А.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

v.s.metrikin@mail.ru

На основе представленной математической модели изучается устойчивость и управляемость системы «привод – масса» при указанных выше вариантах коррекции, приводятся аналитические зависимости составляющих динамической жесткости привода от параметров рассматриваемой системы, а также, с помощью пакета аналитических вычислений MAPLE, представлены расчеты поведения основных характеристик рассматриваемой системы (смещение поршня демпфера и угла поворота управляемого объекта) при изменении параметров привода. При этом управляемость системы в работе оценивается по реакции ее на входное возмущение в виде единичной функции, а устойчивость – наличием или отсутствием колебаний управляемого объекта в переходном процессе и по его завершению. Характеристиками реакции являются время и значение перемещения управляемого объекта, при которых последнее становится близким к постоянному.

ОПЫТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ К ИССЛЕДОВАНИЯМ В ОБЛАСТИ ГИДРО-ГАЗОДИНАМИКИ

Мешков Е.Е.

Саровский физико-технический институт Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

eemeshkov@gmail.com

Приводится обзор работ в области гидро-газодинамики, выполненных в СарФТИ НИЯУ МИФИ за последние более, чем десять лет с непосредственным участием школьников и студентов.

НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ И СТРУКТУРНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ, ИНИЦИИРУЕМЫЕ УДАРНЫМ НАГРУЖЕНИЕМ

Мещеряков Ю.И.¹, Сильников М.В.²

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

НПО Специальных материалов², г. Санкт-Петербург

ym38@mail.ru

На основании результатов экспериментальных исследований ударного нагружения твердотельных материалов (металлов) установлено, что наряду с динамическим пределом текучести, откольной прочностью, определяемыми из пространственно-временного профиля массовой скорости ударной волны, важными динамическими характеристиками являются дефект скорости и порог структурной неустойчивости, регистрируемые в реальном масштабе времени. На примере стали 40ХСНМА показано, что повышение порога структурной неустойчивости приводит к возрастанию прочностных характеристик материала.

ОБ УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ СМЕШИВАЮЩИХСЯ РЕАГИРУЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Мизев А.И., Мошева Е.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

alex_mizev@icmm.ru

Представлены результаты экспериментального исследования устойчивости механического равновесия двухслойной системы смешивающихся жидкостей в условиях фронтальной реакции нейтрализации. Обнаружено два режима протекания реакции: конвективный, характеризующийся интенсивным конвективным движением и быстрым протеканием реакции, и диффузионный, при котором доминирующим механизмом массопереноса является диффузия, что приводит к медленным скоростям протекания реакции. Предложены физическая модель наблюдаемого явления и набор безразмерных параметров, что позволило впервые дать наиболее общее описание проблемы и обобщить экспериментальные данные, полученные ранее другими группами исследователей. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-01-00508.

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКА ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА НА ОСНОВЕ ПОРОУПРУГОЙ ТЕОРИИ

Миленин А.С.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

artmil06@yandex.ru

С помощью методов биомеханического моделирования описан механизм взаимодействия твердого хрящевого скелета диска височно-нижнечелюстного сустава и суставной (синовиальной) жидкости внутри, показать необходимость учета этой жидкости при длительном процессе нагружения диска. На основе постановки задачи линейной изотропной теории пороупругости Био построена модель поведения диска височно-нижнечелюстного сустава под нагрузкой. Решение основано на задаче Манделя из теории движения грунтовых вод и впервые применено к задаче биомеханики. Исследована зависимость величины давления синовиальной жидкости от коэффициента гидравлической проницаемости и модуля упругости скелета диска.

ОБ ОДНОЙ ДВУМЕРНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Миназетдинов Н.М.

*Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета,
г. Набережные Челны*

nminazetdinov@mail.ru

На основе методов теории струй идеальной жидкости, разработанных для решения задач об обтекании криволинейных препятствий, получено решение задачи, связанной с определением формы поверхности детали (анода) при ее электрохимической обработке электродом-инструментом (катодом) с криволинейным участком границы. С учетом влияния режима обработки, свойств электролита и материала анода установившаяся граница детали разделяется на три участка с различными законами распределения плотности тока. Исходная задача сводится к задаче о фиктивном двумерном плоскопараллельном течении идеальной жидкости с нелинейными условиями на свободной поверхности и криволинейном участке катода.

ТУРБУЛЕНТНАЯ ВЫНУЖДЕННАЯ КОНВЕКЦИЯ НАНОЖИДКОСТЕЙ В КРУГЛОМ КАНАЛЕ

Минаков А.В., Гузей Д.В., Жигарев В.А.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

tov-andrey@yandex.ru

В диапазоне чисел Рейнольдса от 3000 до 10^4 экспериментально изучен турбулентный теплообмен наножидкостей в круглом канале при постоянной плотности теплового потока на стенках. Наножидкости приготовлены на основе дистиллированной воды с частицами оксидов алюминия и кремния. Диаметр наночастиц варьировался от 25 до 100 нм, а их объемная концентрация – от 0 до 2%. Измерены значения коэффициента теплоотдачи на стенках канала и перепада давления вдоль канала. Установлены зависимости коэффициента теплоотдачи и перепада давления от концентрации, размера и материала наночастиц. Показано, что использование наножидкостей позволяет существенно увеличить коэффициент теплоотдачи.

МЕХАНИКА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И НЕКОРРЕКТНЫЕ ЗАДАЧИ

Миренков В.Е., Красновский А.А.

Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск

mirenkov@misd.nsc.ru

Предлагается метод решения контактных задач, основанный на системе сингулярных интегральных уравнений, связывающих граничные значения компонент напряжений и смещений. Достоинство метода в том, что он охватывает все естественные виды граничных и контактных условий, которые могут быть сформулированы. Контактные задачи много параметрические и зависимость искомых решений от них может быть сложной. Точные уравнения допускают обращение контактной задачи и исследование решения, исключая проблему регуляризации, используя натурные данные, полученные на доступных участках произвольного контура.

МНОГОФАЗНЫЕ СРЕДЫ СО СЛОЖНОЙ РЕОЛОГИЕЙ И ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Мирзоев А.А.¹, Ходжаев Я.Д.¹, Хусанов И.Н.², Хажиматова М.М.¹

Ташкентский архитектурно-строительный институт¹

Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиностроения

при Ташкентском государственном техническом университете²

akmal_mirzo@mail.ru

Предложены механические модели и уравнения напряженно-деформационных состояний, учитывающие объемные содержания реологических свойств многофазных сред.

К ВОПРОСУ О КРУЧЕНИИ НЕОДНОРОДНЫХ, АНИЗОТРОПНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Миронов Б.Г.

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары
strangcheb@mail.ru

Исследовано кручение неоднородных, анизотропных идеальнопластических стержней при произвольном условии пластичности. Определены характеристики исследуемых уравнений и соотношения вдоль характеристик. Исследовано также кручение анизотропного цилиндрического стержня с эллиптическим сечением при условии пластичности Мизеса–Хилла. Построено поле характеристик исследуемых соотношений и найдены огибающие семейства характеристик.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ОПИСАНИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ В ЭЛЕМЕНТЕ КОНСТРУКЦИИ

Миронов В.И.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург
visim.vi@mail.ru

Рассматриваются проблемы и перспективы создания методики сквозного расчета долговечности и живучести элементов конструкций, исходя из единых модельных представлений о циклической деградации материала. Использование апробированной усталостной модели материала в сочетании с оригинальной схемой разделения свойств поверхностного слоя и основного металла конструктивного элемента дают приемлемый для инженерной практики прогноз живучести.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕЗОНАНСА ПРИ ТРАНСЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ МЕЛКОЙ ТРЕХМЕРНОЙ КАВЕРНЫ

Миронов Д.С.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*
mdsdaimond@gmail.com

При обтекании мелкой каверны, несмотря на простую геометрическую форму, возникает сложное пространственное нестационарное течение. При некоторых условиях в таких течениях возникают пульсации параметров, достигающие больших амплитуд, называемые пульсациями Росситера. Информация о характеристиках таких пульсаций необходима для многих отраслей инженерных наук, для расчетов и верификации данных. Эта задача имеет фундаментальное значение, например, для авиационно-космической техники, экологии и др.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В ВЫСОКОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ В ПРИЛОЖЕНИИ К СВЕРХЗВУКОВОЙ АЭРОДИНАМИКЕ

Миронов С.Г.¹, Колотиллов В.А.²

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²
msgmironov@ngs.ru

Описаны результаты исследования характеристик фильтрации воздуха в высокопористых ячеистых материалах для условий больших скоростей фильтрации и пониженной плотности воздуха в отсутствии и при наличии нагрева пористого материала. Приведены результаты численного моделирования сверхзвукового обтекания цилиндра с передней пористой вставкой в рамках континуальной модели фильтрации. Представлены результаты трубных экспериментов с моделью цилиндра с передней пористой вставкой в сверхзвуковом потоке при несимметричном нагреве пористого материала.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ РЕЖИМОВ СОПРЯЖЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ И ТЕПЛООВОГО ПОВЕРХНОСТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗАМКНУТОЙ ПОЛОСТИ С ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Мирошниченко И.В., Шеремет М.А.

Томский государственный университет
Michael-sher@yandex.ru

Проведен численный анализ нестационарных турбулентных режимов термогравитационной конвекции и теплового поверхностного излучения в замкнутой полости с теплопроводными стенками конечной толщины при наличии источника энергии постоянной температуры. Красивая задача, сформулированная в безразмерных переменных «функция тока – завихренность», реализована численно методом конечных разностей. В качестве модели турбулентности использовалась стандартная $k-\epsilon$ модель. Получены распределения изолиний функции тока и температуры, отражающие влияние конвективных и радиационных параметров на характер течения и теплоперенос. Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ для молодых российских ученых (грант МД-6942.2015.8) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 14-08-31137 мол_а).

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНЫХ ЭКИПАЖЕЙ

Митюшов Е.А., Берестова С.А., Мисюра Н.Е.

Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина,

г. Екатеринбург

mityushov-e@mail.ru

Рассматривается вывод закона кинематического управления движением четырехколесного экипажа с жесткими колесами вдоль произвольной гладкой траектории. Параметром управления выбран угол поворота переднего колеса в двухколесной модели автомобиля, определяемый углами поворота передних колес по принципу рулевого управления Аккермана. Приведены результаты численного моделирования и анимации движения четырехколесного экипажа, демонстрирующие адекватность предлагаемой модели кинематического управления.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОТОКА ГАЗА, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕГО С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ ГРАНУЛИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Михайленко К.И., Кулешов В.С.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

const@uimech.org

Представлена математическая модель и результаты вычислительного эксперимента по моделированию проявлений гидродинамических неоднородностей потока вязкой сжимаемой среды, возникающих при прохождении неподвижной мелкодисперсной фазы, образующей слой с неплоской геометрической формой. Показано, что геометрическая форма слоя влияет как на величину скоростной неоднородности потока, так и на характер указанной неоднородности. Дано простое феноменологическое объяснение описанного явления. Проведено сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными.

СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН ПО ГРУДНОЙ КЛЕТКЕ ЧЕЛОВЕКА

Михайловская А.Н.¹, Васильев В.Н.², Дьяченко А.И.³

Институт медико-биологических проблем РАН¹, г. Москва

Научно-производственная фирма «ВИНАР»², г. Москва

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН³, г. Москва

avseneva@gmail.com

Проведены экспериментальные исследования распространения упругих волн на поверхности грудной клетки человека с помощью специально разработанного аппаратно-программного комплекса (АПК). Комплекс позволяет создавать и регистрировать вибрации на поверхности грудной клетки человека (разработан по проекту РФФИ 10-07-00486-а). В эксперименте участвовали 12 здоровых молодых мужчин-добровольцев. Измерена скорость и дисперсия звуковых волн на поверхности грудной клетки в диапазоне от 30 до 300 Гц. У большинства обследуемых наблюдалось увеличение скорости распространения волн от 1–2 м/с на низких частотах 30–50 Гц до 16–18 м/с в области 300 Гц. Обсуждается возможность применения фазового метода вычисления скорости упругих волн применительно к полученным данным. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-01-06246.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Михальченко Е.В., Стамов Л.И.

НИИ системный исследований РАН, г. Москва

vi-velena@rambler.ru

Реализовано несколько алгоритмов для изучения процессов детонации и дефлаграции, а также переходов между процессами. При этом использовались современные численные схемы высокого порядка точности типа PPM и типа CTVD. Для ускорения проведения вычислительного эксперимента рассмотренные алгоритмы были адаптированы под работу с гибридными системами. Для этого применялись технологии параллельного программирования систем с общей памятью и графических сопроцессоров. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-29-06055офи_м.

РЕЖИМЫ ОБТЕКАНИЯ И ТЕПЛООБМЕН ПОПЕРЕЧНОГО ЦИЛИНДРА В ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ПОТОКЕ

Михеев А.Н., Паерелий А.А.

Казанский научный центр РАН

AndreiRonnieMiheev@yandex.ru

Исследуется влияние наложенной периодической нестационарности на гидродинамику и теплообмен поперечно обтекаемого цилиндра в пульсирующем потоке. На основе визуализации течения выявлены характерные режимы обтекания цилиндра, описаны особенности структуры течения в его ближнем следе на каждом из режимов. Предложено новое число подобия, представляющее собой отношение инерционной силы при глобальном нестационарном движении потока к центробежной силе, возникающей при искривлении линий тока в следе за цилиндром. Составлена карта режимов обтекания цилиндра. Получены данные о влиянии параметров периодической нестационарности потока на теплообмен поперечно обтекаемого цилиндра.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Михеев Г.В.¹, Дмитроченко О.Н.²

ООО «Вычислительная механика»¹, г. Брянск

Брянский государственный технический университет²

mikheev@umlab.ru

Рассмотрены два подхода к моделированию динамики балочных конструкций. В соответствии с первым подходом конструкцию представляют набором однородных балок, связанных упруго-диссипативными силовыми элементами или жёсткими связями. Упругие свойства балок моделируются с применением модального анализа. Согласно второму подходу используются геометрически нелинейные конечные элементы. Оба подхода реализованы в программном комплексе «Универсальный механизм». Обсуждается вывод уравнений движения для обеих моделей. Рассмотрены примеры их использования в буровой отрасли.

ДИНАМИКА ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ПОТОКА

Михеев Н.И.¹, Саушин И.И.²

Казанский научный центр РАН¹

Казанское опытное конструкторское бюро «Союз»²

n.miheev@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования эволюции профилей осредненной скорости, кинетической энергии турбулентности и скорости её диссипации в пограничном слое на пластине по фазе вынужденных колебаний внешнего потока. Экспериментальные данные получены на основе измерений динамики векторных полей скорости потока оптическим методом и представлены в координатах закона стенки. Установлена высокая чувствительность профилей скорости и характеристик турбулентности к нестационарности потока, в том числе, к фазе колебаний, существенно зависящая от двух чисел динамического подобия, характеризующих относительную частоту и амплитуду вынужденных пульсаций потока.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО РАСПРЕДЕЛЁННОМУ ПОРОЖДЕНИЮ ТРЁХМЕРНЫХ ВОЛН ТОЛЛМИНА–ШЛИХТИНГА ВИХРЯМИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА В ПРИСУТСТВИИ НЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Мищенко Д.А.

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

г. Новосибирск

misch2005@yandex.ru

Проведенные экспериментальные исследования направлены на количественное изучение самой первой стадии ламинарно-турбулентного перехода – стадии возбуждения мод неустойчивости ламинарного пограничного слоя внешними возмущениями. Основной целью работы является исследование влияния неблагоприятного продольного градиента давления на механизм распределенного порождения трехмерных волн Толлмина–Шлихтинга за счет рассеяния вихрей набегающего потока на периодических в направлении потока, однородных по размаху неоднородностях поверхности. В работе исследуются эффекты, связанные с явлением резонанса продольных волновых чисел волн неустойчивости, вихрей набегающего потока и неровностей поверхности.

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ДЛЯ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Мовчан А.А.¹, Казарина С.А.¹, Климов К.Ю.², Машихин А.Е.², Мишустин И.В.¹, Саганов Е.Б.³, Сафронов П.А.³

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)³

movchan47@mail.ru

Рассматриваются варианты систем определяющих соотношений для сплавов с памятью формы (СПФ), различные постановки задач механики деформируемого твердого тела для этих материалов (несвязная, связная, дважды связная, задачи о потере устойчивости, вызванной фазовыми и структурными превращениями, задачи о предельных нагрузках в рамках жестко-фазово-структурного анализа). Получены аналитические, численно-аналитические и численные решения задач изгиба, кручения, аналог задачи Ламе для фазовых и структурных переходов в трубе из СПФ, аналогичные задачи для толстостенной сферы из СПФ, задачи устойчивости для стержней, пластин и оболочек из СПФ.

ЕСТЕСТВЕННАЯ КОНВЕКЦИЯ ЛИНЕЙНО СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ В ПЛОСКОЙ ЯЧЕЙКЕ

Моисеев К.В., Хизбуллина С.Ф.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

constgo@mail.ru

Численно исследуются особенности и закономерности течения, возникающие в процессе естественной конвекции вертикально стратифицированной жидкости в плоской ячейке. При построении математической модели предполагалось, что плотность жидкости линейно зависит от температуры, концентрации примеси и солёности, и не зависит от давления. Кроме того, при выводе уравнений математической модели учитывалось, что плотность жидкости всюду постоянна за исключением слагаемого, учиты-

вающего подъемную силу. Показано, что варьирование безразмерных критериев подобия приводит к различным режимам конвективного течения, в частности, при определенных параметрах задачи наблюдаются слоистые структуры.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ШИОТЦУ

Моисеева И.Н., Штейн А.А., Любимов Г.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

moiseeva.ir@yandex.ru

Проведен анализ формул, применяемых при стандартной обработке данных процедуры измерения внутриглазного давления по Шиотцу. Для этого в рамках предложенной нами ранее математической модели глазного яблока решена задача о нагружении материальной упругой безмоментной (мягкой) поверхности устройством, состоящим из вогнутой «стопы» и тонкого стержня. Показано, что использование формул, применяемых при стандартной обработке данных, вполне правомерно для тонометра с минимальным весом стержня, если упругие характеристики глазного яблока близки к средним. При большем весе стержня или значениях упругих констант, сильно отличающихся от нормы, необходимо учитывать поправки.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОТАЦИОННО-ВОЛНОВЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ ВДОЛЬ МЕЖЗЕРЕННЫХ ГРАНИЦ ПОЛИКРИСТАЛЛА ПРИ АКТИВНОМ НАГРУЖЕНИИ

Моисеенко Д.Д., Панин С.В., Панин В.Е., Максимов П.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

moisey@rocketmail.com

Моделирование методом объемных потоков энергии подтвердило тезис об иерархической взаимосвязи процессов на различных структурных и масштабных уровнях деформируемого твердого тела. Показано, что в процессе разрушения первичными являются ротационно-волновые потоки вдоль планарных подсистем (в частности – вдоль межзеренных границ). Обнаружено, что межзеренные границы могут аккумулировать в себе латентную энергию кручения. Анализ картин распределения остаточных моментных напряжений дает возможность оценить степень термодинамической неравновесности системы и трещиностойкость структурно-неоднородных сред, включая наноструктуры.

ВАРИАНТ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ

Молодцов И.Н., Васин Р.А., Бабаева Д.О.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

molodtsov_i@mail.ru

Рассматривается сложное упругопластическое нагружение материалов с определяющими уравнениями, содержащими два функционала процесса. Идентификация функционалов производится по результатам экспериментов с винтовыми траекториями деформаций постоянных кривизны и кручения. Найдены представления функционалов через скалярные характеристики траекторий деформации и нагружения. Получены условия активного нагружения.

ФОРМИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ЗА ВЫСТУПОМ В КАНАЛЕ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ТУРБУЛЕНТНОСТИ В СТАЦИОНАРНОМ И ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ПОТОКАХ

Молочников В.М.¹, Душина О.А.¹, Калинин Е.И.², Малюков А.В.¹, Охотников Д.И.²

Казанский научный центр РАН¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет²

vmolochnikov@mail.ru

Представлены результаты исследования пространственно-временной структуры течения в канале за поперечным выступом на режимах перехода к турбулентности. Выполнена визуализация течения при стационарном и пульсирующем внешнем потоке. В первом случае экспериментальные данные дополнены результатами прямого численного моделирования. Показано, что формирование крупных вихрей в слое смещения за выступом и переход к турбулентности определяется спиралевидным движением жидкости от боковых стенок к плоскости симметрии канала. Для пульсирующего внешнего потока изучены особенности образования вихрей за выступом в зависимости от параметров вынужденной нестационарности.

ПРЯМОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ РЕКОМБИНАЦИИ

Молчанова А.Н.¹, Кашковский А.В.², Бондарь Е.А.²

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,

г. Новосибирск

molchanova@itam.nsc.ru

Разработан подход к моделированию гетерогенных химических реакций в рамках метода прямого статистического моделирования (ПСМ). Подход основан на использовании известных макроскопических коэффициентов скоростей поверхностных процессов для определения микроскопических параметров, необходимых для моделирования этих процессов на молекулярно-кинетическом уровне. Учитываются такие процессы, как адсорбция, десорбция, а также рекомбинация Или–Ридела и Ленгмюра–Хин-

шельвуда. Проведено сравнение с экспериментальными данными и исследовано влияние поверхностной рекомбинации на высотную аэротермодинамику затупленного тела с теплозащитой на основе материала RCG, входящего в атмосферу с орбитальной скоростью. Работа выполнена при поддержке Правительства РФ (Договор № 14.Z50.31.0019).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАВИТАЦИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЦИЛИНДРА ВДОЛЬ СТЕНКИ С МАЛЫМ ЗАЗОРОМ

Монахов А.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

monahov06@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования движения жидкости в тонком зазоре между неконцентрическими цилиндрами при вращении внешнего. Исследуется область малых чисел Рейнольдса, при которых возникает кавитация. Это явление известно более полувека, но остается малоизученной. Получены графики давления на поверхности внутреннего цилиндра в конфузурной и диффузорной областях течения для различной величины зазора. Показано, что при кавитации давление на внутреннем цилиндре в кавитационной области остается постоянным, не зависит от скорости движения цилиндра, величины зазора и определяется давлением растворенных газов в жидкости.

НЕВЯЗКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ТЕЧЕНИЙ МЕЖДУ ПРОНИЦАЕМЫМИ ЦИЛИНДРАМИ

Моргулис А.Б.¹, Ильин К.И.²

Южный федеральный университет¹, г. Ростов-на-Дону

The University of York², UK

morgulisandrey@gmail.com

Обсуждается устойчивость и неустойчивость наложения радиального потока на течение Куэтта–Тэйлора при больших радиальных числах Рейнольдса. Развиваются и дополняются известные результаты Gallet, Doering и Spiegel (2010). Обнаруживается трёхмерная невязкая неустойчивость, возникающая независимо от направления потока и мало зависящая от вращения на выходе потока. Наиболее опасной модой такой неустойчивости оказывается плоская азимутальная волна. При этом оказывается, что малый радиальный поток любого направления дестабилизирует даже безвихревое вращение жидкости при любой толщине зазора. Работа выполнена в рамках проектной части гос. задания в сфере научной деятельности №1.1398.2014/К.

ПОПЕРЕЧНОЕ ОБТЕКАНИЕ И ТЕПЛООБМЕН ПОРИСТОГО ЦИЛИНДРА КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ

Моренко И.В.¹, Федяев В.Л.^{1,2}

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН¹, г. Казань

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева²

morenko@imm.knc.ru

Рассматривается неизотермическое обтекание вязкой жидкостью пористого цилиндра. В качестве основного выделяется случай, когда непроницаемое ядро цилиндра окружено пористым слоем, в котором фильтрация описывается законом Дарси. Полная система уравнений Навье–Стокса и энергии интегрируются численно. При умеренных числах Рейнольдса установлено влияние проницаемости пористого слоя на характер течения, теплообмен. Представлена аппроксимационная формула для среднего числа Нуссельта в зависимости от чисел Рейнольдса и Дарси. Приводятся также результаты расчетов гидродинамических и тепловых характеристик обтекания непроницаемого, полностью пористого, полого пористого цилиндра.

ФЛАТТЕР В ТРАНЗИТОРНЫХ РЕЖИМАХ

Морозов А.Д., Морозов К.Е.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

morozov@mm.unn.ru

Рассматривается двумерная система, близкая к нелинейной консервативной, к которой приводит задача о флаттере панели. Предполагается, что система является транзиторной, т. е. неавтономной лишь на конечном промежутке времени. Для консервативного приближения этой задачи устанавливается количественная оценка транспорта между когерентными структурами. Для неконсервативного приближения рассматривается вопрос о влиянии транзиторного сдвига на установление того или иного аттрактора, приводятся вероятности смены стационарного и автоколебательного режимов. Указывается, что транзиторный сдвиг может приводить к стабилизации колебаний.

ЗАДАЧА ИШЛИНСКОГО–ЛАВРЕНТЬЕВА. РАЗВИТИЕ ИДЕИ

Морозов Н.Ф.¹, Беляев А.К.², Товстик П.Е.¹, Товстик Т.П.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Институт проблем машиноведения РАН², г. Санкт Петербург

peter.tovstik@mail.ru

Рассматривается задача о продольном сжатии тонкого стержня. В работе М.А. Лаврентьева и А.Ю. Ишлинского установлено, что при нагружении, существенно превосходящем эйлерову нагрузку, наибольшую скорость роста амплитуды поперечного прогиба имеет форма с большим числом волн в продольном направлении. При учете распространения продольных волн исследованы

параметрические резонансы, обнаружен эффект биений, связанных с обменом энергии продольных и поперечных колебаний. Установлена возможность потери устойчивости при нагрузке, меньшей эйлеровой. Исследовано развитие закритических деформаций стержня и отмечается связь картины деформирования с эффектом, обнаруженным Лаврентьевым и Ишлинским, с одной стороны, и с эластичностью Эйлера – с другой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИТОКА ЖИДКОСТИ К ЛУЧЕВОЙ СИСТЕМЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН В АНИЗОТРОПНОМ ПЛАСТЕ

Морозов П.Е.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

morozov@imm.knc.ru

Рассматривается задача стационарной фильтрации жидкости к лучевой системе горизонтальных скважин в анизотропном пласте с круговым контуром питания. Исследуется влияние числа стволов на производительность лучевой системы горизонтальных скважин и распределение притока жидкости по длине стволов. Проводится сопоставление результатов расчетов притока жидкости к четырех- и восьмилучевой системе горизонтальных скважин по предложенному методу с данными экспериментальных исследований методом электрогидродинамической аналогии (ЭГДА).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПАССИВНОГО ПОРИСТОГО ПОКРЫТИЯ И УГЛОВ АТАКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГИПЕРЗВУКОВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ОСТРОГО КОНУСА

Морозов С.О., Лукашевич С.В.

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

г. Новосибирск

morozov@itam.nsc.ru

Проведены экспериментальные исследования влияния пассивного пористого покрытия на устойчивость гиперзвукового пограничного слоя. Исследования проводились на конусе при различных углах атаки в гиперзвуковой аэродинамической трубе кратковременного действия Транзит-М при числе Маха 5,9. Впервые экспериментально исследовано влияние протяженности и положения пассивного пористого покрытия на вторую моду возмущений в гиперзвуковом пограничном слое острого конуса. Обнаружено, что покрытие может как стабилизировать, так и дестабилизировать вторую моду возмущений. Найдены значения протяженности и положения, при которых эффективность подавления второй моды покрытием максимальна. Показано, что покрытие эффективно стабилизирует вторую моду возмущений на конусе под углами атаки.

УСЛОВИЕ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ ОРЕБРЕНИЯ

Мосина Е.В.

Волгоградский государственный университет

katefrkate@mail.ru

Решена задача о медленном движении вязкой несжимаемой жидкости в плоском канале с нижней текстурированной стенкой, покрытой ребрами различной формы. Рассмотрено два вида течений: сдвиговое за счет движения верхней стенки канала и градиентное из-за наличия перепада давления вдоль канала. Численно найдены гидродинамические микроскопические поля скорости и давления. Проведено усреднение этих характеристик вдоль границы оребрения, получены макроскопические значения скорости и длины скольжения. Исследовано влияние положения номинальной границы на макрохарактеристики течения в окрестности текстурированной поверхности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-01-00624).

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ, РЕСУРСА И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Москвичев В.В.

СКТБ «Наука» Красноярского научного центра СО РАН, г. Красноярск

sktb@ksc.krasn.ru

Рассматриваются общие принципы и подходы решения задач обеспечения конструкционной прочности, заданного ресурса и безопасности уникальных технических систем (ТС) на основе критериев механики деформирования и разрушения с использованием данных технического диагностирования. Прямые и обратные задачи механики разрушения и конструкционного материаловедения структурированы с проблемами обеспечения безопасности ТС. Представлены результаты анализа предельных состояний материалов и элементов конструкций, показателей конструкционной прочности ресурса и безопасности для стадий проектирования, эксплуатации и проведения экспертизы технического состояния ТС различного назначения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ПЛЕТЕНИЯ, УПРОЧНЯЮЩЕГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ И ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОШИВКИ НА ПРОБИВАЕМОСТЬ МНОГОСЛОЙНЫХ ТКАНЕВЫХ ПРЕГРАД

Моссаковский П.А.¹, Костырева Л.А.¹, Белякова Т.А.², Беляев А.П.², Инюхин А.В.¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, механико-математический факультет²

pavel_mossakovsky@mail.ru

Проведено исследование процессов пробивания многослойных тканых и комбинированных металлотканых преград. Установлен

механизм рассеяния энергии при пробивании тканых композитов в зависимости от типа плетения и формы ударника. Отмечено существенное влияние на механизм рассеяния энергии движения волокон, межволоконного трения и трения индентора. Установлено, что использование поперечной прошивки не способствует существенному улучшению диссипативных свойств. Изучено влияние тонкого металлического слоя на диссипативные свойства комбинированной преграды. Показано, что защитные характеристики такой преграды зависят сложным образом от толщины тканого композита и его отступа от металлического слоя.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С РАЗНЫМИ ВИДАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Мохирева К.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

lyadovaka@icmm.ru

Исследовалось поведение материалов на основе синтетического каучука, наполненных частицами разных пространственных форм – наноалмазный порошок, графеновые пластинки и многослойные нанотрубки. Учитывая структуры вулканизатов, было изучено влияние наполнителей на механические свойства эластомера. Добавление небольшого количества наполнителей отразилось на характере поведения, особенно в случае с наноалмазами, где было обеспечено равномерное распределение наполнителя и получено улучшение прочностных характеристик. Дополнительно к стандартным исследованиям проводились эксперименты на плоских образцах по циклическому нагружению вдоль каждой из двух осей на 4-ех векторном испытательном стенде Zwick. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-96016-р_урал_а, 14-08-96013-р_урал_а.

УРАВНЕНИЯ ПУАНКАРЕ И ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ГРУПП ЛИ В ЗАДАЧАХ О КАЧЕНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ. УРАВНЕНИЯ АППЕЛЯ НА СФЕРЕ И ЭЛЛИПСОИДЕ ВРАЩЕНИЯ. ЭНЕРГИЯ УСКОРЕНИЙ

Мошкин Р.П.

Механико-математический факультет Московского государственного университета

им. М.В. Ломоносова

rmoshkin@yandex.ru

При подготовке к спортивным соревнованиям и Олимпийским зимним Играм с помощью компьютера и специальных датчиков имитатора движения, прикрепленных к телу спортсмена, рассчитываются наиболее уязвимые (хоккей) и наиболее уставаемые места – мышцы спортсмена, несущие основную нагрузку (лыжный спорт). Снаряд, как правило, изготавливается индивидуально по слепку тела спортсмена (сани, коньки) и продуваются в специальной аэродинамической трубе. Например, при изготовлении клюшек в хоккее учитывается сила удара и изгиб самой клюшки при ударе в трех основных местах: основание и места, за которые руками держится непосредственно сама клюшка. В основном учитывается сопротивление воздуха и направление ветра, а также технические характеристики, полученные опытным путем при прохождении самой трассы. Так, сани изготавливаются таким образом, чтобы поворот на трассе при скорости свыше 130 км/ч осуществлялся приподнятием и одновременным поворотом головы и приподнятием ноги. Но, как правило, не используются физико-математические аспекты и расчеты в том виде, в котором они должны преобладать на самом деле. Уравнения Пуанкаре–Четаева позволяют это сделать.

ВЛИЯНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА ВОЛНЫ В ОКЕАНЕ

Музылев С.В.

Институт океанологии РАН им. П.П. Шишова, г. Москва

smuzylev@mail.ru

Построена линейная теория волн в океане под ледяным покровом с учетом стратификации, рельефа дна и вращения Земли. Ледяной покров моделируется тонкой упругой пластиной постоянной толщины с постоянными значениями модуля Юнга и коэффициентом Пуассона. В качестве граничных условий на дне принималось условие равенства нулю нормальной составляющей скорости, на нижней поверхности ледяного покрова – кинематическое и динамическое граничные условия. Были найдены и проанализированы явные решения для сейш, изгибно-гравитационных, внутренних, краевых волн и волн Кельвина и соответствующие им дисперсионные соотношения. Все модельные задачи рассматривались с единых позиций без использования гидростатического (длинноволнового) приближения. В частности, показано, что приближение гидростатики искусственно завышает порядок уравнений по пространственным переменным в задачах, в которых учитывается влияние ледяного покрова. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-05-06969.

КОГЕРЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ В БЛИЖНЕЙ ОБЛАСТИ КРУГЛОЙ КАНОНИЧЕСКОЙ СТРУИ

Мулладжанов Р.И.¹, Абдуракипов С.С.², Ханъялич К.³

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

Технический университет Делфта³, г. Делфт, Нидерланды

rustammul@gmail.com

При помощи метода крупных вихрей (Large-eddy simulation) мы исследуем когерентные структуры, существующие в ближней области затопленной турбулентной струи, истекающей из круглой трубы при числе Рейнольдса 5300. Визуализация течения показывает, что пристенные полосчатые структуры, населяющие течение в круглой трубе, могут быть идентифицированы только непосредственно около сопла. Применение собственного ортогонального разложения (Proper orthogonal decomposition) указывает на то, что пространственные моды, соответствующие низким азимутальным волновым числам с $|m| \leq 7$, являются наиболее энер-

гонесущими вдоль первых 10 диаметров трубы вниз по течению. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-29-00203 (Новосибирский государственный университет).

КОЛЕБАНИЯ ТВЕРДОГО БЛОКА НА ГОРИЗОНТАЛЬНО ВИБРИРУЮЩЕМ ОСНОВАНИИ

Муницын А.И.¹, Муницына М.А.²

Национальный исследовательский университет МЭИ¹, г. Москва

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

munitsyn@rambler.ru

Приводится аналитическое решение задачи о вынужденных колебаниях твердого блока в виде параллелепипеда на вибрирующем в горизонтальном направлении основании. Предполагается, что проскальзывание между телом и основанием отсутствует. Методом усреднения построены амплитудно-частотные характеристики для основного и двух субгармонических резонансов.

ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ

Муницына М.А.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

munitsyna@gmail.com

На основе локального закона вязкого трения и контактной теории Герца построена взаимосвязанная модель трения выпуклого твердого тела с опорной плоскостью, содержащая трение скольжения и трение верчения. Полученная модель применена к исследованию динамики однородного эллипсоида вращения на горизонтальной плоскости. Работа проведена в рамках выполнения базовой части государственного задания в сфере научной деятельности за № 2014/120 и при поддержке грантов РФФИ № 13-01-00230, 14-01-31467, 14-01-00432.

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О СЖАТИИ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО СЛОЯ

Муравлева Л.В.¹, Муравлева Е.А.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

lvmurav@gmail.com, catmurav@gmail.com

Получено асимптотическое решение для задачи о сжатии вязкопластического слоя. Нулевое приближение предсказывает существование слоя, окружающего плоскость симметрии, в котором среда не деформируется (парадокс приближения тонкого слоя), однако более высокие приближения показывают, что и в этой области напряжения превышают предел текучести. В слоях, прилегающих к пластинам, доминируют сдвиговые напряжения, в центральном слое – растягивающие. Полученное численное решение очень хорошо согласуется с асимптотическим и демонстрирует наличие жестких зон рядом с центрами пластин и в центрах свободных поверхностей.

УДАРНЫЕ ВОЛНЫ В ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ МИКРОУПРУГИХ СРЕДАХ

Мурашкин Е.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

murashkin@ipmnet.ru

Построение моделей гиперболических (h) термоупругих (TE) сред может быть основано на принципе наименьшего действия. Получены общие, присущие четырехмерным формулировкам полевых теорий физики и механики формы первой вариации действия при трансформациях пространственно-временных координат и физических полей с помощью групп преобразований. Условия совместности сильных разрывов полевых переменных конкретизируются для гиперболического микрополярного (MP) термоупругого континуума второго типа (type II). Из полученной ковариантной четырехмерной формы условий совместности на поверхности сильного разрыва поля находятся характерные для механики континуума трехмерные формы условий.

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МНОЖЕСТВЕННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ УДАРНЫХ ВОЛН ДРУГ С ДРУГОМ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Мурашкин И.В., Шевелев Ю.Д.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

murashkin@inbox.ru

В рамках исследования различных аспектов проблемы астероидно-кометной опасности, в частности, взрывов нескольких фрагментов метеороидов в атмосфере над поверхностью Земли, численно решена модельная задача о четырех точечных взрывах в случае их упорядоченного расположения над подстилающей плоскостью. Изучены сложные процессы взаимодействия множественных первичных и вторичных ударных волн (УВ) друг с другом, твердой поверхностью и тангенциальными разрывами. Исследована структура течения внутри возмущенных взрывами областей газа – возникновение в них вихревых структур и воздействие на них отраженных УВ. Выявлена тенденция трансформации внешних фронтов УВ каждого взрыва в единый фронт и слияния их внутренних горячих областей в объединенную конфигурацию (с некоторым отставанием второго процесса от первого), качественно идентичные соответствующему внешнему и внутреннему строению для одиночного взрыва. Упорядоченное расположение взрывов выбрано по причине более явного проявления эффектов множественной дифракции, интерференции, а главное, кумуляции сферических УВ. Просчитано несколько вариантов, различавшихся высотой расположения точек взрыва над поверхностью.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ И ВЯЗКИХ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОТЯЖЕННОМУ РАЗРУШЕНИЮ

Мурзаханов Г.Х.¹, Барсуков А.А.¹, Шабалов И.П.², Великоднев В.Я.²

ОАО Мосгаз¹, г. Москва

ООО ТИТ², г. Москва

MurzakhanovGK@mos-gaz.ru

Оценка сопротивления высокопрочных и вязких трубных сталей к зарождению и развитию трещин на основе испытаний на ударный изгиб зачастую приводит к ошибочным выводам. Связано это с высокой вязкостью современных трубных сталей и сложным характером деформирования образца при испытаниях на ударный изгиб. Описана методика, позволяющая получить «чистую» энергию разрушения образца на ударный изгиб, выделив «паразитную» энергию, затраченную на возникновение зон локального деформирования в опорах и месте воздействия ударника. Данная методика позволяет исследовать поведение высокопрочных и вязких сталей, включая перспективные, при различных температурах на стойкость к протяженному разрушению.

УДАРНО-ВОЛНОВЫЕ КОНФИГУРАЦИИ В ПОТОКЕ ГАЗА ПРИ ИНИЦИИРОВАНИИ ИМПУЛЬСНОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО РАЗРЯДА

Мурсенкова И.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет

murs_i@physics.msu.ru

Представлены результаты экспериментального исследования ударно-волнового течения, возникающего при импульсном энергокладе на основе импульсного многоканального поверхностного скользящего разряда в неподвижных средах (гелий, азот, воздух) и в потоках воздуха в ударной трубе. Проанализирована динамика ударных волн на начальной стадии формирования и на стадии установившегося движения. Показано, что данный тип разряда обеспечивает высокий удельный энергоклад в пограничный слой, сравнимый с энтальпией высокоскоростного потока воздуха при плотности 0.04–0.40 кг/м³ и скорости до 1200 м/с.

АВТОМОДЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОТБОРА ГАЗА ИЗ ГИДРАТОСОДЕРЖАЩЕЙ ЗАЛЕЖИ

Мусакаев Н.Г.¹, Хасанов М.К.²

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича

СО РАН¹, г. Тюмень

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета², г. Стерлитамак

musakaev@ikz.ru

Проведено математическое моделирование процесса разложения газовых гидратов на газ и лед (или воду) при добыче газа из пласта, насыщенного в начальном состоянии газом и гидратом. Построены автомоделные решения этой задачи в осесимметричной постановке, позволяющие найти распределения параметров по пласту. Показано, что в случае отрицательной начальной температуры пласта (меньшей 273 К) разложение гидрата будет всегда происходить на газ и лед, а при положительной – на газ и лед или на газ и воду в зависимости от исходных параметров системы и интенсивности отбора газа.

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СПИРАЛЬНО-АНИЗОТРОПНОЙ ТРУБКИ

Мусалимов В.М.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

информационных технологий, механики и оптики

musvm@ya.ru

Теория спирально анизотропных стержней достаточно плодотворно используется для исследования напряженно-деформированного состояния канатов и кабелей. В последнее время наметились перспективы для описания с помощью этого подхода деформированного состояния микрообъектов: кевларовых нитей, нитей Несслера, биссусных нитей и, наконец, вложенных нанотрубок, каждая из которых характеризуется углом хиральности и радиусом трубки (цилиндра). На этом пути была поставлена и решена задача о напряженном состоянии спирально анизотропного полого цилиндра.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ ПРИ ЗАКАЧКЕ ВОЗДУХА

Мусин А.А.¹, Марьин Д.Ф.¹, Якупова Э.Р.¹, Ахатов И.Ш.^{1,2}, Гумеров Н.А.³

Башкирский государственный университет¹, г. Уфа

Сколковский институт науки и технологий², г. Сколково, Московская обл.

University of Maryland, Institute for Advanced Computer Studies³, College Park, MD, USA

Mus-Airat@yandex.ru

Построено численное решение одномерной плоской задачи о зарождении и распространении очага внутрипластового горения в условиях неизотермической трехфазной фильтрации с фазовыми переходами и химическими реакциями в недеформируемой пористой среде. Проводятся многопараметрические исследования задачи самовоспламенения и движения фронта горения при закачке воздуха в пласт с использованием безразмерных критериев с целью определения критических значений этих параметров и построения на их основе диагностического графика. Работа поддержана грантом Министерства образования и науки России (11.G34.31.0040) и Сколковским институтом науки и технологий (договор №700 – МРА).

ОБОБЩЕНИЕ ЗАДАЧИ РЭЛЕЯ НА СЛУЧАЙ УПРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ, ПРОИЗВОЛЬНО СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ПО ГЛУБИНЕ

Мухамедиев Ш.А., Рыжак Е.И., Синюхина С.В.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

e_i_ryzhak@mail.ru

Рассматривается обобщение классической задачи Рэлея на случай нелинейно-упругих жидкостей, причем распределение их плотностных и упругих свойств по глубине считается произвольным. Анализ устойчивости проводится на основе статического энергетического критерия для ограниченной области и с учетом граничных условий на всех частях границы, причем форма боковой части границы считается произвольной. Получено необходимое и достаточное условие устойчивости (нарушение которого дает необходимое и достаточное условие неустойчивости); полученное условие справедливо и для произвольного числа слоев. Дополнительно рассматривается возможное влияние вязкости жидкостей, а также случай, когда слои могут состоять из твердых упругих материалов. В случае неустойчивости (как для идеальной упругой, так и для упруго-вязкой жидкости) получены оценки наибольшей скорости роста форм потери устойчивости.

К ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ТУРБУЛЕНТНОМ СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

Мухаметзянов И.Р.¹, Гараев К.Г.²

*Чистопольский филиал Казанского национального исследовательского технического
университета им. А.Н. Туполева (КНИТУ–КАИ)¹, г. Чистополь*

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева (КНИТУ–КАИ)²

m.ilshat@mail.ru

Решается задача оптимального управления турбулентным пограничным слоем при сверхзвуковом обтекании пористой сферической лобовой поверхности летательного аппарата посредством вдува газа в турбулентный пограничный слой при ограничении на мощность системы управления. Расчеты проведены в широком диапазоне параметров набегающего потока и вдува при различных значениях температурного фактора на стенке. Показано, что использование оптимальных законов вдува позволяет получить выигрыш в значении функционала интегрального теплового потока, передаваемого от пограничного слоя к стенке, до 31% по сравнению с неоптимальным (равномерным) законом вдува.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА

Мухаммадиев Д.М.

*Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при ТГТУ,
г. Ташкент, Узбекистан*

davlat_mm@mail.ru

Разработаны математические модели управления процессом сушки хлопка-сырца, используются рекомендуемые значения температуры агента и давления перед дымососом в зависимости от влажности хлопка. Эти математические модели позволили организовать управление процессом сушки хлопка-сырца, обеспечивая оптимальные режимы работ оборудования и машин первичной обработки хлопка.

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ СИСТЕМ СО СВЯЗЯМИ

Мухарлямов Р.Г.

Российский университет дружбы народов, г. Москва

robgar@mail.ru

Для решения задачи управления системой используется метод построения уравнений динамики, допускающих уравнения связей в качестве частных интегралов. Для учета возможных отклонений численного решения от уравнений связей предлагается модификация функций Лагранжа, Гамильтона и вводится диссипативная функция. Определяются условия, накладываемые на правые части уравнений возмущений связей, обеспечивающие устойчивость и стабилизацию связей при численном решении уравнений динамики. Предлагается решение задач управления техническими системами.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПУЧИВАНИЯ НЕОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И КОНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С ЛОКАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ТОЛЩИНЫ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ УДАРЕ

Мухутдинов Р.Ф., Шигабутдинов Ф.Г.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ktm80@yandex.ru

Геометрически нелинейные дифференциальные уравнения продольно-поперечных движений тонкой изотропной и ортотропной оболочки типа Тимошенко, учитывающие сдвиг и инерцию вращения, используются для анализа продольно-поперечных движений цилиндрических и конических оболочек с локальными изменениями толщины в продольном и поперечном направлении, при продольных ударах абсолютно твердым телом. Результаты решений представлены в виде двумерных и трехмерных графиков, отображающих картину волнообразования по всей поверхности оболочки. Неоднородность напряженного состояния, вызванная волновым процессом распространения деформаций по длине, существенным образом влияет на картину выпучивания оболочек.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ВЫХОДНОГО УСТРОЙСТВА ТРДД С РАЗДЕЛЬНЫМ ИСТЕЧЕНИЕМ

Мышенков Е.В., Шелгунов Е.Ю.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

eugene_m@ciam.ru

Исследованы тяговые характеристики выходного устройства ТРДД с раздельным истечением потоков с высокой степенью двухконтурности в зависимости от характерных параметров геометрии устройства: угла уклона затурбинного конуса в диапазоне 14–24°, угла уклона обтекателя газогенератора в диапазоне 14–20°, длины обтекателя газогенератора l . Установлено, что в классе исследованных форм выходных устройств формы с закапотированным затурбинным конусом имеют выигрыш по тяге над формами с открытым затурбинным конусом, максимальной эффективной тягой реализуется при $\alpha_1=18^\circ$, $\alpha_2=14^\circ$ и $l=1.45$. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 10-08-01194-а.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АЛЮМИНИЕВОГО МЕТАЛЛОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА

Мясникова М.В., Халевицкий Ю.В.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

marina@imach.uran.ru

Осуществлено моделирование механического поведения алюминиевого металломатричного композита (ММК) на микроуровне для трех случаев простого нагружения (растяжения, сжатия, сдвига). Модель представительного объема ММК – кусочно-однородный 3D объем, имитирующий матрицу из алюминиевого сплава, в которой расположены частицы карбида кремния, имеющие конфигурацию, приближенную к реальной. Показано формирование зон интенсивной пластической деформации. Получен широкий диапазон значений параметров напряженного состояния составляющих ММК, позволяющий использовать процедуру идентификации для расчета поврежденности внутри представительного объема ММК.

УЧЕТ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ УПРУГОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ С ПОМОЩЬЮ ДВУХЛУЧЕВОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛОВУШКИ

Набиев С.Р.¹, Бершицкий С.Ю.¹, Ветрова М.А.², Цатурян А.К.²

Институт иммунологии и физиологии УрО РАН¹, г. Екатеринбург

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

tsat@imec.msu.ru

Оптическая ловушка – метод удержания микронных и субмикронных частиц в пучке мощного лазерного света за счёт сил светового давления – позволяет измерять механические свойства микронных объектов, в том числе биологических макромолекул. Предлагается метод определения жесткости молекул или молекулярных комплексов, которые присоединены своими концами к прозрачным шарикам, удерживаемым двухлучевыми оптическими щипцами. Метод основан на анализе кросс- и автокорреляционных функций броуновского движения шариков с помощью теории, основанной на уравнении Ланжевена, с учетом гидродинамического взаимодействия шариков. Приведены примеры применения этого подхода к опытным данным.

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗГИБНОЙ ЖЁСТКОСТИ АКТИНОВОЙ НИТИ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОЙ ЛОВУШКИ

Набиев С.Р.¹, Кубасова Н.А.², Цатурян А.К.², Бершицкий С.Ю.¹

Институт иммунологии и физиологии УрО РАН¹, г. Екатеринбург

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

s.nabiev@iip.uran.ru

Тропомиозин (ТМ) – один из регуляторных белков, контролирующих процесс мышечного сокращения. Спираль ТМ обвивает тонкую актиновую нить и регулирует ее взаимодействия с моторным белком миозином. ТМ представляет собой спирализованный димер α -спиралей, в структуре которого присутствует несколько консервативных неканонических остатков, дестабилизирующих двойную спираль. Замены двух из них, G126 и D137, обнаруженных в центральной части молекулы, на канонические, приводят к изменению как функциональных свойств молекулы, так и ее механических характеристик. С помощью двухлучевой оптической ловушки мы обнаружили, что изгибная жесткость тонкой нити зависит от вида мутанта тропомиозина в её составе. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 13-04-40101-Н и 13-04-40100-Н и программой фундаментальных научных исследований УрО РАН (проект 15-9-4-18).

ОБРАЗОВАНИЕ ВОЛН ПРИ ВЫХОДЕ ПЛОСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ МЕЛКОЙ ВОДЫ

Надкриничный Л.В.

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН,

г. Владивосток

lmuten@iacp.dvo.ru

Рассматриваются возникновение и распространение волн при выходе плоской ударной газовой волны с упругого уступа на поверхность жидкости, описываемой системой уравнений мелкой воды. Такие ударные волны могут возникать, например, при движении поршня или детонации газовых смесей. Естественной практикой в подобных задачах служит численное моделирование,

однако, при определённой конфигурации поля давления возможно аналитическое решение. В этом случае поле давления представляет собой «ступеньку» с постоянными значениями давления за и перед фронтом ударной волны. Также полагается, что отсутствует влияние деформации поверхности жидкости на параметры газового потока за ударной волной. Работа выполнена при поддержке грантов ДВО РАН (проекты 15-II-4-002, 15-I-4-021) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН.

РАСЧЕТ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ В МЕЛКОМ ПРОТЯЖЕННОМ СЛАБО ИСКРИВЛЕННОМ РУСЛОВОМ ПОТОКЕ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ РЕДУЦИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Надолин К.А.¹, Жилияев И.В.²

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону¹

Южный научный центр РАН, г. Краснодар²

nadolin@math.sfedu.ru

Представлены результаты численного исследования предложенной ранее трехмерной редуцированной математической модели турбулентного безнапорного потока в протяженном слабо искривленном недеформируемом русле. Учет турбулентности течения осуществляется полуэмпирически в рамках гипотезы Буссинеска. Для верификации редуцированной модели проводится прямое численное моделирование потока на основе полных гидродинамических моделей в конечно-элементном программном комплексе COMSOL. Полученные результаты позволяют утверждать, что используемая редуцированная модель мелкого протяженного слабо искривленного руслового потока вполне адекватно описывает его гидродинамику и может применяться для моделирования природных водотоков.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ТВЕРДОГО ДЕФОРМИРУЕМОГО ТЕЛА: ПРИЛОЖЕНИЯ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Назарова Л.А.¹, Назаров Л.А.¹, Вандамм М.², Родин Р.И.³

Институт горного дела СО РАН¹, г. Новосибирск

Ecole des Ponts ParisTech – Laboratoire Navier², Paris, France

Институт угля СО РАН³, г. Кемерово

lanazarova@ngs.ru

Решение обратных задач универсальный подход, позволяющий учитывать экспериментальные и натурные данные различной физической природы при создании мультидисциплинарных моделей механики твердого деформируемого тела, используемых при описании геомеханических объектов различного масштабного уровня. Особенности обратных задач механики горных пород являются: ограниченный объем входных данных из-за высокой стоимости измерений *in situ*; значительное время решения прямых задач вследствие сложной геометрии объектов. В работе приведены примеры решения обратных задач геомеханики: оценка распределения давления в продуктивном пласте по данным спутниковой геодезии; определение газокINETических параметров угольного пласта по изменению давления в герметичной емкости с пробой отбитого угля. Исследования выполнены при частичной поддержке грантов РФФИ № 13-05-00782 и № 15-55-15046.

МЕТАСТАБИЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ С ДЕФЕКТАМИ И НЕКОТОРЫЕ АВТОМОДЕЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Наймарк О.Б.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

naimark@icmm.ru

Широкодиапазонное моделирование пластического деформирования и разрушения материалов проводится на основе определяющих уравнений, учитывающих связь механизмов структурной релаксации, обусловленных коллективным поведением дефектов (микротрещин, микросдвигов), особенностями упруго-пластических переходов, стадийностью разрушения с использованием данных оригинальных «*in-situ*» экспериментов с целью объяснения автомодельных закономерностей формирования упруго-пластических волновых фронтов, переходов от устойчивого динамического распространения трещин к режимам ветвления, статических особенностей процесса фрагментации при динамическом нагружении.

ОБЪЕМНАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ СИСТЕМЫ «ПРОТИВОРЕЖУЩИЙ БРУС/НОЖ/ПРИЖИМ/ОСНОВАНИЕ/БОЛТЫ» ПРИ ЕЕ ДИНАМИЧЕСКОМ УДАРНОМ НАГРУЖЕНИИ

Насань О.А., Мармыш Д.Е., Шемет Л.А.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

nasan_o@mail.ru

Проведено конечно-элементное моделирование динамического напряженно-деформированного состояния режущего инструмента сельскохозяйственного комбайна. Для режущих областей ножа и противорежущего бруса получены распределения контактного давления, эквивалентных по Мизесу напряжений, а также разработана методика оценки объемной повреждаемости. Проведен сравнительный анализ влияния комбинаций материалов (стали и высокопрочного чугуна ВЧТГ) ножа и противорежущего бруса на величины опасных объемов и интегральной повреждаемости данных элементов системы.

МОДЕЛИ ТЕРМОМАГНИТОЭЛЕКТРОУПРУГИХ ТЕЛ С УЧЕТОМ ДЕМПФИРОВАНИЯ И СВЯЗАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЭФФЕКТОВ

Наседкин А.В.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

nasedkin@math.sfedu.ru

Представлены модели активных материалов со связанностью механических, электрических, магнитных и тепловых полей с учетом различных механизмов демпфирования. В частных случаях эти модели допускают применение метода разложения по модам. Основные граничные условия дополнены возможностями учета связанных поверхностных эффектов, что позволяет исследовать также наноразмерные активные материалы в рамках теорий сплошных сред с поверхностными напряжениями и их обобщений. Для всех задач реализуются технологии метода конечных элементов на основе обобщенных постановок и численные алгоритмы, позволяющие сохранять симметричную структуру квазиопределенных матриц (матриц задач с седловой точкой). Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-00943.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НАНОСТРУКТУРНОГО АЛЮМИНИЕВОГО ПОРШНЯ К ЭРОЗИЙНОМУ РАЗРУШЕНИЮ

Насибуллаев И.Ш., Насибуллаева Э.Ш.

Институт механики им. Р.Р.Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

elvira98@mail.ru

Исследуется чувствительность поверхности поршня, изготовленной из наноструктурного алюминия, к воздействию кавитации, которая индуцирована приложенным к поршню перепадом давления при определенных режимах эксплуатации основного элемента агрегата дозирования топлива. Была проведена оценка напряжения, возникающего на поверхности поршня при схлопывании пузырька. Показано, что при специальной обработке поверхность поршня станет более устойчивой к эрозионному разрушению. Работа поддержана грантами РФФИ №№ 14-01-97019-р_поволжье_а, 14-08-97027-р_поволжье_а.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДРЕЙФА ЧАСТИЦ В СТОЯЧЕЙ ВОЛНЕ С УЧЕТОМ АКУСТИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ

Насыров Р.Р.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

nasyrov.ravil@bk.ru

Смоделировано акустическое течение несжимаемой жидкости, вызванное стоячей волной в прямоугольной расчетной области, и дрейф частиц в нем. Использована схема Кранка–Николсона для решения уравнений Прандтля. Верхняя граница расчетной области моделирует внешний поток через однородное условие Неймана. Рассчитаны траектории дрейфа частиц для различных коэффициентов увлечения частицы. Показано, что коэффициент увлечения сильно влияет на отклонение траекторий дрейфа от линий тока вихрей Шлихтинга и Рэлея.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ И ДИНАМИКУ МОЩНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВИХРЕЙ

Натяганов В.Л., Киселева С.В., Маслов С.А., Сытов В.Э.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

tenzor@bks-mgu.ru

На основе уравнений электрогидродинамики (ЭГД) анализируется влияние на формирование торнадо и низовых прорывов сильных возмущений атмосферного электрического поля под грозовыми облаками с учетом их электрической структуры. Для дипольного облака возможны его перезарядка в трипольное облако и образование воронки торнадо, или реализация неустойчивости Релея–Тейлора в виде низового прорыва. Решены ЭГД-задачи развития низового прорыва в форме полутела Ренкина или параболоида вращения. Работа проводилась при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (в соответствии с требованием государственного контракта №14.577.21.0109, УИ проекта RFMEFI57714X0109).

КОЛЕБАНИЯ ЖИДКОСТИ, ВЫТЕКАЮЩЕЙ ИЗ СФЕРИЧЕСКИХ ЁМКОВ

Нгуен З.Х.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

freedom_dh@yahoo.com.vn

Баки современных космических аппаратов содержат различные внутрибаковые устройства, например, шар-баллоны, содержащие газ наддува, различные демпфирующие устройства, и др., которые оказывают влияние на волновое движение жидкости. В предлагаемом докладе представлено решение задач о собственных колебаниях жидкости в сферических ёмкостях, с граничными условиями на свободной поверхности, условиями непротекания на смачиваемых поверхностях и дополнительными динамическими условиями на поверхности с сопротивлением – поверхности слива. Далее рассмотрены различные «неклассические» задачи о колебаниях жидкости в сферической ёмкости.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА
ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ**

Невенчанная Т.О.¹, Павловский В.Е.², Пономарева Е.В.³, Синельщиков А.В.³, Хохлова О.А.³

Московский государственный университет печати¹

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва

Астраханский инженерно-строительный институт³

nevento@mail.ru

Обсуждаются проблемы преподавания курса теоретической механики в технических вузах в условиях резкого сокращения количества аудиторных часов, отводимых на её изучение. Показана роль электронных обучающих систем по теоретической механике, ориентированных на будущую профессиональную деятельность, способствующих повышению заинтересованности студентов, организации их самостоятельной работы. Кратко описан авторский электронный учебник по теоретической механике.

**МОДЕЛИ ГРАВИТАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ СМЕСЕЙ: «БЫСТРАЯ»
ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ СУСПЕНЗИИ**

Невский Ю.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

nevskii_u@mail.ru

Рассматривается процесс гравитационной конвекции суспензии в замкнутом объеме. Движение частиц, возникающее под действием гравитации, и неравномерное распределение эффективной плотности суспензии вызывает конвективное течение. Математическое описание процесса базируется на модели взаимопроникающих континуумов. Выделено два предельных случая общей математической модели – «быстрый» и «медленный». При «медленной» конвекции массовые силы сравнимы с силами вязкого трения, при «быстрой» – с конвективными слагаемыми в уравнении Навье–Стокса для смеси. Произведено математическое моделирование «быстрой» гравитационной конвекции. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00147.

**ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ С БЫСТРЫМИ
И МЕДЛЕННЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ**

Нейштадт А.И.

Институт космических исследований РАН, г. Москва Университет Лафборо, Великобритания

aneishta@iki.rssi.ru

Если в детерминированной динамической системе малое изменение начальных условий приводит к большому изменению движения, то поведение такой системы практически неотлично от случайного. Это нестрогое утверждение, называемое принципом «малые причины – большие следствия», лежит в основе теории детерминированного хаоса. Удивительным образом, такое квазислучайное поведение возникает и в системах, отличающихся сколь угодно малым возмущением от систем с очень простой (периодической, условно-периодической) динамикой. В этом случае возмущенная динамика представляется как композиция быстрых колебаний и медленной эволюции. В ходе эволюции система попадает на особые режимы быстрых движений: на сепаратрисы и резонансы. Переход через эти режимы и приводит к квазислучайному поведению. Разные типы возмущенного поведения реализуются с определенными вероятностями, а исследование динамики на длительных интервалах времени приводит к задачам о случайных блужданиях. Теория, описывающая эти явления, имеет приложения в самых разных задачах, в частности, при изучении захвата спутников в резонанс, серфотронного ускорения заряженных частиц, хаотической адвекции в стационарных течениях.

**ДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ПЛОСКИХ ПРЕГРАД
ИЗ РАДИАЦИОННО И ТЕРМИЧЕСКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Немировский Ю.В.

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

г. Новосибирск

nemirov@itam.nsc.ru

В последние десятилетия проводятся интенсивные исследования по разработке эффективных защитных элементов различных ответственных объектов от воздействия нагрузок взрывного и ударного типа. Наиболее простыми с технологической точки зрения являются плоские конструкции любых геометрических форм и размеров из гибридных наборов материалов без серьезных ограничений по их выбору. Существующие технологические приемы (склеивание, сварка взрывом и диффузионная сварка, холодное газодинамическое или плазменное напыление) позволяют создавать плоские симметричные и несимметричные пакеты из практически любых наборов металлов и сплавов. В любой такой конструкции сохраняются индивидуальные свойства материалов отдельных слоев, но при этом она будет обладать специфическими свойствами динамического сопротивления в зависимости от выбора количества материалов, их расположения и относительных параметров толщин слоев. Выбор наиболее эффективной защитной слоистой преграды экспериментальными методами представляется весьма дорогостоящим и трудоемким. Существует также важная проблема создания необходимой для эксплуатации пологой поверхности из гибридного пакета материалов. Технологически подобные решения могут быть получены на путях термопластической динамической штамповки изделий с привлечением задачи распределения «точечных» и шнуровых зарядов. Для решения упомянутых прямых и обратных задач динамики слоистых и слоисто-волоконистых гибридных преград разработана достаточно простая модель гашения энергии приходящих взрывных волн за счет развития пластических деформаций в слоях при учете эффектов инерции, упрочнения и вязко-пластического сопротивления материалов как для симметричных так и для несимметричных пакетов. В основе развиваемого подхода лежат традиционные предположения о справедливости геометрически-нелинейных гипотез Кирхгофа–Лява для пакета в целом, о ме-

ханической несжимаемости всех материалов и учета их радиационной и термической чувствительности. Обсуждаются результаты полученных решений для защемленных по контуру гибридных пластин различных геометрических форм.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОУПРУГИХ ТЕЛ

Нестеров С.А.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

1079@list.ru

Сформулированы постановки обратных задач об идентификации неоднородных характеристик предварительно-напряженных функционально-градиентных термоупругих тел. Разработан итерационный подход к решению поставленных обратных задач, основанный на применении обобщенного соотношения взаимности. Исследовано влияние начальных напряжений на результаты реконструкции термоупругих характеристик. Представлены соответствующие операторные уравнения и результаты вычислительных экспериментов для стержневых и цилиндрических тел.

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА СПЕКТРЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕЙ

Нестеров С.В.¹, Акуленко Л.Д.¹, Коровина Л.И.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова², г. Москва

gavrikov@ipmnet.ru

Изучаются собственные частоты и формы поперечных колебаний стержней, имеющих дефекты (инерционные, упругие, геометрические). Теоретическим аппаратом является прямой метод задачи Штурма–Лиувилля, сформулированной для уравнения четвертого порядка и подходящих краевых условий, описывающих закрепление стержня в граничных точках. Основным вычислительным алгоритмом является метод ускоренной сходимости, который специально адаптирован для уравнений четвертого порядка. Излагаются результаты многочисленных численно-аналитических экспериментов для различных типов дефектов и мест их локализации. Выявлены качественные характеристики поведения собственных частот от указанных характеристик дефектов.

ГИДРОДИНАМИКА И ТЕРМОДИНАМИКА КЛИМАТА

Нигматулин Р.И.

Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, г. Москва

nigmar@ocean.ru

Рассмотрены основные факторы, влияющие на формирование климата Земли. Для изучения роли этих факторов предложена одномерная модель климата, с помощью которой исследуются роль этих факторов при формировании вертикального распределения температуры, радиационных параметров, паровой и микрокапельной влаги, в том числе, облачности и вертикальной скорости воздуха в атмосфере Земли в разных широтных регионах и возможных горизонтальных конвективных условиях. Цель исследования – рассмотреть возможные диапазоны влияния роста содержания природных и антропогенных фактов (в частности, роста содержания CO₂) на изменение климата. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-50-00095.

ЗАДАЧА НА СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕНЗОРНО-БЛОЧНОЙ МАТРИЦЫ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ К МЕХАНИКЕ

Никабадзе М.У.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

munikabadze@yandex.ru

Сформулирована (исследована) задача на собственные значения симметричной тензорно-блочной матрицы любого четного ранга и любых размеров $m \times m$, $m \geq 1$ (размеров 2×2). Приведены некоторые определения и теоремы, касающиеся тензорно-блочных матриц. Получены формулы, выражающие классические инварианты тензорно-блочной матрицы любого четного ранга и размеров 2×2 через первые инварианты ее степеней, а также обратные к ним формулы. Построена полная ортонормированная система собственных тензорных столбцов для тензорно-блочной матрицы любого четного ранга и размеров 2×2 . Сформулирована обобщенная задача на собственные значения тензорно-блочной матрицы. Как частный случай рассмотрена тензорно-блочная матрица тензоров модулей упругости. Даны канонические представления удельной энергии деформации и определяющих соотношений. Дана классификация анизотропных микрополярных линейно-упругих сред без центра симметрии. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-01-00848-а, 14-01-00317-а.

МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ ПРИКУСА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Никитин В.Н.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

nikitinvladislav86@gmail.com

Изменения зубочелюстной системы человека влияют на все процессы и системы в организме. В рамках концепции «Виртуальный физиологический человек» и персонифицированного подхода строится модель взаимосвязи изменений прикуса, височно-нижнечелюстного сустава и мозгового кровоснабжения. В работе уточняется существующая в практике методика коррекции прикуса путем введения количественных оценок состояния диска височно-нижнечелюстного сустава и мышечка нижней челюсти, и тем самым выбором конкретных параметров из диапазона их физиологических значений. Для этого ставится задача о напряженно-деформированном состоянии этих объектов, состоящая в том, что напряжения не должны превышать заданных пределов. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-04884-а.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ СЛОИСТОЙ СРЕДЫ С ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЕМ

Никитин И.С.¹, Бураго Н.Г.², Якушев В.Л.¹

Институт автоматизации проектирования РАН¹, г. Москва

Институт проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского², г. Москва

i_nikitin@list.ru

На основе асимптотического метода осреднения получены континуальные уравнения слоистой среды с проскальзыванием с учетом членов второго порядка по малому параметру толщины слоя. Использовано линейное условие проскальзывания, связывающее скачки касательных смещений на контактных границах и касательные напряжения. Такого рода модели необходимы при решении динамических задач геофизики. Они могут быть полезны при описании композитных материалов с дополнительными мягкими прослойками между слоями из основного, достаточно жесткого упругого материала. Исследованы волновые свойства полученной системы уравнений. Построено решение задачи о поверхностной волне на границе упругого слоистого полупространства.

ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ ТУРБУЛЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

Никитин Н.В., Пиманов В.О.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

nvnikitin@mail.ru

Переход к турбулентности в трубах начинается с образования пространственно-локализованных структур – турбулентных порывов. С целью объяснения механизма турбулентных порывов проводится исследование условно периодического во времени решения уравнений Навье–Стокса по ряду качественных признаков близкого к турбулентному порыву. Такие решения возникают на сепаратрисе, разделяющей области притяжения решений, отвечающих ламинарному и турбулентному режимам течения. Показано, в частности, что механизмом возникновения колебаний не является механизм неустойчивости Кельвина–Гельмгольца, который, как считалось, ответственен за рождение пульсаций в турбулентном порыве.

НАНОМЕХАНИКА ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ С ПОЛИМЕРНОЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ. КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Никитина Е.А., Карнет Ю.Н.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

nikitina.ekaterina@gmail.com

Микроскопическое строение и механические свойства электрореологических жидкостей в электрическом поле исследовались в рамках компьютерного квантово-механического моделирования. В качестве частиц твердой фазы рассматривались модифицированные полиимиды. Моделирование проводилось для электрических полей с различной напряженностью. Микроскопические характеристики сдвиговой деформации (модуль сдвига) электрореологических жидкостей рассматривались при варьировании химического строения дисперсной фазы, диэлектрической проницаемости вязкой среды, величины сдвиговой деформации, концентрации диэлектрических частиц твердой фазы. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-19-01653.

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕННОСТИ МАТЕРИАЛА НА ЭВОЛЮЦИЮ ПРОДОЛЬНОЙ УПРУГОЙ ВОЛНЫ

Никитина Е.А.¹, Ерофеев В.И.¹, Хазов П.А.², Мамаев Ш.³

Институт проблем машиностроения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет²

Алматинская академия экономики и статистики, Алматы, Казахстан³

erof.vi@yandex.ru

Изучено влияние параметров, характеризующих поврежденность материала, на эволюцию профиля продольной упругой (акустической) волны, как в низкочастотном, так и в высокочастотном диапазонах. Показано, что результаты проведенных исследований могут быть положены в основу методики оценки поврежденности материалов и элементов конструкций акустическим методом. Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-08-01836).

ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТОУПРУГОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ «IN SITU» НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЛАБО АНИЗОТРОПНОГО МАТЕРИАЛА

Никитина Н.Е.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

wvs-dynamo@mail.ru

Проверена возможность применения акустоупругого эффекта для определения плоского напряженного состояния конструкционного материала, обладающего собственной акустической анизотропией, связанной с анизотропией его упруго-пластических свойств. Проведены эксперименты по измерению «in situ» напряжений в закрытой трубе, нагруженной внутренним давлением воды. Задача имеет аналитическое решение, позволяющее проверить данные экспериментов. Ошибка определения методом акустоупругости разницы главных напряжений в стенке трубы, по отношению к результатам аналитического расчета по известному значению внутреннего давления, не превысила 1,5% от предела текучести трубной стали.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВОДНЕНИЯ СЛОИСТЫХ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ ПРИ НЕЛИНЕЙНОМ ЗАКОНЕ ДВИЖЕНИЯ

Никифоров Г.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

ganikiforov@mail.ru

В настоящее время во всем мире происходит ухудшение структуры запасов углеводородов и растет доля месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, к которым относятся залежи в низкопроницаемых коллекторах и месторождения с высоковязкой нефтью. В таких залежах наблюдаются отклонения от линейного закона фильтрации Дарси, величина которых с уменьшением проницаемости становится значительной. Актуальность проблемы следует из слабой изученности течений неньютоновских жидкостей в пористых средах, особенно в случае многофазных фильтрационных течений. Научная значимость решения проблемы определяется необходимостью разработки новых эффективных методов решения возникающих задач и заключается в получении новых знаний о процессе вытеснения углеводородов из низкопроницаемых коллекторов, в частности, при добыче углеводородов из сланцев, при добыче высоковязкой нефти со сложными реологическими законами, а также при закачке полимеров в пористые среды. В настоящей работе моделируется заводнение кусочнооднородно (слоистого) нефтяного пласта, насыщенного нефтью, которая движется по закону с придельным градиентом сдвига.

ДИНАМИКА ВИБРОУДАРНОГО МЕХАНИЗМА С КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМ ВОЗБУДИТЕЛЕМ КОЛЕБАНИЙ

Никифорова И.В.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

tsii@list.ru

Приведены результаты численно-аналитического исследования динамики трехпоршневого виброударного механизма с кривошипно-шатунным возбудителем колебаний. В пространстве параметров математической модели механизма приведены области устойчивости периодических режимов движения, бифуркационные диаграммы, позволившие указать значения параметров, при которых существуют движения, включая стохастические, выявлены наиболее чувствительные параметры механизма.

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА С ГРАНИЦЕЙ РАЗДЕЛА В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО ФРИКЦИОННОГО КОНТАКТА

Никонов А.Ю., Дмитриев А.И.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

nikonov@usgroups.com

Описаны результаты моделирования в рамках метода молекулярной динамики поведения медного кристаллита в условиях локального трения. Рассматривались кристаллит с идеальной бездефектной структурой и содержащий большеугловую границу зёрен $\Sigma 5$. Анализировалось влияние начальной структуры на поведение образца в условиях нагружения. Показано формирование наноблоков в приповерхностном слое. Исследовался атомный механизм процесса нанофрагментации. Детальный анализ атомных смещений в блоках показал, что они носят ротационный характер. Вычисления показали, что величина разориентации формируемых наноблоков вдоль различных направлений не превышает 2 градуса.

ДВИЖЕНИЕ ОДНОРОДНЫХ И ПЛАВУЧИХ НЕОДНОРОДНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ВИХРЕВЫХ КОЛЕЦ

Никулин В.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

nikulin@hydro.nsc.ru

Построена аналитическая модель, описывающая движение вихревого кольца в несжимаемой жидкости после его формирования, общая для однородных, плавучих неоднородных, распространяющихся по направлению действия подъемной силы и против нее. Экспериментально исследовано движение плавучего вихревого кольца против действия подъемной силы (сверху вниз). Установлено, что его угол расширения не превышает угла расширения кольца в однородной жидкости и более чем на порядок величины меньше угла расширения всплывающего вихря. В рамках теоретической модели объясняется отмеченное различие углов расширения данных вихревых колец.

О ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ МЕЖДУ НЕКОНЦЕНТРИЧЕСКИМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ВРАЩАЮЩИМИСЯ СФЕРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Новиков В.В., Февральских Л.Н.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

grigorieva_ln@mail.ru

Рассмотрено движение вязкой жидкости между двумя неконцентрическими сферами, вращающимися с различными угловыми скоростями. В частности, показано, что в данной постановке задачи обнаруживается наличие радиального течения жидкости. Результаты работы могут быть полезны для изучения динамики жидкого ядра Земли и некоторых особенностей поведения геомагнитного поля. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-08326.

ВЛИЯНИЕ ЕДИНИЧНОЙ НЕРОВНОСТИ НА ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПЕРЕХОД ПРИ ГИПЕРЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ С ИЗЛОМАМИ ПОВЕРХНОСТИ

Ноев А.Ю.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
tonawuda@inbox.ru

Проведено экспериментальное исследование особенностей ламинарно-турбулентного перехода при гиперзвуковом обтекании тела вращения конфигурации «оживало-конус-конус-цилиндр» в ударной аэродинамической трубе. Диагностика перехода осуществлялась по распределению теплового потока к модели. Получены данные по влиянию чисел Маха и Рейнольдса, наличия изломов поверхности и единичной неровности на поверхности модели на положение и протекание ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АСИМПТОТИЧЕСКОГО, ЧИСЛЕННОГО И БИФУРКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДАЧИ О ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ ЦИЛИНДРА В ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Нуриев А.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
nuriev_an@mail.ru

Исследованы различные режимы течения, возникающие вокруг круглого цилиндра, совершающего гармонические колебания в вязкой несжимаемой жидкости, а также дана оценка влияния режимов на гидродинамические силы, действующие на цилиндр. Рассматривается ламинарная область течения, зона малоамплитудных высокочастотных колебаний цилиндра. Используются два подхода к исследованию задачи: первый основан на комбинации методов асимптотического и бифуркационного анализа, второй базируется на прямом численном моделировании. В сумме данный комплекс методов позволяет провести разностороннее изучение рассматриваемых процессов и составить цельную картину течения в исследуемом диапазоне. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-19-00667.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПО КОНТУРУ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ

Нусратуллин Э.М.¹, Нусратуллина Л.Р.²

Уфимский государственный авиационный технический университет¹

Инспекция федеральной налоговой службы²

nusratullinem@rambler.ru

Построена математическая модель для решения обратной задачи нахождения по частоте длины закрепления края круглой пластины.

О РАЗВИТИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТОМАТОЛОГИИ В ПЕРМИ

Няшин Ю.И.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

nyashin@inbox.ru

Описывается концепция «Виртуальный физиологический человек», развивающаяся в настоящее время во многих развитых странах мира и объединяющая усилия специалистов различных областей знания для построения индивидуализированной предсказательной медицины. Важно отметить, что это фундаментальное научное направление, направленное на разработку новых медицинских технологий, является одним из приоритетных направлений развития Академии наук РФ, принятых в конце 1914 года после объединения Академии наук РФ и Академии медицинских наук РФ. Особое внимание в данной работе уделяется построению биомеханических моделей зубочелюстной системы человека в сочетании с моделями других систем организма. Работа выполнена при поддержке РФФИ 15-01-04932-а.

О ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО БИОМЕХАНИКЕ В ПЕРМСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Няшин Ю.И., Подгаец Р.М.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

romanpodgaets@yandex.ru

Кафедра теоретической механики и биомеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) осуществляет подготовку специалистов по биомеханике с 1997 года. В настоящее время в рамках направления подготовки «Прикладная механика» кафедра готовит бакалавров по профилю «Компьютерная биомеханика» и магистров по магистерской программе «Биомеханика». По данному профилю ПНИПУ является базовым вузом Учебно-методического совета по направлению «Прикладная механика» при Учебно-методическом объединении вузов по университетскому политехническому образованию. В основу подготовки бакалавров и магистров кафедра ставит систематическое выполнение научной работы.

ИНВАРИАНТНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ТЕНЗОРЫ (ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ИНВАРИАНТОВ)

Обносков К.Б.

Московский государственный технический университет им. Н.Е. Баумана

KOB1-Naz@km.ru

Предлагается расширить понятие инвариантной дифференциальной формы системы дифференциальных уравнений, отказавшись от свойства внешности формы. Множество всех коэффициентов каждой инвариантной дифференциальной формы является ковариантным тензорным полем исходной системы дифференциальных уравнений. Обобщение понятий дифференциальных операторов бесконечно малого преобразования и скобки Пуассона приводит к понятию инвариантного дифференциального оператора исходной системы дифференциальных уравнений. Множество же всех коэффициентов каждого инвариантного дифференциального оператора является контравариантным тензорным полем исходной системы дифференциальных уравнений.

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ СПЛАВА АМГ6 ПРИ МНОГО- И ГИГАЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Оборин В.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

oborin@icmm.ru

Проведено исследование распространения усталостных трещин в режиме много- и гигациклового (с частотой 20 кГц) нагружения в сплаве алюминия и магния АМг6. В качестве метода количественного анализа для установления корреляций между механическими свойствами и масштабно-инвариантными характеристиками дефектных структур, формирующихся в процессе гигацикловой усталости использовались данные с профилометра NewView 5010. Предложено кинетическое уравнение, устанавливающее связь между скоростью роста усталостной трещины, изменением коэффициента интенсивности напряжений и масштабными инвариантами, характеризующими коррелированное поведение дефектов различных структурных уровней. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-08-96025_p_урал_a, №14-01-31193 мол_a, №15-08-08921a

РАСЧЕТ ЛИНИИ НАЧАЛА ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА В ТРЕХМЕРНЫХ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЯХ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ HSFS

Образ А.О., Федоров А.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

obraz89@gmail.com

При конструировании летательных аппаратов определение положения линии ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое на поверхности тела является важной задачей. В летных условиях переход часто обусловлен ростом неустойчивых мод в пограничном слое. В трехмерных пограничных слоях возможно доминирование различных типов неустойчивостей в различных областях на обтекаемом теле. Для проведения инженерных расчетов разработана программа по оценке положения перехода на практических конфигурациях. Расчет положения начала перехода проводится при помощи метода e^N , основанного на линейной теории устойчивости. Работа выполнена в МФТИ при поддержке Российского научного фонда (соглашение №14-19-00821).

ДВИЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОБОБЩЕННОГО СУХОГО ТРЕНИЯ

Овсеевич А.И.¹, Федоров А.К.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Российский квантовый центр², г. Москва

ovseev@ipmnet.ru

Исследован вопрос о существовании движения системы из произвольного числа линейных осцилляторов под действием ограниченного скалярного управления в виде обобщенного сухого трения. Управление в виде обобщенного сухого трения возникает в задаче о приведении системы осцилляторов в положение равновесия. Вопрос существования и единственности движения под действием управления решается в рамках теории ДиПерны–Лионса сингулярных обыкновенных дифференциальных уравнений. Работа поддержана грантами РФФИ № 14-08-00606 и №14-01-00476.

ИСТОРИЯ ВЫВОДА УРАВНЕНИЯ НЕРАЗРЫВНОСТИ

Овсянников В.М.

Московский государственный машиностроительный университет

OvsyannikovVM@yandex.ru

Дан исторический анализ выводов уравнения неразрывности для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа с учетом различной степени точности по времени деформации контрольной фигуры. Указывается на преимущество формулы Гаусса–Остроградского без направляющих косинусов по сравнению с формулой с направляющими косинусами, используемой для вывода уравнения неразрывности. Рассмотрены работы Л. Эйлера, Н.Е. Жуковского, К. Трусделла, К. Гаусса и М.В. Остроградского, Г.М. Фихтенгольца, В.М. Бубнова. Указывается на необходимость продолжения работ по уточнению вида уравнения неразрывности для сложных полей скорости.

ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ – ОТ ТЕОРЕМЕХА К ДИНАМИКЕ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Овчинников М.Ю.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

ovchinni@keldysh.ru

Описывается подход, применяемый при обучении студентов МФТИ, начиная с семинаров по теоретической механике на втором курсе, продолжая специализацией в динамике космического полета на старших курсах и заканчивая аспирантурой, целью которого является отбор, мотивация и формирования исследователя, способного решать актуальные задачи, стоящие перед прикладной наукой. Работа поддержана РФФ (грант № 14-11-00621).

БИФУРКАЦИИ КОРАЗМЕРНОСТИ 2 В ЗАДАЧЕ КУЭТТА–ТЕЙЛОРА

Овчинникова С.Н., Прозоров О.А.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

oaprozorov@gmail.com

У задачи Куэтта–Тейлора существуют точки пересечения нейтральных кривых, соответствующих различным парам азимутальных и осевых квантовых чисел. В точках пересечения (точках бифуркации коразмерности 2) существуют несколько независимых нейтральных мод. Взаимодействие этих мод в малой окрестности точек пересечения описывается с помощью системы амплитудных уравнений на центральном многообразии. Расчет коэффициентов амплитудных систем позволяет проверить условия существования и устойчивости их решений в малой окрестности точек бифуркации коразмерности 2. Этим решениям отвечают асимптотические решения нелинейной системы Навье–Стокса. В докладе приводятся результаты расчета разных типов точек бифуркации коразмерности 2, в которых амплитудные системы различаются дополнительными резонансными слагаемыми.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ КОНЕЧНЫХ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

В ПАКЕТАХ ANSYS И QFORM7

Овчинникова Н.В.¹, Муравлев А.В.²

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

ovch-n@yandex.ru

На примере задачи о простом сдвиге получена оценка точности вычисления конечных деформаций в конечно-элементных пакетах ANSYS и QFORM7. По алгоритмам, используемым в данных пакетах для вычисления правого тензора деформаций Генки (в ANSYS) и левого тензора деформаций Генки (в QFORM7), аналитически получены и расчетами в пакетах подтверждены значения деформаций для задачи о простом сдвиге. Показано, что точность вычисления деформаций в обоих пакетах является удовлетворительной только при величине сдвига, не превышающей 1. Показано, что тензор деформаций, вычисленный по алгоритму QFORM7, совпадает с неголономным тензором конечных деформаций, порождаемым производной Яуманна. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-08-04281.

ИЗГИБНАЯ МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Оганесян С.М., Гедакян Э.Г., Карапетян Дж.К.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА, г. Гюмри, Армения

iges@mail.ru

Показано, что при квазистатическом трехстороннем изгибе однородного параллелепипеда тремя парами сил естественным образом получаются нодальные плоскости, гипоцентр, нулевая «стрессовая» линия, перерезывающие силы, пара двойных сил с моментом, (пара двойных сил без моментов) известные из теории физики очага землетрясений

НЕСТАЦИОНАРНАЯ РЕАКЦИЯ УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ НОРМАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ

Оконечников А.С., Федотенков Г.В.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

greghome@mail.ru

В нестационарной постановке исследуется плоская задача о воздействии сосредоточенной нагрузки, движущейся по поверхности однородного линейно упругого полупространства. С использованием принципа суперпозиции получено решение задачи в квадратурах. В частном случае равноускоренного движения проведен расчет и представлены графические результаты для нормальных перемещений поверхности полупространства. Проведен анализ особенностей решения на характерных скоростных этапах движения нагрузки: дорелеевском, дозвуковом, транзвуковом и сверхзвуковом. Работа поддержана грантом РФФ (номер проекта 14-49-00091). Авторы выражают благодарность д.ф.-м.н., профессору Д.В. Тарлаковскому за консультации по данной работе.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ
АНТРОПОМОРФНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ УСТРОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ МОЗГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Олейник Р.В., Борисов И.И., Резников С.С.

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики (ИТМО)*

oleynikrv@rambler.ru

Описаны биомеханические исследования, в частности, движение верхних конечностей человека с точки зрения биомеханики, и достижения в области протезирования верхних конечностей. Рассмотрены основные преимущества и недостатки существующих бионических протезов. В связи с этим выведены основные требования к проектируемой системе. На основе сформулированных требований была разработана и спроектирована антропоморфная система с целью описания движения кисти человека. Подробно изложены принципы управления системой и дальнейшие пути развития.

**ПОВЕДЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОУГЛЕРОД-МОДИФИЦИРОВАННЫМИ
АДГЕЗИВАМИ**

Олейников А.И., Вермель В.Д.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

a.i.oleinikov@mail.ru

Представлены экспериментальные данные по упругому деформированию, статической прочности и усталостной долговечности клеевых и различных гибридных соединений элементов из многослойных непрерывно-волоконистых полимерных композиционных материалов с нанокремнезем-модифицированными адгезивами. Рассматриваются структурные и деформационные характеристики конструктивных адгезивов модифицированных углеродными нанотрубками и оксидом графена. Исследованы послойные микроразрывы элемента в задаче о соединениях, восстанавливающих прочность и несущую способность элемента после ударного повреждения. Определяется влияние массовой доли примеси нанокремнеземных частиц на поведение адгезива и соединения. Предлагаются новые модели упругого и вязкопластического поведения для клеевых швов и соединяемых элементов с микроразрывами. Представлены и проанализированы аналитические и численные решения задач механики данных соединений.

**ЛИНЕЙНЫЕ ИНВАРИАНТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ
ПУАНКАРЕ–ЖУКОВСКОГО И УРАВНЕНИЙ КИРХГОФА**

Ольшанский В.Ю.

Институт проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов

olshanskiy_vlad@mail.ru

Получено описание всех случаев существования линейных инвариантных соотношений уравнений Пуанкаре–Жуковского и уравнений Кирхгофа. Найдена явная координатная форма данных соотношений и необходимых и достаточных условий их существования. Дана геометрическая интерпретация условий существования линейного инвариантного соотношения Чаплыгина для уравнений Кирхгофа и его аналога для уравнений Пуанкаре–Жуковского. Выделены случаи прецессионного движения и другие частные решения.

**О РАСШИРЕНИИ КЛАССА ПЕРВЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ
МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

Орлов В.А., Терехина Л.Д.

Ульяновский государственный университет

terehina_ld@mail.ru

Обнаружено семейство моделей изотропной турбулентности без противоречий предшествующих гипотез того же класса. Подтверждена возможность обратного каскада в двумерной турбулентности. Определено условие его реализации. Предложен способ асимптотического анализа нелинейных интегральных уравнений фредгольмовского типа с разностным ядром.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТЕЧЕНИЯ
ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ**

Орлов В.В., Темнов А.Н.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

v_orlov@list.ru

Приводится краткое описание динамического стенда вращения, результаты экспериментальных и теоретических исследований динамических характеристик гидравлических остатков вращающейся жидкости, образующихся при вытекании из ограниченного объема специальных баков. Исследования по истечению вращающейся жидкости, которые были проведены в Учебном экспериментальном центре МГТУ им. Н.Э. Баумана с целью выбора приемлемого заборного устройства, условно можно разделить на три этапа. На первом, предварительном этапе эксперименты проводились на модельной ёмкости, а на втором этапе – на конструктивно подобных моделях топливных баков. Третий этап был посвящён теоретическим вопросам истечения и колебаний вращающейся жидкости.

КОМПЛЕКСНОЕ ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ЛЬДА

Орлов М.Ю.¹, Орлова Ю.Н.²

Национальный исследовательский Томский государственный университет¹

Национальный исследовательский Томский политехнический университет²

orloff_m@mail.ru

Проведены комплексные теоретико-экспериментальные исследования поведения ледяного покрова при взрывном нагружении. Экспериментально исследован процесс подрыва эмульсионного взрывчатого вещества (ВВ) под заснеженным ледяным покровом. Вычислен диаметр взрывной майны, исследовано состояние крошки льда. Установлено, что форма майны близка к окружности. При помощи разработанного численного метода в осесимметричной постановке был смоделирован данный эксперимент. Количественно описан процесс динамического разрушения льда при действии продуктов детонации. Результаты были получены в виде графиков, таблиц и конечных конфигураций «Лед – ВВ – Вода». Расхождение между расчетом и экспериментом не превысило 5%.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТА ТЕЛ С ШЕРОХОВАТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ СПЕКЛ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Осинцев А.В.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва

AVOsintsev@yandex.ru

Рассматривается методика визуализации поверхности контакта тел с шероховатыми поверхностями с помощью несущих полос и вычитания спекл структур, основанная на использовании цифровой спекл интерферометрии. На примерах контакта торца цилиндра и сферы с плоской плитой осуществляется экспериментальная проверка методики. Показана возможность применения разработанной методики для определения нагрузки начала упругопластического деформирования тела в зоне контакта.

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ КОНУСА В СРЕДЕ ПРИ КВАДРАТИЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ НОРМАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СКОРОСТИ

Осипенко К.Ю.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

kirill-o@mail.ru

В рамках модели локального взаимодействия и квадратичной зависимости контактного давления от нормальной составляющей скорости построена математическая модель, описывающая пространственное движение конуса в среде. С целью анализа устойчивости, получена линеаризованная система уравнений и найдены критерии устойчивости прямолинейного движения конуса при безотрывном обтекании его боковой поверхности и замороженной скорости движения его центра масс. Показано, что устойчивость конуса возрастает с увеличением контактного давления и ухудшается при увеличении плотности конуса.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-08-00016.

КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ БАЛОК, ВОЗНИКАЮЩАЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛИСТОВОЙ РЕССОРЫ

Осипенко М.А., Касаткин А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

osipenko.michael@yandex.ru

Рассмотрена задача об одностороннем контакте двух балок Бернулли–Эйлера и задача оптимизации двухлистовой рессоры, включающая первую задачу как элемент. Длинная балка имеет постоянный профиль и нагружена сосредоточенной силой. Короткая балка имеет переменный (линейный) профиль. Оптимизация состоит в отыскании толщины длинной балки, длины и параметров профиля короткой балки, минимизирующих напряжения в рессоре при заданных жесткости и общем размере. Решения обеих задач найдены сначала численно, а затем существенно уточнены посредством аналитических расчетов; при этом обнаружено необычное явление: наличие в свойствах решений очень малых величин при отсутствии таковых в постановках задач.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Осипов М.Н., Шарафутдинов Н.А., Щеглов Ю.Д., Фалилеев И.Н., Федина М.Е.

Самарский государственный университет

osipov7@yandex.ru

Рассматривается применение нового метода спекл интерферометрии для определения форм и амплитуд собственных колебаний элементов конструкций, основанного на анализе поведения интенсивности одиночного спекла. Представлено теоретическое обоснование предлагаемого метода. Предложена оптическая схема для реализации предлагаемого способа измерений. Рассмотрены ограничения, накладываемые на предлагаемую оптическую схему. Дана оценка диапазона измерений величин динамических перемещений. Представлены экспериментальные результаты измерения параметров собственных колебаний. Использование предлагаемого метода позволяет определять частотные характеристики собственных колебаний в реальном времени.

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТИЦЫ АЭРОЗОЛЯ НА СКОРОСТЬ ДРЕЙФА В АКУСТИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ

Осипов П.П.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

petro300@rambler.ru

Изучен вопрос о скорости дрейфа частиц в акустическом резонаторе при первой резонансной частоте в стоячей и периодической ударной волне. Численно исследовано семейство задач о дрейфе частицы при различных числах Маха и Рейнольдса. Построены графики скорости дрейфа частицы в зависимости от коэффициента увлечения. Найден коэффициент увлечения, при котором достигается максимум скорости дрейфа частицы. При малых и больших коэффициентах увлечения скорость дрейфа частицы стремится к нулю. При прочих равных условиях максимальная скорость дрейфа частицы в стоячей волне на 1–2 порядка меньше чем в периодической ударной волне.

НЕУСТОЙЧИВОСТИ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУР В ДИСПЕРСНЫХ ПОТОКАХ

Осипцов А.Н.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

osiptsov@imec.msu.ru

Представлены некоторые результаты, полученные в НИИ механики МГУ, по моделированию динамики дисперсных систем, сопровождающейся развитием различных типов неустойчивостей. Обсуждается возникновение разрывов сплошности дисперсной фазы и неустойчивость поверхностей раздела «жидкость – суспензия» при гравитационном оседании суспензий. Предложены новые подходы к исследованию модальной и немодальной гидродинамической устойчивости разреженных двухфазных потоков. Изучены аэродинамическая фокусировка примеси и формирование локальных зон аккумуляции частиц в высокоскоростных газодисперсных потоках.

СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ В УДАРНОМ СЛОЕ ОКОЛО V-ОБРАЗНЫХ КРЫЛЬЕВ ПРИ СВЕРХ- И ГИПЕРЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ ПОТОКА

Остапенко Н.А., Зубин М.А., Максимов Ф.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

ostap@imec.msu.ru

Представлены результаты численного и экспериментального исследования структуры течения около V-образных крыльев различной геометрии с головной ударной волной, присоединенной к передним кромкам, при числах Маха 3, 6 и 10. Установлены критерии возникновения в ударном слое вихревых структур невязкого происхождения. Экспериментально показано, что установленные критерии пригодны и для диагностики реальных конических течений. В специальных случаях перехода режимов обтекания от регулярного к маховскому взаимодействию скачков уплотнения, присоединенных к передним кромкам крыла, наблюдается «взрывной» рост толщины ударного слоя. При углах раскрытия крыла, больших π , обнаружены различные особенности течения, обусловленные точкой излома поперечного контура крыла. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты (12-01-00343, 15-01-02361).

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА TiNi ДЛЯ ПРИВОДА ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Остропико Е.С.¹, Чернявский А.Г.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева», г. Королев²

es-ostropiko@mail.ru

Исследован сплав TiNi как материал рабочего элемента проволочного привода термочувствительного устройства. На основе анализа функционально-механических свойства выбрана оптимальная термомеханическая тренировка сплава TiNi, заключающаяся в многоциклового реализации эффектов пластичности превращения под напряжением 220 МПа и памяти формы в свободном состоянии.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ И ТРАЕКТОРИИ ЖИДКИХ ЧАСТИЦ

Очиров А.А., Белоношко Д.Ф.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

belonozhko@mail.ru

Рассмотрены особенности движения индивидуальных частичек жидкости, расположенных вблизи искаженной капиллярно-гравитационным волновым движением горизонтальной границы раздела двух движущихся относительно друг друга жидких сред. Во втором приближении по амплитуде волны найдено аналитическое решение задачи расчета траекторий частиц в обеих жидкостях. Исследовано влияние нелинейности волнового движения на закономерности строения траекторий индивидуальных жидких частиц. Показано, что форма траекторий жидких частиц существенно зависит от средней скорости движения сред относительно друг друга и амплитуды волны.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ В SMART-КОНСТРУКЦИИ

Ошмарин Д.А., Севодина Н.В., Юрлова Н.А., Юрлов М.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

oshmarin@icmm.ru

При проектировании smart-конструкций, содержащих пьезоэлементы, проблема рационального выбора количества пьезоэлементов, геометрии, размеров, мест расположения на конструкции, а также вариантов соединения их электродированных поверхностей не потеряла своей актуальности. В настоящей работе для решения данной проблемы предлагается использовать математическую постановку задачи о собственных колебаниях электровязкоупругих тел. На основе численного решения этой задачи проводится сравнительный анализ различных вариантов реализации smart-функции пьезоэлементов путем сопоставления форм колебаний конструкции и электрических потенциалов, генерируемых на электродированной поверхности пьезоэлементов. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-96003, 15-01-03976.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ИЗГИБА РАЗНОПРОЧНЫХ БАЛОК

Павилайнен Г.В.

Санкт-Петербургский государственный университет

g.pavilaynen@spbu.ru

Результаты актуальных исследований прочностистержневых балочных конструкций из особых конструкционных материалов, обладающих эффектом разнотвердости, открывают новые возможности для проектирования и возведения экономичных сооружений в судостроении и нефтедобыче, способных работать при нагрузках за пределами линейной теории упругости. В докладе рассматриваются задачи упруго-пластического изгиба длинных балок и круглых пластин, изготовленных из разнотвердных материалов, при различных нагружениях распределенными или сосредоточенными силами. На основе классических гипотез Генки, Кирхгофа–Лява и теории идеальной пластичности Ильюшина удается построить математически строгую модель упруго-пластического изгиба и решить задачу до конца аналитически, а также сопоставить результаты решения с расчетами по МКЭ.

ОБ ЭФФЕКТЕ НАКОПЛЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТАХ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ИМПУЛЬСНОМ НАГРЕВЕ

Павлейно О.М., Павлейно М.А., Сафонов М.С.

Санкт-Петербургский государственный университет

pavleyno@mail.ru

Проведено экспериментальное исследование и численное моделирование импульсного нагрева сильноточных электрических контактов ударными токами короткого замыкания в широком диапазоне температур, вплоть до плавления. В силу больших усилий контактного нажатия и высоких температур нагрева значительная часть зоны непосредственного контактирования деформирована пластически. Проанализирован эффект накопления остаточных деформаций при последовательном импульсном токовом воздействии на контакты. Этот эффект может быть использован для значительного увеличения стойкости сильноточных контактов к ударным токам короткого замыкания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВОВ Э635 И Э110

Павленко А.В., Малюгина С.Н., Балабин С.И., Мокрушин С.С., Майорова А.С., Казаков Д.Н., Козелков О.Е.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики, г. Саров

avpavlenko@vniitf.ru

Представлены результаты измерений волн напряжений при ударно-волновом нагружении образцов циркония, циркониевых сплавов Э110 и Э635. Сравниваются результаты измерения динамических свойств и температурно-скоростные зависимости напряжения течения. Длительность импульсов ударной нагрузки варьировали от ~0.05 мкс до 1 мкс, амплитуду – от 3 до 23 ГПа. По результатам измерений затухания упругого предвестника определена скорость пластической деформации за его фронтом. Определены параметры эмпирических зависимостей откольной прочности от скорости деформации в диапазоне от 104 с^{-1} до 106 с^{-1} . Работа выполнена при поддержке Госкорпорации «Росатом» в рамках государственного контракта № Н.4х.44.90.13.1111.

ОСОБЕННОСТИ ПРОТИВОТОЧНОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ И ПАРА И МАССООБМЕН ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ СМЕСЕЙ В СЛОЖНЫХ КАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Павленко А.Н.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

pavl@itp.nsc.ru

Представлен анализ современного состояния в области изучения, моделирования гидродинамических и тепломассообменных процессов в условиях разделения смесей при дистилляции на структурированных насадках, освещены достижения и проблемные вопросы в данной области исследований. Представлены результаты комплексных экспериментальных исследований по изучению

взаимосвязи эффективности разделения, гидравлических потерь с локальными характеристиками распределения параметров потоков бинарной смеси жидкостей в сложных канальных системах различной формы, обсуждаются различные способы управления структурой двухфазных потоков для интенсификации массообмена.

ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРА

Павлов Д.В.

ЗАО «ЭЛСИ», г. Великий Новгород

energidriver@mail.ru

Получена передаточная функция микромеханического (MEMS) акселерометра ММА7331L маятникового типа. Для получения передаточной функции использовалось описание характеристик акселерометра ММА7331L, экспериментальные данные выходного сигнала, схема подключения, устройство и принцип действия. Получена ЛАЧХ MEMS-акселерометра и найдены коэффициенты передаточной функции.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОДНОСЛОЙНОЙ СРЕДЫ ИЗ СФЕРИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ ПО СКОРОСТЯМ УПРУГИХ ВОЛН

Павлов И.С., Ерофеев В.И.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

ispavlov@mail.ru

Рассмотрена двумерная модель среды с микроструктурой в виде квадратной решетки из упруго взаимодействующих шарообразных частиц, обладающих тремя трансляционными и одной вращательной степенями свободы. Выведены нелинейные дифференциальные уравнения, описывающие распространение и взаимодействие волн различных типов в такой среде. Найдена в аналитическом виде зависимость коэффициентов этих уравнений от параметров микроструктуры. Продемонстрирована возможность вычисления параметров микроструктуры среды и коэффициентов ее нелинейностей по измерениям скоростей упругих волн, распространяющихся в различных кристаллографических направлениях. Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ № 15-08-01836а.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ КОЛЕБАНИЙ И ВРАЩЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ ВОКРУГ ЦЕНТРА МАСС

Павлович Д.Д., Иванов В.А., Ручинский В.С., Купреев С.А.

МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского,

г. Москва

2svr@mail.ru

Орбитальная тросовая система (ОТС) включает в себя орбитальную станцию (ОС) и привязной объект (ПО), соединенные тросом длиной. Движения ОС происходят по орбите радиуса r_0 . Задача встречи с КА, движущимся по орбите радиуса r_a , решается ПО, который после расцепления связки переходит на траекторию встречи с КА. При решении задачи сближения ПО с КА, движущимся по эллиптической орбите рассматриваются два случая. В первом случае орбита тросовой системы располагается внутри орбиты КА, а во втором случае наоборот, орбита КА находится внутри орбиты связки. Изучается эффективность режимов колебаний относительно вертикального положения равновесия, вращения вокруг центра масс и равновесного стационарного режима движения связки.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗГИБНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ ТЕСТ-ОБРАЗЦОВ

Паймушин В.Н.¹, Фирсов В.А.¹, Гюнал И.¹, Шишкин В.М.²

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева¹

Вятский государственный университет²

vpaimushin@mail.ru

Предлагается методика идентификации демпфирующих свойств мягких материалов при растяжении сжатии и сдвиге по амплитудным зависимостям параметров внутреннего демпфирования трехслойных тест-образов различной структуры: в первом случае используются тест-образцы жестким внутренним слоем (основой) и двумя мягкими внешними слоями; во втором – тест-образцы с мягким внутренним слоем и двумя жесткими внешними слоями. Методика основана на минимизации невязки между экспериментальными и расчетными параметрами внутреннего демпфирования отмеченных тест-образцов. Для получения расчетных параметров внутреннего демпфирования тест-образцов используется метод конечных элементов.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУИ, ВОЗМУЩЕННОЙ ИМПУЛЬСНЫМ ОПТИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ

Пак А.Ю., Зиновьев В.Н., Казанин И.В., Лебига В.А., Малов А.Н., Оришич А.М.
*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*
pak@itam.nsc.ru

Приводятся результаты экспериментального исследования структуры течения в сверхзвуковой струе воздуха при наличии оптического пробоя при большой интенсивности импульсного разряда. Измерение структуры течения проводилось с помощью термоанемометра постоянного сопротивления. Были измерены профили температуры торможения поперек сверхзвуковой струи, получена информация о характере пульсаций потока, возмущенного лазерным излучением.

ВЛИЯНИЕ ЗАТУПЛЕНИЯ ПЛАСТИНЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ СО СКАЧКОМ УПЛОТНЕНИЯ

Пальчевская Н.В.
Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский
nathalie.palchekovskaya@gmail.com

Численно исследовано взаимодействие ударных волн с турбулентным пограничным слоем на острой и затупленной пластинах. Ударные волны генерируются клиньями, установленными на обтекаемой поверхности. Моделирование течения выполнено на основе уравнений динамики вязкого совершенного газа. Показано влияние радиуса затупления передней кромки пластины и угла клина на поле течения и местные аэродинамические коэффициенты. Результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными.

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ РОЛЬ КРИВИЗНЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Панин В.Е., Егорушкин В.Е.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
paninve@ispms.tsc.ru

Деформируемое твердое тело есть многоуровневая система, состоящая из 3D-кристаллической и 2D-планарной подсистем (поверхностные слои и все внутренние границы раздела). На их интерфейсе в зонах локальной кривизны рождаются все типы деформационных дефектов, которые осуществляют пластическую деформацию 3D-кристаллической подсистемы. Развита калибровочная волновая теория движения потоков деформационных дефектов как солитонов кривизны. При критической кривизне локализованного потока возникает трещина как структурно-фазовый распад кристаллической структуры. В зонах кривизны кристаллической решетки возникают неравновесные межузельные вакансии, которые лежат в основе нелинейной механики пластической деформации и разрушения.

СТРУКТУРНЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВМПЭ

Панин С.В.¹, Корниенко Л.А.¹, Полтаранин М.А.¹, Нгуен С.Т.², Шилько С.В.³,
Плескачевский Ю.М.³

1 – Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

2 – Национальный исследовательский Томский политехнический университет

3 – Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель
svp@ispms.tsc.ru

Антифрикционные полимерные композиционные материалы широко применяются в составе узлов трения и в качестве уплотнительных элементов в различных видах современной техники и медицине, определяя их надежность и долговечность. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) занимает особое место среди полимерных смол благодаря хорошим деформационно-прочностными показателям, низкому коэффициенту трения и высокой износостойкости, химической стойкости к агрессивным средам, широкому температурному интервалу формостабильности. Выбором наполнителей можно целенаправленно изменять функциональные свойства и расширять область использования СВМПЭ в различных областях техники. При разработке композиционных материалов на основе СВМПЭ, как правило, ориентируются на преимущественные условия их эксплуатации: абразивный износ, сухое трение скольжения, трение в режиме граничной смазки. При этом минимальное изнашивание характерно для случая наличия в зоне трибоконтакта смазочной среды. Смазочная среда может быть также обеспечена созданием твердо-смазочных композитов путем введения в полимерную матрицу дисперсных наполнителей, например, дисульфида молибдена и пр. При введении политетрафторэтилена и стеарата кальция в высокомолекулярную матрицу в качестве твердой смазки можно расширить номенклатуру биосовместимых экструзируемых полимеров для нужд медицины. В работе обсуждаются структурные и температурные аспекты повышения сопротивления изнашиванию композитов на основе СВМПЭ.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ КАЛМАНА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ

Панкратов В.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

mathmod12@gmail.com

Рассматривается задача реконструкции неуправляемого вращательного движения космического аппарата (КА) по данным бортовых измерений магнитного поля Земли (МПЗ). Реконструкции такого рода необходимы для восстановления микрогравитационной обстановки на борту КА во время экспериментов с гравитационно-чувствительными процессами. Данные эксперименты могут иметь продолжительность в несколько суток, вследствие чего предложены подходы, ориентированные на построение непрерывной реконструкции вращательного движения на продолжительных интервалах времени. Эта ориентация отличает приведенные в работе алгоритмы от ряда известных способов решения задачи реконструкции неуправляемого вращательного движения искусственного спутника Земли (ИСЗ) по данным бортовых измерений МПЗ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРЯМЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС ИОНИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЯХ

Панкратьева И.Л., Полянский В.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

vapolyan@imec.msu.ru

Рассматривается влияние сильных неоднородных электрических полей на ионизационные процессы в частично ионизованных жидких смесях типа слабых электролитов. Внешнее электрическое поле в слабопроводящих химически реагирующих средах может воздействовать на ионизацию как косвенно, путем перераспределения реагирующих заряженных компонент, так и непосредственно, за счет увеличения кинетической скорости ионизации. В докладе анализируются эффекты, являющиеся следствием воздействия поля на электрохимическую кинетику, для случая электрогидродинамических течений сильно полярных жидкостей. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 13-01-00035.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СКВАЖИННЫХ ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Пантелеев И.А.¹, Гаврилов В.А.²

Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН², г. Петропавловск-Камчатский

pia@icmm.ru

Исследованы физические причины и механизмы эффекта синхронизации внешнего электровоздействия и интенсивности перестройки дефектной структуры горных пород, проявляющейся в виде сигналов геоакустической эмиссии (ГАЭ). Впервые эффект модулирующего воздействия внешнего электромагнитного излучения на интенсивность геоакустических процессов был обнаружен средствами скважинных измерений геоакустической эмиссии и электрической составляющей внешнего электромагнитного поля, проводимых на территории Петропавловск-Камчатского геодинамического полигона. На основе анализа данных комплексного скважинного геофизического мониторинга было выдвинуто предположение, что в асейсмичные периоды изменение интенсивности геоакустических процессов в геосреде определяется изменениями напряженности внешнего электрического поля и электропроводностью горных пород в районе скважины, тогда как во временных окрестностях сильных тектонических землетрясений роль внешнего электрического поля становится незначительной на фоне локального роста токов электрокинетической природы, вызванных перераспределением порового давления. Для проверки выдвинутых гипотез была построена математическая модель эволюции электрокинетического тока при подготовке тектонического землетрясения. Основу модели составляют модель очага И.П. Добровольского, позволяющая рассчитывать изменение объемной деформации при формировании или распаде очага, и обобщенный вариант модели Гуи–Чемпена–Штерна строения двойного электрического слоя, учитывающий зависимость дзета-потенциала от температуры и степени минерализации флюида. С привлечением данных скважинных измерений, полученных на территории Камчатского геодинамического полигона, проведено численное моделирование эволюции электрокинетического тока во временной окрестности землетрясения магнитуды $M=5.2$, произошедшего 8 октября 2009 г. на расстоянии 104 км от измерительной скважины. Показано, что рассчитанные изменения электрокинетического тока во временной окрестности выбранного сейсмического события качественно согласуются с изменениями огибающей амплитуд откликов ГАЭ, что подтверждает выдвинутую авторами гипотезу о главенствующем влиянии электрокинетических эффектов на эффект модулирующего влияния внешнего электромагнитного поля звукового диапазона частот на интенсивность ГАЭ, а также его деградацию. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-05-08790.

СКОЛЬЗЯЩИЙ УДАР ПО ИДЕАЛЬНОЙ РАСТЯЖИМОЙ РЕЗИНОВОЙ НИТИ

Панфилов Д.И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

dmitry.i.panfilov@gmail.com

Одной из мало изученных задач механики, является определение характеристик среды при движении в ней внешнего тела со скоростями, близкими к скорости звуковых волн. Между тем, переход через скорость звука является критическим для всех волновых задач. При решении стационарных линейных задач в газовой динамике при переходе через скорость звука меняется тип уравнений. Отметим, что аналогичные эффекты характерны и для движения тел в твердых деформируемых средах, в которых

присутствуют волны двух типов – продольные и поперечные. Увеличение скорости движения поездов уже приблизило эту скорость к скорости поперечных волн, характерной для «пути». Это позволяет говорить об актуальности и новизне такого рода задач, поскольку они имеют как практическую значимость, так и фундаментальный интерес.

МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ГЕОИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КЛИМАТА

Пархоменко В.П.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва

vparhom@yandex.ru

В течение последних десятилетий наблюдается глобальное потепление климата. На основе трехмерной гидродинамической глобальной модели климата рассматривается проблема и возможность стабилизации климата на современном уровне путем повышения планетарного альбедо с помощью стратосферных выбросов сульфатных аэрозолей. Показано, что таким путем невозможно добиться равномерной близости климата к существующему, хотя можно значительно ослабить эффект потепления. Исследована граница Парето для двух параметров – СКО атмосферной температуры для зимы и лета. Оптимальное значение выбросов – около 19.9 Тг серы в год. Если выбросы аэрозоля останавливаются, то их климатический эффект быстро исчезает.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫГОДНЫХ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОДОШВАХ ВЕСОМОЙ ВЯЗКОУПРУГОЙ АРКИ, ПОСЛОЙНО ВОЗВОДИМОЙ НА ГЛАДКОМ ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ

Паршин Д.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

parshin@ipmnet.ru

В рамках линейной механики наращиваемых тел построена модель послойного возведения вязкоупругой стареющей круговой арки на гладком жестком горизонтальном основании методом непрерывного утолщения установленной заготовки. Модель учитывает влияние сил тяжести на протяжении всего процесса возведения. Обнаружена возможность формирования выгодных распределений контактных напряжений на подошвах готовой арки путем преднатяжения присоединяемых в процессе возведения конструктивных элементов и временного локального нагружения поверхности возводимой конструкции. Работа поддержана грантами Президента РФ НШ-2954.2014.1, РФФ 14-19-01280, РФФИ 14-01-00741-а, 15-08-06330-а и Программой 12ОЭ ОЭМ-МПУ РАН.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ДВОЙНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА, ВОЗБУЖДАЕМЫЕ СУХИМ ТРЕНИЕМ И ГАРМОНИЧЕСКОЙ СИЛОЙ

Паскаль М.¹, Степанов С.Я.²

Universite d'Evry¹, IBISC, EVRY, France

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН², г. Москва

stepsj@ya.ru

Рассмотрено множество периодических движений системы двух последовательно соединенных линейных осцилляторов. Концевая масса подвержена совместному воздействию силы сухого трения Кулона от контакта с движущейся бесконечной лентой и гармонической возбуждающей силы. Определены периодические орбиты, содержащие фазы покоя и скольжения концевой массы, в частности, фазу скольжения с опережением движения ленты. В случае неподвижной ленты найдено множество периодических движений, не имеющих фазы покоя концевой массы, и доказаны свойства симметрии этих движений.

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ

Пахомов Б.М.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

pahomovb@sm.bmstu.ru

В механике деформируемого твердого тела при построении определяющих соотношений обобщенную жесткость материала обычно разделяют на жесткость изменения формы и жесткость изменения объема. Однако возможен другой подход, кардинально отличающийся от классического. Предлагаемый подход, основанный на введении понятия механизма собственной жесткости, позволяет создавать различные модели, адекватно описывающие нелинейное поведение материалов при сложном напряженном состоянии.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ТЕРМОПУЛЬСАЦИЯХ

Пахомов В.А., Марков А.С., Панов В.А.

Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова,

г. Нижний Новгород

vapanov@okbm.nnov.ru

С использованием разработанной математической модели неизотермического упругопластического деформирования и накопления усталостных повреждений в конструкционных материалах проведены расчетные исследования долговечности трубного об-

разца из стали 12X18H10T, подвергающегося воздействию термопульсаций различной частоты. Пульсации температур моделировались путем падения капель дистиллята нормальной температуры на нагретую поверхность цилиндрического образца. Результаты расчетного анализа процессов накопления повреждений в материале образца при термопульсациях сопоставляются с экспериментальными данными.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ИМПАКТНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ СТРУЕ

Пахомов М.А.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

pakhomov@ngs.ru

Выполнено численное моделирование динамики течения и теплообмена пузырьковой импактной струи с использованием эйлера подхода. В работе применяется осесимметричная система RANS уравнений с учетом двухфазности потока. Показано заметное увеличение интенсивности пульсаций скорости жидкости в двухфазном течении (до 25%) в сравнении с однофазным импактным потоком. Добавление газовой фазы в турбулентную водяную импактную струю вызывает возрастание теплообмена до 1.5 раз. Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными показало количественное согласие с данными измерений в широком диапазоне изменения количества газовой фазы.

ДВИЖЕНИЕ, ВЫЗВАННОЕ ДЕФОРМАЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Пелевина Д.А., Налетова В.А., Турков В.А., Калмыков С.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

pelevina.daria@gmail.com

Деформация поверхности магнитной жидкости в магнитных полях может быть использовано для создания новых типов движителей и перекачивающих устройств малого размера. В данной работе экспериментально рассмотрена капля магнитной жидкости в вязкой немагнитной жидкости вблизи горизонтального дна в однородном вращающемся магнитном поле. Исследована зависимость средней скорости поступательного движения капли от частоты и амплитуды поля. Обнаружено интересное явление: капля может изменять направление поступательного движения при некотором значении частоты магнитного поля, не меняя направления вращения. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-31146, 14-01-90003, 14-01-91330.

СХОДИМОСТЬ АЛГОРИТМА ШВАРЦА В РАЗРЕШАЕМЫХ ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Пеньков В.Б.¹, Рыбакова М.Р.²

Липецкий государственный технический университет¹

Университет машиностроения (МАМИ)², г. Москва

vbpenkov@mail.ru

Итерационный алгоритм Шварца скомбинирован с новым энергетическим методом граничных состояний (МГС). Исследована сходимость комбинированного метода, завязанная на число итераций и/или времени счета. Показана экономичность алгоритма в сравнении с прямым применением МГС и доказана его сходимость в любых краевых задачах, разрешаемых средствами МГС.

КВАЗИГЕОСТРОФИЧЕСКИЕ ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ВЛИЯНИЕМ ЭФФЕКТОВ ДИФфуЗИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Перегудин С.И.¹, Холодова С.Е.²

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)²

peregudinsi@yandex.ru

Рассматриваются крупномасштабные нелинейные колебания электропроводной идеальной жидкости переменной глубины с учетом магнитной, архимедовой, кориолисовой сил и диффузии магнитного поля. Для поставленной пространственной задачи допустимо предположение о линейном распределении гидромагнитного давления с глубиной. Соответствующая краевая задача для горизонтальных компонент скорости и магнитного поля, и функции, описывающей нижнюю подвижную поверхность слоя, является нелинейной. С использованием анализа масштабов квазигеострофических движений производится вывод основных уравнений. Предполагая, что числа Россби, являющиеся мерой отношения локального и адвективного ускорений к ускорению Кориолиса, одного порядка, задача сводится к решению системы трех нелинейных уравнений для гидромагнитного давления и для двух функций, описывающих магнитное поле. Для бесконечно протяженной по горизонтали электропроводной вращающейся жидкости в предположении примерного постоянства наклона поверхности, ограничивающей слой сверху, на расстоянии порядка длины волны получено точное решение системы соответствующих нелинейных уравнений и дисперсионное соотношение. В действительной форме представлены основные характеристики движения.

О СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ДВИЖЕНИЯ МНОГОЗВЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ С УПРУГИМИ ШАРНИРАМИ

Перегудова О.А.

Ульяновский государственный университет

peregudovaoa@sv.ulsu.ru

Представлены результаты решения задачи о стабилизации программного движения многозвенных манипуляторов с упругими шарнирами. С использованием метода вектор-функций Ляпунова на основе каскадного расщепления системы получен непрерывный закон управления движением манипулятором. Новизна результатов состоит в решении задачи стабилизации в нестационарной и нелинейной постановке. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-08482.

ТРЕЩИНЫ С ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ БЕРЕГОВ НА ГРАНИЦЕ СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА

Перельмутер М.Н.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

perelm@ipmnet.ru

Рассматриваются расчетные модели деформирования и разрушения, связанные с описанием зоны процесса разрушения вблизи вершины трещины на границе соединения материалов. Зона процесса разрушения рассматривается как часть трещины, а взаимодействие между берегами трещины моделируется приложением к поверхностям трещины сил сцепления. Для определения напряженного состояния вблизи трещины со связями на границе соединения материалов получены системы сингулярных интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. Анализ предельного равновесия трещины выполняется на основе двухпараметрического критерия разрушения с энергетическим условием развития трещины, учитывающим работу по деформированию связей. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-08-01163 и гранта РНФ № 11-11-00844.

ОЦЕНКА ТРИБОСОПРОТИВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ СКАНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА

Перепелкина С.Ю., Коваленко П.П.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)

svetlana.yu.perepelkina@gmail.com

Предложен новый подход к определению параметров трения и оценено трибосопротивление при взаимодействии вольфрамового зонда атомно-силового микроскопа и образца клеток крови – эритроцитов в состоянии *in vitro* в процессе их сканирования в полуконтактном режиме. На основе оценки трибосопротивления показано, что при уменьшении амплитуды раскочки зонда уменьшается воздействие зонда на поверхность образца, что приводит к снижению количества искажений в получаемом изображении.

УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ПСЕВДО-И ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ПЛОСКОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ СЛОЕ

Перминов А.В.¹, Любимова Т.П.²

Пермский национальный исследовательский политехнический университет¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

perminov1973@mail.ru

Исследована линейная устойчивость плоскопараллельного конвективного течения жидкости Уильямсона, находящейся между вертикальными параллельными плоскостями, нагретыми до разных температур. Обнаружены гидродинамическая монотонная и тепловая колебательная моды неустойчивости. Получены карты устойчивости на плоскости параметров $Gr - Pr$. Показано, что увеличение динамического предела текучести стабилизирует течение жидкости. Выполнены расчеты нелинейных режимов конвекции псевдопластичной жидкости. В возмущенном потоке на границе встречных потоков генерируется цепочка вихрей, стационарная в области монотонной неустойчивости и периодически изменяющаяся при колебательной неустойчивости. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант №14-01-00090).

ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА С ИЗБЫТОЧНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ В ОСОБЫХ ТОЧКАХ ГРАНИЦЫ

Пестренин В.М., Ландик Л.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

pestreninvm@mail.ru

Рассматриваются деформируемые тела, содержащие однородные или составные элементы с особенностями в виде вершин плоских клиньев и пространственных ребер. Показывается, что количество независимых ограничений, отвечающих особым точкам, как правило, превышает количество ограничений в стандартной точке границы тела. Выявляются причины этого обстоятельства. Избыточность ограничений на параметры состояния в точках границы тела делает задачу механики деформируемого твердого тела нелинейной. Для ее решения, согласующегося со всеми ограничениями, предлагается итерационный численно-аналитический метод. Приводятся примеры температурного и механического нагружения элементов конструкции с особыми точками.

УПАКОВКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ РАЗВЕРТЫВАНИЕ ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ

Пестренина И.В., Русаков С.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

ipestrenina@gmail.com

Рассматриваются крупногабаритные оболочечные конструкции, подвергаемые разворачиванию посредством нагружения внутренним давлением. Принимается, что конструкция является сборной. Срединные поверхности составляющих ее элементов имеют развертку и соединены швами, не воспринимающими сопротивление повороту вокруг касательной к линии шва. В естественном состоянии срединные поверхности элементов совпадают со своими развертками. Предлагается способ упаковки цилиндрической, конической и составной конструкций. Показывается, что давление разворачивания крупногабаритных оболочек из слоистых пластиков незначительно отличается от избыточного давления пневматических изделий.

ДВИЖЕНИЕ ТВЁРДОЙ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ АКУСТИЧЕСКОЙ СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ

Петров А.Г.¹, Лопушански М.С.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный

masha.alexandra@gmail.com

Изучается интегро-дифференциальное нелинейное уравнение движения твердой сферической частицы в жидкости в поле стоячей волны сжимаемой жидкости, которая создается вибрацией с резонансной частотой. Скорость и плотность жидкости выражаются через гармонические функции от координаты и времени. В уравнении учитывается сила Бассе, зависящая от предыстории движения. Применяется модификация метода осреднения. Если ранее в разложении по малому параметру требовалось три приближения, то в предлагаемой модификации предложено разложение по квадрату этого малого параметра и требуется только одно приближение. Предложенная модификация впервые позволила получить осредненное уравнение для нелинейного интегро-дифференциального уравнения. Доказано, что решение осредненного уравнения зависит только от времени и двух параметров подобия. Первый параметр – это отношение плотности частицы к плотности жидкости, а второй – комбинация параметров вибрации и некоторых характеристик жидкости и частицы. Показано, что пренебрегать силой Бассе можно лишь при малом значении второго параметра подобия. С ростом параметра подобия влияние силы Бассе на траекторию движения частицы значительно увеличивается. Показано, что учёт силы Бассе с помощью развитой теории необходим при движении частиц микро и нано размера в ультразвуковом диапазоне часто вибрации, то есть для тех режимов, которые применяются в современных технологиях. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-01633).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН НА ПОРОУПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

Петров А.Н., Воробцов И.В.

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского*

andrey.petrov@mech.unn.ru

Рассматриваются задачи распространения волн по дневной поверхности пороупругого полупространства. В качестве теории, описывающей динамические свойства пороупругого материала, используется теория Био для полностью насыщенного материала. Математическая модель записывается в терминах четырех базовых функций – перемещения упругого скелета и порового давления. Совместно с методом граничных интегральных уравнений (ГИУ) используется интегральное преобразование Лапласа и шаговый метод его численного обращения. Методика исследований основана на ГИУ прямого подхода трехмерной изотропной линейной теории пороупругости. Результаты численных экспериментов сравниваются с результатами других авторов. Работа поддержана грантами РФФИ № 14-08-31415 мол_а, № 15-08-02814

К ВОПРОСУ О МОДИФИКАЦИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ОБРАТНОМ КАСКАДЕ КВАЗИДВУМЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ, ПОДДЕРЖИВАЕМОЙ ВНЕШНЕЙ СИЛОЙ: ИЗМЕНЕНИЕ НАКЛОНА СПЕКТРА ОБРАТНОГО КАСКАДА НА МАЛЫХ ВОЛНОВЫХ ЧИСЛАХ

Петров В.Е.

Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

ALLUSR@itp.nsc.ru

Исследуется влияние химических реакций на обратный каскад энергии в квазидвумерной турбулентности, поддерживаемой внешней силой. На основе численно-аналитического анализа математических моделей автора: а) со случайной силой; б) со случайной силой и диссипацией энергии и сравнения с экспериментальными и численными данными других авторов дополняется физический механизм обратного каскада квазидвумерной турбулентности с химическими реакциями, поддерживаемой внешней силой. Выявляются наиболее характерные качественные особенности и окручение спектра обратного каскада, связанные с модификацией турбулентности на малых волновых числах при появлении механизма диссипации энергии на больших масштабах.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ТЕРМОЗАЩИТНОГО СЛОЯ НА ПОЛУБЕСКОНЕЧНОМ ОСНОВАНИИ

Петрова В.Е.¹, Шмаудер З.²

Воронежский государственный университет¹

Университет Штутгарта², г. Штутгарт, Германия

veraep@gmail.com

Проведен теоретический анализ процесса разрушения полубесконечной среды, состоящей из термо-защитного слоя из функционально-градиентного материала (ФГМ) на полубесконечном однородном основании при воздействии тепловых нагрузок. Предполагалось, что свойства ФГМ изменяются непрерывно по толщине слоя и, для упрощения расчетов, представлены в виде элементарной функции. В полосе находится система трещин, как краевых, так и внутренних. Проанализировано влияние взаимного расположения трещин и коэффициентов неоднородности ФГМ на основные характеристики разрушения материала с целью рекомендаций по оптимизации структуры материала термо-защитного слоя для повышения его трещиностойкости.

КОНФЛИКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРУПП УПРАВЛЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Петров Н.Н., Банников А.С., Щелчков К.А.

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

kma3@list.ru

Рассматривается линейная нестационарная задача преследования группой преследователей группу убегающих. Предполагается, что все убегающие имеют равные динамические и инерционные возможности, а среди преследователей имеются участники, возможности которых не уступают возможностям убегающих, так и участниками с меньшими возможностями. Цель группы преследователей состоит в том, чтобы переловить всех убегающих. Цель группы убегающих – предоставить возможность, по крайней мере, одному из них уклониться от встречи. Получены асимптотические оценки наименьшего числа убегающих, уклоняющихся от заданного числа преследователей из любых начальных позиций и получены условия, при которых преследователи с меньшими возможностями не влияют на исход игры.

РАЗРУШЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Петров Ю.В.

Санкт-Петербургский государственный университет,

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

yp@YP1004.spb.edu

Эксперименты по разрушению и структурным превращениям в сплошных средах, которые происходят в результате интенсивных высокоскоростных нагрузок выявляют целый ряд эффектов, показывающих, что разрыв и фазовые превращения при таких воздействиях существенно отличаются от аналогичных процессов при медленном квазистатическом вводе энергии. Например, одна из основных проблем в тестировании механических и электрических прочностных свойств материалов связана с зависимостью предельных характеристик прочности от длительности, амплитуды и скорости роста внешнего воздействия, а также от ряда других факторов.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ОБОЛОЧЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

Петровский К.А.¹, Коновалов Д.А.²

Тульский государственный университет¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

petrovsky@cae-fidesys.com

Приводится математическая модель напряженно-деформированного состояния оболочечной конструкции при конечных деформациях с учетом изменения толщины оболочечного элемента в процессе деформирования конструкции. Учет влияния сдвиговых деформаций и избежание различных форм заклинивания происходит за счет использования разработанной 7-ми параметрической модели оболочечных элементов на основе теории Рейсснера–Миндлина. Высокая точность вычислений и быстроедействие расчетного алгоритма достигается за счет использования полиномов высокого порядка в процессе построения функций формы элементов и специального выбора квадратурных формул, разработанных для метода спектральных элементов.

ВЕТВЛЕНИЕ РАВНОВЕСИЙ СЖАТОЙ УПРУГОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ С ДИСЛОКАЦИЯМИ И ДИСКЛИНАЦИЯМИ

Пешхоев И.М.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

peshkhoev@rambler.ru

На основе модификации системы нелинейных уравнений Кармана для больших прогибов упругих пластин с дислокациями и дисклинациями рассматривается задача о влиянии малой поперечной нагрузки на выпучивание и начальное послекритическое поведение сжатой прямоугольной пластины. С помощью операторного метода Ляпунова–Шмидта определяется количество новых форм равновесия и строятся их асимптотические представления. Выводятся расчетные формулы для критических нагрузок при дополнительном действии малого поперечного давления. Устанавливаются соотношения между значениями параметров пластины, при которых сохраняется её несущая способность в окрестности классического значения критической нагрузки.

СТАЦИОНАРНЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ДВУМЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В АНИЗОТРОПНО-НЕОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Пивень В.Ф.¹, Костин О.В.², Лекомцев Д.Г.¹

Орловский государственный университет¹

Академия ФСО России, г. Орёл²

PivenVF@gmail.com

Поставлены и исследованы двумерные стационарные и нестационарные граничные задачи (первая и вторая краевые задачи, задача сопряжения и задача эволюции границы раздела жидкостей) фильтрации в анизотропно-неоднородном слое, характеризующем несимметричным, вообще говоря, тензором проводимости. Предложен единый для этих задач метод решения, основанный на теории обобщённых аналитических функций и обобщённого потенциала, который позволил редуцировать задачи к граничным сингулярным интегральным уравнениям, а также к дифференциальному (интегро-дифференциальному) уравнению в случае задачи эволюции. Это позволило решить новые граничные задачи о дебите скважин и задачи эволюции, значимые для практики добычи флюидов (воды, нефти) из анизотропных и неоднородных пластов грунта и мониторинга миграции загрязнений в таких пластах.

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КАНАЛА НА УСТОЙЧИВОСТЬ СВОБОДНОКОНВЕКТИВНОГО ТЕЧЕНИЯ, ВЫЗВАННОГО ТЕМПЕРАТУРНЫМ ГРАДИЕНТОМ

Пивоваров Д.Е.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

pivovarov@ipmnet.ru

Проводится поиск границ устойчивости и анализ геометрических факторов, определяющих вид вторичных структур ламинарных естественно-конвективных течений после потери устойчивости в наклонных каналах прямоугольного сечения. Исследование проводится численно на модели вязкой несжимаемой жидкости, движение которой описывается системой уравнений Навье–Стокса и уравнения теплопроводности в приближении Буссинеска. Для получения решения используется конечно-разностный метод, а для анализа устойчивости в линейном приближении – псевдоспектральный метод.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-06363.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В СЛЕДЕ ЗА КОНУСОМ ПРИ СВЕРХЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ ПОТОКОМ РАЗРЕЖЕННОЙ ПЛАЗМЫ

Пилюгин Н.Н.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

pilyugin@yandex.ru

Представлены результаты зондовых измерений концентрации и температуры электронов в следе за конусом при сверхзвуковом обтекании потоком разреженной воздушной плазмы и при испарении с боковой поверхности окисла молибдена. Установлено, что температура электронов заметно превышает температуру газа. Для объяснения этой закономерности получено решение системы уравнений, описывающей неравновесное течение вдоль трубки тока. При этом учтены процессы диссоциативной рекомбинации и потери энергии электронов при столкновениях с ионами. Из решения следует, что отрыв температур происходит за счет выделения части энергии диссоциативной рекомбинации.

ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЯ В ПОЛУОГРАНИЧЕННОМ УПРУГОМ ТЕЛЕ, НАГРЕВАЕМОМ ПОВЕРХНОСТНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛА В ФОРМЕ ОКРУЖНОСТИ

Пинскер В.А.

Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы им. А.Г. Иосифьяна» (ВНИИЭМ), г. Москва

victor2009@yandex.ru

Построено точное аналитическое решение задачи линейной несвязанной термоупругости. Найдены асимптотические распределения компонент в начале нагрева. Обнаружено явление схлопывания зон осевого и сдвигового напряжений за конечное время. Исследован феномен смены направления движения фронта изобар в ходе нагрева. Рассчитана минимальная глубина фронта растяжения–сжатия и время её достижения. Обнаружен эффект скачкообразного начального изменения радиального напряжения. Доказано существование поверхностей, состоящих из линий пересечения изобар, соответствующих различным ν , но равным значениям напряжений. Определен деформационный профиль границы и показано, что её изгиб носит немонотонный характер.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ВЗРЫВНОГО ПАРООБРАЗОВАНИЯ КАПЛИ ВОДЫ С ТВЕРДЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

Пискунов М.В., Стрижак П.А., Щербинина А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

piskunovmv@tpu.ru

Выполнено экспериментальное исследование условий «взрывного» парообразования капли (начальный диаметр 2 – 3,5 мм) воды

с твердым включением (1 – 2 мм) при нахождении в высокотемпературной газовой среде. Установлены характерные времена прогрева капли до условий «взрывного» парообразования и различные механизмы фазовых превращений капли. Определено влияние температуры внешней газовой среды, размеров капли жидкости и твердого включения на времена прогрева до условий «взрывного» парообразования.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТОНА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ С ГИДРОПРИВОДАМИ В КОЛЕННЫХ ШАРНИРАХ

Письменная Е.В., Лавровский Э.К., Комаров П.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Epismen@yandex.ru

Рассматривается задача управления биомеханизмом – человеком, интегрированным с экзоскелетом, при перемещении его по ровной горизонтальной поверхности в режиме плоской, регулярной, одноопорной ходьбы.

БАЛАНС ЭНЕРГИИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ И РАЗРУШЕНИЕ (ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Плехов О.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

roa@icmm.ru

Анализируются возможности метода инфракрасной термографии для исследования процессов диссипации энергии в металлах и предлагаются варианты их расширения с использованием контактного термоэлектрического метода измерения потока тепла. Эффективность предложенных алгоритмов иллюстрируется при исследовании процесса накопления энергии при квазистатическом деформировании металлических образцов. На основе гипотезы о взаимосвязи процессов диссипации энергии и эволюции структурных дефектов предложены определяющие соотношения, описывающие баланс энергии в процессе его деформирования. Построены численные решения процессов накопления энергии при квазистатическом деформирования металлов.

НОВЫЕ ИНТЕГРИРУЕМЫЕ СЛУЧАИ В КЛАССИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Плешаков Ю.Д.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

udpleshakov@mail.ru

Рассматриваются классические задачи математической физики: задача о движении многосвязного тяжелого твердого тела в идеальной жидкости – задача Кирхгофа; задача о движении заряженного тяжелого твердого тела в однородном постоянном магнитном поле и осесимметричном потенциальном силовом поле – задача Гриоли; задача Кирхгофа о деформации тонкого упругого стержня концевыми нагрузками. Уравнения этих задач являются уравнениями Эйлера на алгебре Ли $e(3)$. Найдены два новых интегрируемых случая при наличии в гамильтониане матриц параметров общего недиагонального вида. Показано, что в том случае, когда матрицы параметров приводятся к диагональному виду, то на элементы приведенных к диагональному виду матриц никаких ограничений не накладывается: все девять параметров независимы и могут принимать любые значения. Показано, что уравнения сферического движения твердого тела в осесимметричном силовом поле, потенциал которого содержит линейную и квадратичную части, интегрируются в квадратурах при произвольном тензоре инерции и произвольном расположении центра масс тела. Найденные решения включают в себя в качестве частных результатов классические случаи Ж. Лагранжа, С.В. Ковалевской, Д.Н. Горячева – С.А. Чаплыгина.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

Побегайло П.А.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

petrp214@yandex.ru

Представлены итоги трехлетней работы по изучению рабочего оборудования одноковшовых гидравлических экскаваторов. Сначала кратко указываются основные методические достижения, позволившие сформировать понятие «комплексный анализ геометрических и силовых свойств рабочего оборудования». Приводятся некоторые основные результаты работы, а именно, новая классификация кинематических схем рабочего оборудования и точек рабочей зоны. Предлагаемая классификация введена впервые. После этого приведены основные, на наш взгляд, выводы по выполненной работе.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ СНЕГА И МЕРЗЛОГО ГРУНТА

Повереннов Е.Ю., Савихин А.О.

Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного (национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского

poverennov@yandex.ru

Представлены результаты численного решения задачи нормального удара с прониканием цилиндрического тела в мерзлый грунт, покрытый слоем снега, а также задачи о сферическом взрыве заряда ВВ в снегу. Мерзлый грунт моделируется сжимаемой средой С.С. Григоряна с необратимыми объемными и сдвиговыми деформациями, а снег пластически сжимаемой средой с нелинейными

уравнениями состояния, различными для процессов нагружения и разгрузки. Верификация уравнений состояния снега производится путем сравнения решения одномерной задачи об ударном нагружении массива снега с известными экспериментальными данными. Результаты расчетов сравниваются с данными экспериментальных исследований.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМ ТЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПК «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ»: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Погорелов Д.Ю.

Брянский государственный технический университет

pogorelov@umlab.ru

Описаны алгоритмы, реализованные в программном комплексе «Универсальный механизм» (УМ, www.umlab.ru), в частности, методы автоматизированного синтеза уравнений движения и их численного решения. Рассмотрены особенности компьютерного моделирования динамики железнодорожных экипажей и поездов, автомобилей, гусеничных машин, монорельсовых поездов, буровых колонн. Обсуждаются перспективные направления развития программного комплекса: моделирование динамики баллистических ракет, космических аппаратов, железнодорожного пути.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ ГЛУБИНЫ ВОДОЕМА НА ПРОГИБ ПЛАВАЮЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Погорелова А.В.

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре

milova@yandex.ru

Рассматривается воздействие различного рода динамических нагрузок на плавающую пластину в условиях переменной глубины водоема: нестационарное движение прямоугольной нагрузки, удар по пластине сверху, активация подводного источника массы. Жидкость рассматривается идеальная несжимаемая, пластина – упругая, однородная, постоянной толщины. Задача решается интегрально-асимптотическими методами. Полученные формулы для прогиба пластины анализируются численно в зависимости от переменной глубины водоема, толщины пластины, скорости движения нагрузки, глубины погружения источника возмущений.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ЗЕЛЬДОВИЧА В ТЕРМИЧЕСКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЯХ

Погосбекян М.Ю., Сергиевская А.Л.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

pogosbekian@imec.msu.ru

Представлены результаты траекторных расчетов для процессов диссоциации $O_2 + O \rightarrow 3O$, $N_2 + O \rightarrow 2N + O$, и обменных химических реакций $N_2 + O \rightarrow NO + N$ и $O_2 + N \rightarrow NO + O$ и др. Получены константы скорости в условиях термической неравновесности как в моновом, так и в уровневом приближении. Проведен сравнительный анализ с теоретическими моделями Мэрроуна–Тринора, Смехова, Мачерета–Фридмана, $\square$ -моделью и др. по уровневому фактору и фактору неравновесности. На основе проведенного сравнения были получены температурные зависимости соответствующих параметров моделей, которые позволяют хорошо описать результаты траекторных расчетов на всем диапазоне поступательных температур от 1000 до 20000 К.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЕННЫХ ШАГАЮЩИХ РОБОТОВ С КОНТУРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

Поезжаева Е.В., Николин А.В., Устинов Г.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

glebbb@inbox.ru

Рассмотрены многофункциональные шагающие роботы. Представлена разработанная система робота с десятью конечностями, которые связаны параллельными виртуальными цепями. Описаны их динамика движения и контурная система управления.

МЕТОД ДИНАМИЧЕСКИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЗАМЕНЫ МНОГОЗВЕННЫХ РОТОРНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ МАШИН

Пожбелко В.И.

Южно-Уральский государственный (национальный исследовательский) университет,

г. Челябинск

vipox@inbox.ru

Рассматриваются возникающие при составлении динамических моделей роторных машин задачи теоретической механики, для решения которых предложен метод динамически эквивалентной замены сложных механических систем (названный «методом равных ускорений»). Данный метод заключается в том, что исходной и заменяющей её динамически эквивалентной системе сообщают элементарное вращение с одинаковым ускорением и затем используют условие кинетостатического равновесия всех возникающих инерционных моментов. В результате динамического моделирования различных механических систем получена аналитическая зависимость увеличения момента инерции неуравновешенного тела, а также установлен закон динамики, представляющий прямую количественную зависимость ускорения разгона тела только от кинетической силы трения.

ВЛИЯНИЕ ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ С ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ ПРИ МАЛОМ СВЕРХЗВУКОВОМ ЧИСЛЕ МАХА

Поливанов П.А.

Новосибирский государственный университет

polivanov@itam.nsc.ru

Экспериментальное исследование посвящено изучению стационарных и нестационарных характеристик области взаимодействия ударной волны с пограничным слоем при изменении состояния набегающего пограничного слоя от ламинарного к турбулентному при числе Маха $M=1.47$. Основные измерения были выполнены с использованием PIV метода. На основании полученных данных были выработаны качественные и количественные критерии для сравнения параметров течения в области взаимодействия. Показано, что взаимодействие ударной волны с пограничным слоем в переходном режиме является оптимальным. Исследована возможность управления взаимодействием при помощи турбулизаторов.

ПОСТРОЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПОДОБНЫХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ТРАЕКТОРИЙ УКЛАДКИ ВОЛОКОН В КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Полилов А.Н., Малахов А.В., Плитов И.С., Татусь Н.А.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

polilovan@mail.ru

Отражены три круга проблем проектирования композитных структур с криволинейными и нерегулярными траекториями укладки волокон, отражающие приёмы, применяемые Природой для упрочнения биологических структур (в частности, конструкций растений). Первая проблема связана с созданием формы и внутренней структуры упругого элемента с постоянными объемной долей волокон и площадью сечения. Такого типа балка «констэра» напоминает хвост дельфина или разветвляющуюся крону дерева. При сохранении числа волокон удаётся втрое снизить вес равнопрочного элемента и втрое повысить податливость, что помогает дереву сопротивляться ветровым нагрузкам. Вторая проблема связана с моделированием структуры сучка – самого прочного соединения ветви со стволом. Обтекание волокнами отверстия или зоны крепления позволяет существенно повысить несущую способность соединения композитных деталей, что представляет собой наиболее актуальную задачу композитного проектирования. В третьем разделе сделана попытка объяснить секрет создания колец в стебле бамбука. Расчеты на основе нелокального энергетического критерия разрушения показали, что расстояние между кольцами согласуется с условием равнопрочности при разрушении от сжатия по форме «китайского фонарика» и от кручения с учётом стеснения деформации после расщепления. Данный подход позволяет рационально проектировать трубные композитные конструкции минимального веса.

О «ГЕНАХ» В ОБРАЗОВАНИИ И В КАЧЕСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ФИЗИКИ ПРИРОДЫ

Полищук Д.Ф.

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова

dfpolishchuk@mail.ru

Компактное образование, единство науки и образования на основе единства науки, образования и искусства используют специальные информационные операторы. Для механики эти операторы основаны на единстве математики, физики и прикладной философии. Новые идеи в компактном образовании взяты автором из нового научного направления – взаимосвязанные нелинейные задачи механики (единство колебаний, устойчивости, прочности и удара). Методы решения сложных взаимосвязанных нелинейных задач предложены для создания качественной физики природы. Естественно, что это начала рассмотрения в единстве теории света, теории «Большого взрыва», квантовой механики, полевой структуры эфира.

ФИЗИКА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ВИНТОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН

Полищук А.Д.

Ижевский государственный технический университет

apolischuk@mail.ru

Рассматривается несамосопряженная задача малых собственных колебаний винтовых цилиндрических пружин. В частотном спектре имеются двойные собственные частоты, соответствующие точкам локального экстремума характеристического уравнения – «особые» частоты. Вокруг низшей «особой» частоты формируется пара основных частот пространственных поперечных колебаний. Около «особых» частот, соответствующих локальным максимумам, формируются пары частот с формами, похожими на основные частоты поперечных колебаний. С ростом номера моды, пространственные продольные колебания через аналог пространственных поперечных колебаний около «особых» частот, переходят в обычные пространственные поперечные колебания.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СНЯТИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛАХ

Полоник М.В.^{1,2}, Рогачев Е.Е.¹, Галимзянова К.Н.¹

*Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН¹,
г. Владивосток*

Дальневосточный федеральный университет², г. Владивосток
polonik@mail.ru

В рамках линейной теории упругопластического тела осуществляется моделирование технологического процесса снятия остаточных напряжений в металлах. Рассмотрен режим горячего и холодного отжига для стадии медленного нагрева, стадии выдержки при постоянной температуре и стадии медленного охлаждения. Стадия выдержки моделируется с учетом ползучих свойств материалов. Рассматриваются краевые задачи и описываются закономерности, отвечающие за снятие остаточных напряжений. В условиях ползучести Нортона получены аналитические решения. Показано, что для описания процесса снятия остаточных напряжений важнейшее значение имеет именно стадия выдержки.

ЭФФЕКТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ В ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ ПОВОРОТНОГО СТОЛА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМЫ С ИНЕРЦИАЛЬНЫМ ПРИБОРОМ

Полушкин А.В.¹, Ермаков Р.В.¹, Калдымов Н.А.¹, Нахов С.Ф.¹, Плотников П.К.², Захаров Ю.А.²

*ПО «Корпус» – Филиал Научно-производственного центра автоматики и приборостроения
им. Н.А. Пилюгина¹, г. Саратов*

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина²
kb231@corpus64.ru

Рассматривается кинематическая схема углозадающего поворотного стола для испытаний инерциальных приборов. Его особенностью являются опоры скольжения с большой несущей способностью до 500 Н и стабильное пространственное положение оси вращения. Получены статические характеристики зависимости величины предварительного смещения в трении скольжения от момента внешних сил. Установлено отсутствие застоя платформы, наличие большого гистерезиса, отсутствие скачков трения. Построены две экспериментальные модели трения, объединяющие модели Дала и Захарова–Плотникова. Проведенное математическое моделирование показало возможность обеспечения точности воспроизведения угла поворота не хуже 0,2 угл. с.

УРАВНЕНИЕ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ: ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, СВОЙСТВА, ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПОНИЖЕНИЕ ПОРЯДКА

Полянин А.Д., Журов А.И.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
polyanin@ipmnet.ru

Исследуется уравнение нестационарного осесимметричного пограничного слоя с градиентом давления, записанное для функции тока. Форма обтекаемого тела считается произвольной. Показано, что рассматриваемое уравнение может быть сведено к уравнению плоского пограничного слоя с переменной вязкостью. Описан ряд новых точных решений этого уравнения с обобщенным разделением переменных, содержащих от двух до пяти произвольных функций. Получены формулы, позволяющие обобщать точные решения, включая в них дополнительные произвольные функции.

МОДЕЛИ И ЗАДАЧИ В ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИКЕ

Полянский В.А., Панкратьева И.Л.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
ilpan@imec.msu.ru

Дан обзор применяемых в современной электрогидродинамике слабопроводящих сред математических моделей возрастающей степени сложности и некоторых результатов, полученных в рамках каждой из них. Рассмотрены: модель униполярно заряженной среды, состоящей из несущей сплошной среды и заряженных частиц одного знака, более сложная двухионная модель, содержащая две заряженные примесные компоненты разных знаков заряда, и модель с тремя сортами ионов. В рамках указанных моделей удается удовлетворительно описать практически все имеющиеся в литературе экспериментальные данные об электрогидродинамических течениях. Потребность в дальнейшем усложнении модели может возникнуть, когда необходимо моделировать конкретный электрохимический процесс без введения усредненных («эффективных») макроскопических параметров. Описаны и проанализированы четыре основных механизма электризации среды (образования в среде нескомпенсированного объемного электрического заряда). Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант № 13-01-00035.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ ТЕЛ БОЛЬШИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОГО НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ И НЕОДНОРОДНОЙ ИСХОДНОЙ ПЛОТНОСТИ ЗАСЫПКИ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА

Пономарев А.В.¹, Бочков А.В.¹, Козырев Ю.М.¹, Хомяков Е.И.², Яблочко С.В.³

Московский государственный университет приборостроения и информатики¹

Synertech PM², Los Angeles, USA

ООО «НТЭ»³, г. Москва

avpon@yandex.ru

Современная порошковая металлургия позволяет изготавливать изделия больших геометрических размеров. Исследование показывает, что в ходе производства подобных изделий методами горячего изостатического прессования (ГИП) становится существенным влияние на конечную форму изделия неоднородного нестационарного температурного поля (коэффициент теплопроводности значительно возрастает с ростом относительной плотности, а предел текучести существенно уменьшается с ростом температуры) и неоднородности исходной плотности порошковой засыпки. В сумме с высокой стоимостью материала и обработки, это становится важным фактором, который необходимо учитывать при производстве изделий из порошковых материалов.

КУМУЛЯЦИЯ ЭНЕРГИИ В ДВУХКАСКАДНОЙ И ОДНОКАСКАДНОЙ СИСТЕМАХ

Пономарев И.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

wingof17@mail.ru

Цель работы – определить, насколько увеличивается отбор энергии рабочей областью дейтериево-третиевой смеси в двухкаскадной системе по сравнению с однокаскадной при одинаково вкладываемой энергии в обе системы.

НЕСИНХРОННЫЕ РЕЖИМЫ СЛОЖНОЙ АВТОГЕНЕРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ С ФАЗОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Пономаренко В.П.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

rovpr@uic.nnov.ru

Приведены результаты исследования динамических состояний и бифуркаций в системе с фазовым управлением и автоматическим регулированием усиления. На основе математической модели системы с двумя с половиной степенями свободы в цилиндрическом фазовом пространстве с использованием качественно-численных методов определена область устойчивости синхронного режима, изучены процессы возникновения и преобразования несинхронных режимов. Выяснено, что изменением параметров модели можно стимулировать возбуждение в системе разнообразных периодических и хаотических модуляционных колебаний.

ОСОБЕННОСТИ ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ НАД ОРЕБРЕННОЙ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Попеленская Н.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

aero.natap@mail.ru

Проведено численное исследование течения вязкой несжимаемой жидкости, возникающего в результате гармонических колебаний оребренной поверхности. Показано, что для каждой амплитуды колебаний имеется определенный диапазон параметров оребрения (высота ребра и межреберный интервал), при котором средняя за период работа сил трения на стенке оказывается отрицательной, т. е. сила трения в среднем за период способствует осцилляциям. Определен диапазон параметров оребрения, обеспечивающих максимальное проявление этого эффекта. Показано, что при определенных значениях амплитуды колебаний существует несколько диапазонов параметров оребрения, при которых средняя за период работ сил трения на стенке – отрицательна.

УПРАВЛЕНИЕ ВОЗМУЩЕНИЯМИ В КОЛЕБАТЕЛЬНО ВОЗБУЖДЕННЫХ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ПОТОКАХ

Поплавская Т.В.

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

г. Новосибирск

popla@itam.nsc.ru

Представлены результаты численного исследования влияния внутренних степеней свободы молекул на среднее течение и развитие возмущений в гиперзвуковом ударном слое на пластине с острой передней кромкой под ненулевым углом атаки. Показано, что метод звукопоглощающих покрытий эффективно работает в колебательно возбужденных гиперзвуковых потоках углекислого газа.

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА PIV В ВЫСОКО ГРАДИЕНТНЫХ ПОТОКАХ

Поплавский С.В.

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

г. Новосибирск

s.poplav@itam.nsc.ru

Метод коррекции данных PIV применен для реконструкции скорости газа по скорости частиц в высоко градиентных потоках. Показано, что существующие подходы ограничены малой скоростной неравновесностью фаз и не годятся для градиентных течений. Для измерения скорости газа в градиентных потоках предложен метод коррекции данных PIV в Ньютоновом приближении межфазного взаимодействия на основе измерения длины скоростной релаксации частиц λ . Метод апробирован в опытах с проходящей ударной волной и в сверхзвуковых недорасширенных струях. Показана возможность оценки λ на скачках по исходным PIV данным, что делает метод самодостаточным.

ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ТВОРЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА

Попов А.И.

Тамбовский государственный технический университет

olimp_popov@mail.ru

Инновационная деятельность предприятий по созданию технологических машин обеспечивается наличием у конструкторов высокого уровня сформированности творческих компетенций. Компоненты творческих компетенций детерминируются составляющими творческой деятельности: собственно творческой, организационной, педагогической и ресурсной. Ключевой характеристикой творческих компетенций является проявляемый эвристический или креативный уровень интеллектуальной активности.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА С НЕЛОКАЛЬНОСТЬЮ В ПАКЕТЕ OPENFOAM

Попов А.Ю.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

andreypopov@live.ru

Рассмотрены неклассические математические модели термомеханики. Приведены определяющие соотношения для различных моделей. Для моделирования процессов теплопереноса в материале с нелокальностью разработаны соответствующие вычислительные алгоритмы. В целях тестирования и верификации алгоритмов решен набор одномерных модельных задач. Работа выполнена при поддержке гранта Президента МК-6573.2015.8.

ОБЪЕМНАЯ ВЯЗКОСТЬ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ГАЗОВОЙ ЭМУЛЬСИИ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Попов В.В.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

jpopov@inbox.ru

Рассмотрена задача о поглощении звука мелкодисперсными газовыми эмульсиями в области частот существенно более низких, чем резонансные частоты микропримесей среды. Рассмотрение проводится в рамках модели гомогенной жидкости с эффективными коэффициентами вязкости, подлежащими определению. Показано, что экспериментально зафиксированные высокие значения коэффициентов поглощения звука мелкодисперсными газовыми эмульсиями обусловлены высокими значениями их объемной вязкости, на порядки превышающими сдвиговую вязкость. Найдена формула для вычисления эффективной объемной вязкости. Проведено сравнение с экспериментами. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-08-99673.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ

Попов Н.Н., Дмитренко Л.В.

Самарский государственный технический университет

ponick25@gmail.com

Разработаны методы оценки надежности микронеоднородной толстостенной трубы в условиях установившейся ползучести по деформационному критерию отказа и критерию длительной прочности на основе решения стохастической краевой задачи. При расчете надежности по критерию деформационного типа ограничение накладывалось на случайное перемещение, зависящее от времени и координаты. Для оценки надежности по критерию длительной прочности был введен параметр поврежденности и принята степенная зависимость скорости его изменения от эквивалентного напряжения. Найдено случайное время до разрушения, которое распределено по логарифмически нормальному закону. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-01-00699-а.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ПОГИБИ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕСИММЕТРИЧНО НАГРУЖЕННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ГИБКИХ ПЛАСТИН, ПОДКРЕПЛЕННЫХ ЦЕНТРАЛЬНЫМ РЕБРОМ, С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Попов О.Н., Трепутнева Т.А., Моисеенко М.О.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

mno77@mail.ru

На основании разработанного алгоритма расчета пластинчатой системы с учетом несовершенства формы и физической, геометрической нелинейностей проводится анализ влияния начальной погИБи на напряженно-деформированное состояние несимметрично нагруженных прямоугольных пластин, подкреПЛенных центральным ребром. Рассматривается прямоугольная пластина ($a/h \times b/h = 50 \times 100$), разделенная на квадратные панели ребром ($b_p \times h_p = 4 \times 4$), поставленным с эксцентриситетом. Пластина имеет симметричный начальный прогиб разного направления. Максимальная величина начального прогиба равна половине толщины. Нагружение проводится только на первую панель равномерно распределенной нагрузкой. Максимальное нагружение превышает нагрузку, при которой возникают пластические деформации в 3 раза. Приводятся анализ результатов расчетов. Пластины с отрицательным начальным прогибом имеют больший дополнительный прогиб и напряжения, по сравнению с пластиной без начальных прогибов. Пластины с положительным начальным прогибом имеют меньший дополнительный прогиб и напряжения по сравнению с пластиной без начальных прогибов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В УСТРОЙСТВЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ

Попович С.С., Виноградов Ю.А., Стронгин М.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

pss1@mail.ru

Проведен анализ эффективности устройства газодинамической температурной стратификации, которая определяется теплоотдачей и коэффициентом восстановления температуры со стороны сверхзвукового канала устройства. Представлены результаты экспериментального исследования влияния на коэффициент восстановления температуры ударных волн и отрывных течений за ребром. Приводятся распределения адиабатной температуры стенки, чисел Маха и коэффициентов восстановления температуры при турбулентном режиме обтекания сверхзвуковым потоком теплоизолированной пластины. Полученные результаты позволяют сделать вывод о положительном влиянии отрывных течений на эффективность устройства.

ПРИЧИНА ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА ПРИ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКИХ И ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

Потапов А.Г.

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»

gregor1108@yandex.ru

Сформулирована гипотеза: «Ламинарно-турбулентный переход, при достижении критического значения числа Рейнольдса, обусловлен нарушением баланса между «производством энтропии и потоком энтропии» в ламинарном потоке, при этом устанавливается стационарное турбулентное течение с другими значениями производства и потока энтропии, при которых восстанавливается баланс». Гипотеза получила эмпирическое подтверждение. Установлено, что ламинарно-турбулентный переход при течении вязких и вязко-пластичных жидкостей происходит тогда, когда при равенстве коэффициентов гидравлических сопротивлений при турбулентном и ламинарном течениях отношение чисел Рейнольдса для этих режимов практически совпадает с постоянной Фейгенбаума (4,6692)

О ДВИЖЕНИЕ ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ

Потапов И.И.

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск

potapovii@rambler.ru

Выполнена обзорная работа по популярным моделям движения влекомых наносов. Для сравнительного анализа все исследуемые модели были приведены к безразмерному виду – виду транспортных функций. Для представленных моделей получена верхняя и нижняя оценка достоверности расхода влекомых наносов при различных значениях параметра Шильдса. Показано, что в естественных условиях аналитическая модель Петрова позволяет получить верхнюю и нижнюю оценку достоверности расхода влекомых наносов. Откуда следует, что модель Петрова характеризует весь известный спектр популярных моделей влекомых наносов. Проведен анализ влияния физико-механических и гранулометрических параметров модели Петрова на предельные кривые расхода влекомых наносов. Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН, раздел 5.1.8 грант 15-I-4-070 и фонда РФФИ, грант № 15-05-07594.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТРЫВНЫМИ ТУРБУЛЕНТНЫМИ ТЕЧЕНИЯМИ В S-ОБРАЗНЫХ ДИФFUЗОРАХ С ПОМОЩЬЮ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТРУЙ

Потехина И.В., Любимов Д.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва
iriska-ip@mail.ru

Представлено численное исследование с помощью RANS/ILES – метода высокого разрешения влияния синтетических струй на отрывное течение в S-образных диффузорах различной геометрии. Синтетические струи уменьшают отрывные зоны, которые могут возникать при течении в переходных диффузорах между элементами двигателя, а также уменьшают неравномерность в распределении параметров на выходе из них. Это становится практически важным в связи с тенденцией уменьшения размеров этих диффузоров. Приведены результаты параметрического исследования влияния режимных параметров синтетических струй, их расположения, а также числа Рейнольдса и температуры на входе в диффузор на эффективность синтетических струй.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА АЛЮМОТЕРМИТНЫМ СПОСОБОМ

Потянихин Д.А.¹, Сапченко И.Г.², Жилин С.Г.², Комаров О.Н.²

*Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет¹,
г. Комсомольск-на-Амуре*

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН², г. Комсомольск-на-Амуре
potyanikhin@mail.ru

Предлагается связанная математическая модель экзотермической окислительно-восстановительной реакции горения порошковых алюмотермитных смесей с учетом тепломассообмена и физико-химических превращений. Предлагаемая модель включает кинетические, теплофизические и гидродинамические явления, а также учитывает торможение химической реакции слоем продукта. Зона, в которой происходит химическая реакция, представляет достаточно тонкий движущийся слой, разделяющий смесь реагентов и расплав продуктов реакции. Разработан конечно-разностный алгоритм решения одномерных граничных задач в рамках предложенной связанной модели. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 2559) и Дальневосточного отделения РАН (проект 15-П-4-002 о).

ПЛОСКАЯ ЛИНЕЙНАЯ КОНВЕКЦИЯ БЕНАРА-РЭЛЕЯ ПРИ КВАДРАТИЧНОМ НАГРЕВЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ СЛОЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Привалова В.В.¹, Просвириков Е.Ю.²

Институт машиноведения УрО РАН¹, г. Екатеринбург
Казанский национальный исследовательский технологический университет²
valentprival@gmail.com

Приведено точное решение системы Обербека–Буссинеска, описывающей течение вязкой несжимаемой жидкости в плоском канале, подогреваемой точечным параболическим источником. Проведен анализ течений, зависящих от безразмерных чисел подобия. В качестве безразмерных переменных выбраны два характерных размера, что позволило линеаризовать нелинейную систему при достаточно больших числах Грасгофа.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЖИМОВ АВТОРОТАЦИИ В ЗАДАЧАХ, ОБЛАДАЮЩИХ РАЗНЫМ ЧИСЛОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

Привалова О.Г., Окунев Ю.М.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
privalova@imec.msu.ru

Обсуждается вопрос о соответствии поведения тяжелого осесимметричного оперенного тела при свободном падении в сопротивляющейся среде и его макета, установленного с помощью сферического шарнира в аэродинамической трубе. Проводится сопоставление свойств устойчивости стационарных режимов с помощью геометрического подхода, который применим для систем, имеющих разное число степеней свободы. Исследуется поведение тела в «большом», когда значения параметров задачи отвечают семейству как устойчивых, так и неустойчивых стационарных режимов, а также в окрестностях точек смены характера устойчивости. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-01130, 15-01-06970.

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПЛОТНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА ДИНАМИКУ ТРОСОВОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Притыкин Д.А.¹, Сидоренко В.В.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва
pritykin.da@mpt.ru

В настоящее время активно обсуждаются различные меры, предотвращающие дальнейшее увеличение популяции космического мусора в околоземном пространстве. Мы изучили возможность сведения с солнечно-синхронной орбиты нефункционирующего космического аппарата (КА) с помощью «аэродинамического» тормоза – надувного баллона, прикрепленного на тросе к КА. При

построении математической модели связки «КА-баллон» ее элементы рассматривались как шар и материальная точка, трос предполагался невесомым растяжимым. Допускалось частичное наматывание троса на КА. Одна из главных задач проведенного исследования динамики связки состояла в поиске условий, гарантирующих отсутствие соударений баллона и КА. Как оказалось, длительность интервала «безударного» движения существенным образом зависит от первоначальной ориентации связки. Кроме того, моделирование показало, что при опускании орбиты в определенный момент происходит быстрая «раскачка» связки, сопровождающаяся сходом со связки ее элементов и практически неизбежным их столкновением. Раскачка является резонансным эффектом, обусловленным совпадением одной из частот колебательного движения связки с частотой колебаний плотности атмосферы при движении по орбите.

ТЕПЛООБМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКОВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Приходько Ю.М., Чехов В.П.

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

г. Новосибирск

lumin@ngs.ru

Приводятся обобщения результатов экспериментального исследования теплообмена двух типов дисковых вентиляторов при атмосферном давлении. Получено распределение температуры по радиусу диска при различных оборотах вращения ротора и температурах нагрева дисков. Выполненные исследования показывают высокую эффективность теплообмена ротора в центробежных дисковых вентиляторах по сравнению с диаметрными дисковыми вентиляторами.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОД АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ КАВЕРНЫ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ЧИСЛОМ КАВИТАЦИИ: (ЭКСПЕРИМЕНТ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ)

Прокофьев В.В., Козлов И.И., Очеретяный С.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

prokof@imec.msu.ru

Исследования по моделированию вентилируемой каверны с отрицательным числом кавитации, показали, что при одинаковых расходонапорных характеристиках могут реализовываться различные автоколебательные режимы. Показано, что их возникновение зависит от акустических характеристик подводного трубопровода. Скоростная видеосъемка показала, что физика процесса для различных режимов одинакова, скорость распространения волн в струйном течении в основном определяется числом кавитации, а отличие частотных режимов характеризуется количеством волн по длине струи. Предложен метод оценки частот автоколебаний по геометрии течения.

ТЕЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГРАДИЕНТА ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Прокудин А.Н., Фирсов С.В.

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре

prokudin@imim.ru

Рассматривается деформирование материала, расположенного внутри полого цилиндра с жесткими стенками, под действием меняющегося перепада давления. Предполагается, что материал обладает нелинейными вязкоупругими свойствами. Математическая модель строится с использованием теории больших деформаций, в основе которой лежат дифференциальные уравнения переноса для тензоров обратимых и необратимых деформаций. В результате решения получены поля перемещений и напряжений, а также обратимых, необратимых и полных деформаций.

ВОЛНОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛЕНКИ ВОДЫ ПРИ ОБДУВЕ ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ

Прокудина Л.А., Саламатов Е.А.

Южно-Уральский государственный (национальный исследовательский) университет,

г. Челябинск

salamatov@gmx.com

Для вертикальной пленки воды, обдуваемой потоком газа, движущимся в противотоке, исследована неустойчивость и формирование волнового течения в диапазоне чисел Рейнольдса $5 < Re < 10$. Рассчитаны инкременты, области неустойчивости, фазовые скорости, амплитуды пленки жидкости. Определены характеристики волн, обладающих максимальной скоростью роста. Исследован режим течения с регулярным профилем волны, который существенно интенсифицируется при воздействии со стороны потока газа.

ТЕЧЕНИЕ КУЭТТА ЗАВИХРЕННОЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Просвириков Е.Ю.¹, Аристов С.Н.²

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

evgen_pros@mail.ru

Приводится точное решение, описывающее крупномасштабные течения завихренной вязкой несжимаемой жидкости. Показано, что при описании завихренной жидкости горизонтальные скорости линейно зависят от продольных координат, а коэффициенты

при координатах — от поперечной координаты. Найденные решения удовлетворяют полной системе уравнений Навье–Стокса: справедливы при любом числе Рейнольдса, причем учитываются не только вязкие силы, но и силы инерции (конвективная производная отлична от нуля). Вычисленное новое точное решение позволяет моделировать противотечения на экваторе, поскольку оно объясняет появление вихревых образований при отсутствии сил Кориолиса. Рассмотрены как стационарные, так и нестационарные течения.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В ТРУБАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ФУНКЦИЙ РВАЧЕВА

Проскурин А.В., Сагалаков А.М.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул
k210@list.ru

Рассматриваются течения в трубах сложной геометрии. Используется численный метод на основе функций Рвачева. Данный метод является бессеточным и поэтому более эффективен по сравнению с методом конечных элементов, который требует перестроения сетки при изменении геометрии задачи. На примере трубы прямоугольного сечения с внутренним цилиндрическим элементом рассматривается зависимость параметров потока от геометрии задачи: диаметра центрального цилиндра и его положения внутри трубы при постоянном градиенте давления. Установлено, что при смещении внутреннего элемента от центра трубы ее сопротивление уменьшается.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ НЕСТАЦИОНАРНОГО НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ НЕИДЕАЛЬНОГО ГАЗА ПО ДЛИННЫМ ПРОМЫШЛЕННЫМ ТРУБАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ CUDA

Простокишин В.М.¹, Снежин А.Н.², Вaskanь И.Я.², Юшманов В.Н.³, Джораев А.Р.⁴,
Марковский Н.Д.⁴

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ¹, г. Москва

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»², г. Москва

ООО «Газпром трансгаз Ухта»³, г. Ухта

NVIDIA Ltd, Московское представительство⁴

VMProstokishin@mephi.ru

Проблема получения надежных и своевременных данных о параметрах нестационарного неизоэтермического течения многокомпонентного природного газа по сверхдлинным трубам актуализировалась, в связи с прокладкой газопроводов через водные преграды в условиях вечной мерзлоты, и с разработкой интеллектуальных систем функционального тренинга специалистов диспетчерских служб для трансгазов с разветвленной газотранспортной системой. Повышенные требования к точности пространственно-временной локализации параметров течения потоков по трубам переменного сечения при их численном моделировании обуславливают необходимость построения расчетных процедур с использованием технологии распараллеливания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕРНИСТОСТИ И ПОРИСТОСТИ В ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ В ПРОЦЕССЕ ГОРЯЧЕЙ ЭКСТРУЗИИ

Простомолотов А.И.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

prosto@ipmnet.ru

Исследуются особенности пластического формирования термоэлектрического материала на основе теллурида висмута методами горячей экструзии. Эффекты пластичности и параметры напряженно-деформированного состояния рассчитываются в приближении упруго-пластичного тела методом конечных элементов с использованием адаптивных лагранжевых сеток. Это моделирование усложняется за счет учета эволюции формирующейся микроструктуры, которая описывается количественно такими параметрами, как размер зерен и их объемная доля в зависимости от параметров процесса на основе модели, предложенной Яда. Кроме этого, для расчета пористости при интенсивной пластической деформации применяется GNT модель, предложенная Гарсоном, которая рассматривает исследуемый материал как «поврежденную» упруго-пластическую среду со сложным условием пластичности. Приводятся данные экспериментальной апробации результатов исследования.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ ГИГАЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

Прохоров А.Е.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

prokhorov.a@icmm.ru

Исследованы особенности разрушения образцов армо-железа в режиме гигаэикловой усталости. Построена зависимость Веллера на базе испытаний $1E+10$ циклов нагружения, разработаны и апробированы два метода контроля момента зарождения усталостной трещины на основе измерения электрического сопротивления и на основе изменения магнитных свойств образца. Разработанные методы позволили исследовать стадийность разрушения материала в процессе нагружения в режиме гигаэикловой усталости и зафиксировать момент существенного изменения физических процессов, сопровождающих эволюцию структурных дефектов в материале, на завершающих стадиях эксперимента.

О ВЛИЯНИИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ ЦЕНТРА МАСС НА БЫСТРЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ ВРАЩЕНИЯ НЕСИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА

Прошкин В.А.¹, Филиппова О.А.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

ЗАО Авиокон-Сервисез², г. Москва

proschkin@mail.ru

Изучается влияние эллиптичности орбиты центра масс несимметричного тела на его вращение в окрестности простейшего класса резонансов между малой частотой орбитального движения и двумя ненулевыми частотами вращательного движения в центральном гравитационном поле. Рассмотрен случай однократного резонанса, в котором задача сводится к изучению движения маятника с медленно изменяющимися параметрами. Исследована зависимость амплитуды медленных колебаний устойчивого положения равновесия маятника от величины эксцентриситета эллиптической орбиты центра масс.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ В ЖИДКОСТИ

Пудовиков Д.Е.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

dimonpe@mail.ru

В осесимметричной постановке выполнено численное моделирование развития температурного пограничного слоя, формирующегося в окрестности покоящегося в поле силы тяжести стального шара, погруженного в жидкость (при этом жидкость и шар в начальный момент имеют разную температуру). Получена зависимость толщины пограничного слоя от времени. Показано, что разность температур на поверхности шара в течение первой минуты реального времени может достигать нескольких градусов.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧАХ ГИДРОУПРУГОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА LS-STAG

Пузикова В.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

valeria.puzikova@gmail.com

Рассмотрена задача о ветровом резонансе кругового профиля и задача о моделировании авторотации профилей. Для моделирования в сопряженных задачах гидроупругости разработана модификация метода погруженных границ LS-STAG. Она позволяет проводить расчет течений с движущимися границами на неподвижной прямоугольной сетке, поэтому является эффективной альтернативой сеточным методам с подвижной сеткой, согласованной с телом. Для моделирования движения профилей в потоке методом LS-STAG и его модификациями разработан программный комплекс. Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-5357.2015.8.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ FLEXPDE В УЧЕБНЫХ КУРСАХ ПО МЕХАНИКЕ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Пустовалова О.Г., Карякин М.И.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

ogpustovalova@sfedu.ru

Описаны некоторые возможности системы конечно-элементного анализа FlexPDE, делающие ее удобным техническим средством сопровождения учебных курсов по механике, теории упругости, математическому моделированию. На примере задачи об изгибе бруса показано, как описываемая система может быть использована для анализа расчетных схем, исследования свойств решений, определения диапазонов параметров применимости прикладных теорий и т. п. Эта же задача использована как средство знакомства с деформационными характеристиками высокоэластичных тел, а также особенностями постановок задач нелинейной теории упругости и их численного решения. Предложено несколько студенческих проектных заданий.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ УЧАСТКА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП С ПОМОЩЬЮ РЕДУЦИРОВАННОЙ КЭ-МОДЕЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СТЕРЖНЕЙ

Пустовой Н.В., Левин В.Е., Красноруцкий Д.А., Кожевников А.Н.

Новосибирский государственный технический университет

krasnorutskiy@corp.nstu.ru

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) широко используются для транспортирования электроэнергии. Существует задача определения динамического отклика участка ВЛ при различных внешних воздействиях. В данной работе предлагается методика расчета колебаний участка ВЛ. Металлические опоры заменяются редуцированной конечно-элементной (КЭ)-моделью, АЧХ которой совпадает с АЧХ полной КЭ-модели на заданном диапазоне низших мод колебаний. Провода моделируются системой тонких стержней по дифференциальной модели, стержни закреплены в узлах динамической конденсации КЭ-моделей, в процессе численного решения усилия от стержней на каждом шаге по времени приводятся в соответствие с перемещениями КЭ-моделей.

К ПРОБЛЕМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ПЛОТИНУ ЧЕРНОРЕЧЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Пухлий В.А., Сычёв Е.Н., Москвичова Н.Н., Померанская А.К.

Севастопольский государственный университет

pu1611@rambler.ru

В г. Севастополе (Крым) вода является одним из основных факторов, определяющих угрозу для безопасности жизнедеятельности населения. Вода для г. Севастополя поступает из Чернореченского водохранилища, представляющего собой природный водоем наливного типа 2 класса инженерной защиты, конструктивной сейсмостойкостью 7,5 баллов по сейсмической шкале MSK-64, который расположен в Байдарской долине на высоте 260 м над уровнем моря, в 22 км от зоны капитальной городской застройки. Максимальный объем водохранилища – 64 млн. м³ сырой (талой) воды. Земляная напорная плотина водохранилища возведена из мягких природных материалов на заглубленной подошве. На участке сопряжения фильтрационной преграды призмы плотины с береговым склоном возвышенности Френк Даг, расположено старое русло реки Черная, вследствие чего данный участок представляет зону наибольшего градиента напора (напряжения). Основные размеры тела плотины: длина по гребню – 1280 м; ширина по верху – 10,0 м; высота от подошвы – 36,0 м. Для Чернореченской плотины потенциальную угрозу представляет разрушение (прорыв) тела плотины в результате воздействия природных сил (землетрясений, ураганов, ливней, разливов). Плотина может быть подвержена воздействию также поверхностных волн большой амплитуды (цунами, сейшевые волны), при этом причиной их возникновения могут стать лавины, горные обвалы, сели, обрушения в водоемы больших масс грунта. Потенциальную угрозу представляют также техногенные аварии, вызванные действиями людей (взрывом плотины, ударом самолета и др.). Последствиями гидродинамических аварий являются: а) разрушения или повреждения гидроузлов и кратковременное или долговременное прекращение выполнения ими своих функций; б) поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва, создаваемой в результате разрушения гидродинамических сооружений, имеющей высоту до 100 м и скорость движения 3–25 км/ч (для горных районов до 100 км/ч); в) катастрофическое затопление обширных территорий. Характерным примером является затопление г. Крымска Краснодарского края 6–7 июля 2012 г., в результате чего по официальным данным погибло 168 человек, что позволяет квалифицировать произошедшие события как региональную катастрофу. Причиной смертельного парадокса явилось затопление г. Крымска волной типа бора, т. е. ударной волной, возникшей на поверхности левобережного мелководья реки Адагум при втепании туда «горба волны», сформировавшегося в горах на притоках реки Адагум. Максимальный расход воды в р. Адагум превысил среднегодовой примерно в 700 раз. Рассматриваются фундаментальные проблемы решения задач сейсмостойкости плотин. Анализируются «классические» случаи, позволяющие получить замкнутое решение задачи. Рассматриваются также задачи о воздействии цунами, сейшевых волн в замкнутых водохранилищах, а также задачи о воздействии волн типа бора в каналах. Строится численно-аналитическое решение задач по плотине Чернореченского водохранилища в общем случае при нестационарных воздействиях. Трехмерная начально-краевая задача на основе применения численных методов сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами относительно переменной – времени t . Аналитическое решение полученной системы уравнений затем строится модифицированным методом последовательных приближений. Рассматриваются задачи об ударе самолета о деформируемую земляную плотину. К решению задач в линейной постановке также применяется модифицированный метод последовательных приближений. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и субъекта РФ г. Севастополя в рамках научного проекта №14-48-01043 код r_yug_a .

ТОЧНЫЕ И АСИМПТОТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

Пухначев В.В.¹, Пухначева Т.П.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

pukhnachev@gmail.com

Рассматривается три модели движения растворов полимеров, различающихся тем, что в реологическом соотношении выбирается конвективная (А), частная (Б) или объективная (В) производная тензора скоростей деформаций по времени. Выполнен групповой анализ каждой из этих моделей. Построены классы точных решений и проанализировано их поведение при стремлении релаксационной вязкости к нулю. Построено асимптотическое разложение по этому параметру решения, описывающего движение вблизи критической точки. Найдено качественное отличие в поведении течения в плоском и круглом канале, рассчитанного по модели (В) и по двум другим моделям.

ВЛИЯНИЕ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИЛЬНОГО РАЗРЫВА СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И ОКОЛОЗЕМНОЙ ГОЛОВНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Пушкар Е.А.

Московский государственный индустриальный университет

pushkar@msiu.ru

На основе решения МГД задачи Римана о распаде произвольного разрыва с учетом межпланетного магнитного поля найдена трехмерная картина воздействия ударных волн или вращательных разрывов, движущихся от Солнца, на околоземную головную ударную волну. Картина взаимодействия строится как мозаика точных решений, полученных на компьютере оригинальным 3D Riemann solver'ом. Состояние среды и магнитное поле являются функциями широты и долготы точек на головной волне. Основной особенностью течения является отсутствие непрерывной зависимости от параметров и резкие перестройки течения. Полученное решение может быть использовано для интерпретации измерений на космических аппаратах.

МАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Пшеничников А.Ф., Иванов А.С.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

pshenichnikov@icmm.ru

Обсуждаются проблемы, связанные с сильным влиянием межчастичных взаимодействий в магнитной жидкости на процессы массообмена (магнитофорез, седиментацию частиц и концентрационную конвекцию). Магнитофорез частиц является главной причиной дрейфа эксплуатационных параметров устройств, использующих магнитные жидкости. В МЖ-уплотнениях он приводит к многократному росту сил трения при длительных перерывах в работе, в МЖ-сепараторах уменьшается разрешающая способность, а в МЖ-датчиках обнаруживается большой дрейф нуля. Концентрационная конвекция, на которую до последнего времени вообще не обращали внимания, может многократно интенсифицировать процессы массообмена. Приведены результаты аналитических работ, численного и лабораторного моделирования.

ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ ТЕРМОМЕХАНИКА КONTИНУУМА

Радаев Ю.Н.¹, Ковалев В.А.²

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН¹, г. Москва

Московский городской университет управления Правительства Москвы²

radayev@ipmnet.ru

Работа посвящена построению новой теоретико-полевой гиперболической термомеханики континуума и, в частности, модели нелинейного термоупругого континуума с «тонкой» (в том числе, микрополярной) микроструктурой. Построены меры деформации и экстрадеформации и удовлетворяющие принципу объективности формы определяющих уравнений гиперболического микрополярного термоупругого континуума, соответствующие ротационно-инвариантным лагранжианам. С помощью гиперболических уравнений теории термоупругости второго типа исследуются задачи о распространении без затухания связанных гармонических термоупругих волн заданного азимута в длинных цилиндрических волноводах, боковая стенка которых теплоизолирована.

О ГРАНИЦЕ ФЛАТТЕРА В ЗАДАЧЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА С ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

Радин В.П., Щугорев В.Н., Щугорев А.В.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

Shchugorev.VN@gmail.com

Методы исследования неконсервативных механических систем широко применяются при решении задач расчета трубопроводов с протекающей жидкостью. Большой интерес представляют задачи исследования устойчивости положений равновесия. Вследствие неконсервативности гидродинамической нагрузки при достижении скорости жидкости и ее массы некоторых значений трубопровод может потерять устойчивость колебательным образом. Простейшей из таких задач является задача об устойчивости прямолинейного консольного участка трубопровода. Характерной особенностью границы флаттера является наличие немонотонностей в окрестности некоторых значений относительной массы μ . В данной работе справедливость немонотонности границы флаттера подтверждена методом Бубнова–Галеркина и методом непосредственного интегрирования уравнения возмущенного движения с дальнейшим сведением проблемы отыскания собственных значений к задаче минимизации функции многих переменных.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ НАГРУЗКАХ

Радченко А.В., Батуев С.П., Уткин Д.Г.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

andrey-radchenko@live.ru

Представлены результаты комплексного экспериментально-численного исследования разрушения армированной балки из бетона и фибробетона при кратковременном динамическом воздействии. Экспериментальные исследования проводились на копровой установке. Кратковременная динамическая нагрузка на балку создавалась при помощи падающего груза, весом 450 кг с высоты 700 мм. Численное моделирование проводится в полной трехмерной динамической постановке в рамках феноменологического подхода механики сплошной среды с явным выделением армирующих элементов. Исследовано влияние армирования на деформацию и разрушение балки. Проведено сопоставление экспериментальных и численных результатов.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРОЧНЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Радченко В.П., Саушкин М.Н.

Самарский государственный технический университет

radch@samgtu.ru

Проводится теоретическое и экспериментальное исследование влияния высокотемпературной выдержки (термоэкспозиции) и растягивающей нагрузки на релаксацию остаточных напряжений вследствие ползучести в поверхностно упрочненном сплошном цилиндрическом образце. Приведена методика решения краевой задачи ползучести упрочненного цилиндрического образца с начальным напряженно-деформированным состоянием в растяжения и температурного нагружения. Выполнен детальный теоретический анализ поставленной задачи. Наблюдается соответствии расчетных и экспериментальных значений остаточных напряжений для всех режимов нагружения. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-01-00699-а) и Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания ФГБОУ ВПО «СамГТУ» (код проекта: 1151).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ НАГРУЗКАХ

Радченко П.А., Балдин И.В., Плевков В.С.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

radchenko@live.ru

Представлены результаты численного моделирования взаимодействия самолета Boeing 747-400 с защитной оболочкой атомной станции (АС). Оболочка представляет собой сложную многослойную сотовую структуру, состоящую из слоев бетона и фибробетона, скрепленных со стальными фермами. Численное моделирование проводилось в трехмерной динамической постановке с использованием авторского алгоритма и программного комплекса, в котором реализованы алгоритмы построения сетки сложных геометрических объектов и параллельных вычислений. Исследована динамика напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкции.

РЕЗОНАНСНЫЕ ЧАСТОТЫ И НАДЕЖНОСТЬ ПНЕВМОМОТОРОВ

Раевская Л.Т.

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

ltrvsk@yandex.ru

Приведены обобщенные данные по аксиально-поршневым пневмомоторам ДАР, их надежности, параметрам, особенностям конструкции и области применения. Определены резонансные частоты, и формы собственных колебаний.

ОПРЕССОВКА ГАЗОМ ВОДОНАСЫЩЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ ГАЗОГИДРАТА

Рафикова Г.Р.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

rafikova_guzal@mail.ru

Рассмотрена задача об образовании гидрата в замкнутом объеме пористой среды, насыщенной водой и газом. Принято, что процесс образования гидрата лимитируется диффузией газа через гидратную корку. Проанализировано влияние приведенного коэффициента диффузии, начальных параметров пористой среды на интенсивность образования гидрата.

ГЕТЕРОГЕННЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ТЕЧЕНИИ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА В КАНАЛАХ

Ребров А.К., Юдин И.Б.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

Течения разреженных газов в каналах без химических реакций обстоятельно изучены. Исследование же течения с физико-химическими реакциями на ограждающих поверхностях проводится, по-видимому, впервые. На основе базовых физических экспериментов по определению степени диссоциации водорода в разреженном газе и расчёта течения методом Монте-Карло удалось уточнить некоторые неизвестные константы взаимодействия молекул и атомов с поверхностью вольфрама. На примере течения водорода в высокотемпературном вольфрамовом цилиндрическом канале показана роль диссоциации, сорбционных и рекомбинационных процессов в широком диапазоне режимов течения от свободномолекулярного до сплошного. Описанный подход может быть использован для широкого круга задач о течениях разреженного газа в высокотемпературных каналах.

ГЕОСТРОФИЧЕСКОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ С ГИРОСКОПИЧЕСКИМИ ВОЛНАМИ

Резник Г.М.

Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, г. Москва

greznikmd@yahoo.com

Исследовано геострофическое приспособление (ГП) в моделях баротропного (Б) и баротропно-бароклинического (ББК) океана с учетом гироскопических волн и горизонтальной компоненты угловой скорости вращения Земли. При ГП движение расщепляется на квазигеострофическую (КГ) и волновую (ВК) компоненты. В Б модели ВК состоит из инерционных колебаний (ИК); в ББК модели к ИК добавляются внутренние волны. После ГП остается медленное КГ течение и «сцепленные» с ним ИК. «Нетрадиционные» члены в уравнениях создают обмен энергией между КГ движением и ИК, и меридиональную дисперсию ИК. Обнаружены и исследованы нестационарные пограничные слои в ББК модели, характеризующиеся резкими градиентами горизонтальных скоростей.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Резников С.С.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

s.s.reznikov@gmail.com

Рассматривается возможность построения математической модели изнашивания зубьев в передаче. Указаны допущения, при которых будет производиться создание модели. Описан процесс построения изнашивающихся профилей. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-08-31295 мол_а

ДВУМЕРНАЯ ПЛОТНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕЗООБЪЕМОВ ОБРАЗЦА

Реков А.М.

*Филиал Уральского федерального университета им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Первоуральск
arekov@yandex.ru*

Построена экспериментальная двумерная плотность совместного распределения показателя напряжено-деформированного состояния и интенсивности пластических деформаций мезообъема при одноосном растяжении образца. Информация о поведении материала на уровне зерна является важной для оценки надежности и долговечности элементов конструкций. Результаты работы могут быть использованы в качестве одного из критериев при анализе процессов разрушения металла при пластической деформации.

О ТРЕХМЕРНОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ УПРУГИХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ТРЕЩИН

Ремизов М.Ю.¹, Сумбатян М.А.²

*Ростовский государственный строительный университет¹, г. Ростов-на-Дону
Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону
sumbat@math.sfedu.ru*

Вычислены коэффициенты отражения и прохождения падающей продольной волны через решетку, образованную двоякопериодической системой плоских трещин. В условиях низкочастотного режима задача сводится к двумерному гиперсингулярному интегральному уравнению относительно функции раскрытия трещины в направлении падающей волны. Дальнейшее применение вспомогательного интегрального уравнения, не зависящего от частоты колебаний, приводит к явным аналитическим представлениям коэффициентов отражения и преломления.

ГЕНЕРАЦИЯ КОНВЕКТИВНЫХ СТРУКТУР В ОХЛАЖДАЕМОМ СВЕРХУ СЛОЕ ВОДЫ В ПРИСУТСТВИИ ДРЕЙФОВОГО ТЕЧЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЙ ПЛЕНКИ

Реутов В.П.

*Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород
reutov@appl.sci-nnov.ru*

В рамках численного моделирования исследуется генерация конвективных структур в охлаждаемом сверху слое воды, покрытом поверхностно-активной пленкой и содержащем сдвиговое течение, индуцированное внешними касательными напряжениями. Параметры задачи соответствуют конвекции в приповерхностном слое открытых водоемов. Показано, что увеличение упругости пленки приводит к подавлению термокапиллярного узора и определены изменения конвективных структур при увеличении толщины слоя.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ В КРУГЛОМ И ПЛОСКОМ БЕЗОТРЫВНЫХ ДИФFUЗОРАХ

Решмин А.И., Лущик В.Г.

*НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
alexreshmin@rambler.ru*

Рассмотрены круглый и плоский диффузоры, в которых реализуется течение с переменным по длине градиентом давления. Для решения задачи использовались уравнения неразрывности и движения в приближении узкого канала. Проведенное сравнение результатов расчета интегральных и локальных характеристик течения в круглом и плоском диффузорах позволило установить основные особенности достаточно сложных процессов перестройки течения, имеющих как похожий, так и отличный характер изменения профилей скорости и характеристик турбулентности по длине каналов. Проведен анализ причин турбулизации течения в диффузорах, которая имеет место в рассмотренных случаях.

УТОЧНЕННАЯ СТРУКТУРА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НАИСКОРЕЙШЕЙ ОРИЕНТАЦИИ СПУТНИКА

Решмин С.А.

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва
reshmin@ipmnet.ru*

Рассмотрена задача быстрогодействия для нелинейной лагранжевой системы с одной степенью свободы. Система управляется при помощи ограниченной по модулю силы, а все неуправляющие силы потенциальны. На фазовом цилиндре изучены свойства оптимального синтеза и указаны условия, при которых он имеет наиболее простую структуру – не более одного переключения управления при любых начальных условиях. Подход применен для уточнения структуры хорошо известного решения в классической задаче об оптимальной по быстрдействию ориентации спутника в плоскости орбиты.

БАЛАНСИРОВКА РОТОРА С ВАЛОМ С УЧЕТОМ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ

Ризаев А.А., Йулдошев А.Т., Аннакулова Г.К., Мухамедиев Э., Алимова Д.Б.

Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при Тамбовском государственном техническом университете, г. Тамбов

rizaev_a1952@mail.ru

Рассмотрена задача балансировки ротора с валом с учетом деформируемости ротора. Определены условия возникновения резонансных режимов системы, установлены зависимости амплитуды вынужденных колебаний в опорах от частоты вращения, а также комплексных амплитуд колебаний опор соответствующих дисбалансам плоскостей коррекций I и II при учете инерционных и упругих сил.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ ДАВЛЕНИЕМ

Роговой А.А., Салихова Н.К.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

snk021@mail.ru

Рассмотрен реальный технологический процесс обработки давлением заготовки из стали марки 30 ХГСА. На основе программного конечно-элементного комплекса Deform 2D/3D проведен вычислительный эксперимент, включающий последовательную технологическую цепочку получения поковки необходимого размера. Исследовано напряженно-деформированное состояние заготовки и изменение ее формы на всех этапах деформирования. На первом этапе в соответствии со схемой процесса решена задача осадки (результаты получены с учетом охлаждения заготовки на воздухе при транспортировке от печи до оборудования). На втором этапе решена задача обжатия слитка до заданного размера. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (договор № 02.G25.31.0068 от 23.05.2013 г. в составе мероприятия по реализации постановления Правительства РФ № 218).

БОЛЬШИЕ ДЕФОРМАЦИИ В МАТЕРИАЛАХ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Роговой А.А., Столбова О.С.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

rogovoy@icmm.ru

С использованием авторского подхода построены и аттестованы модели поведения сплавов, полимеров и ферромагнитных материалов с памятью формы при конечных деформациях.

ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Рогожников А.Г.¹, Биккулова А.В.², Темерова М.С.²

Пермская государственная медицинская академия им. Е.А. Вагнера¹

Пермский национальный исследовательский политехнический университет²

cem.bikkulova@gmail.com

Трещиностойкость является важной характеристикой керамических материалов, применяемых в стоматологии. Численные методы, обеспечивающие хорошую степень оценки трещиностойкости, являются очень трудоемкими в использовании и не позволяют оценить характер и механизм разрушения материала. С целью определения критического коэффициента трещиностойкости были проведены механические испытания образцов с V-образным вырезом. Получены данные, позволяющие определить предел прочности образцов прямоугольного сечения при изгибе, произвести расчет критического коэффициента трещиностойкости. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-08-02222 а.

БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ КОЛЕСО-РЕЛЬС В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РЕЛЬСОВЫХ ЭКИПАЖЕЙ

Родиков А.Н.

Брянский государственный технический университет

rodikov@umlab.ru

Представляется безитерационная модель расчета нормальной силы в контакте колесо-рельс, основанная на условии непроникновения начальной точки контакта. Распределение нормальных давлений предполагается полуэллиптическим. Пятно контакта аппроксимируется областью жесткого взаимопроникновения колеса и рельса. Силы крипа вычисляются с использованием алгоритма FASTSIM адаптированного для неэллиптических пятен контакта. Представленные алгоритмы реализованы в программном комплексе моделирования динамики систем тел «Универсальные механизмы».

УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА–НЬЮТОНА В ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МАЯТНИКОВ

Родюков Ф.Ф., Шепелявый А.И.

Санкт-Петербургский государственный университет

as@as1020.spb.edu

Для получения новых уравнений электромагнитного маятника использован формализм уравнений Лагранжа–Ньютона, подробно изложенный в докладе Ф.Ф. Родюкова на настоящем съезде. Маятник представляет собой токопроводящий замкнутый контур на жестком подвесе. Внешнее электромагнитное поле создается катушкой индуктивности с магнитной осью, совпадающей с осью

маятника в состоянии покоя. Для этой электромеханической системы с помощью уравнений Лагранжа–Ньютона получена система нелинейных дифференциальных уравнений четвёртого порядка. Показано существование двух положений равновесия и исследована их устойчивость.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ОБТЕКАНИИ ИМИ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА

Рождественская Т.И.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

arcadia11@yandex.ru

Численно исследуются свойства неоднородных жидкостей (конкретно: солёной морской воды с различными периодами плавучести T_b – параметром, характеризующим степень солёности), проявляющиеся при обтекании кругового цилиндра. Рассмотрено двумерное и трёхмерное обтекание. Выявлены новые, ранее неизвестные свойства таких течений. Указано возможное практическое применение обнаруженных свойств течений этих жидкостей. Работа выполнена без поддержки грантов.

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДВИЖЕНИИ СПУТНИКА, ОСНАЩЕННОГО ТАНГАЖНЫМ МАХОВИКОМ И МАГНИТНОЙ СИСТЕМОЙ ДЕМПФИРОВАНИЯ

Ролдугин Д.С.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

rolduginds@gmail.com

Рассматривается спутник, движущийся в гравитационном поле и оснащённый тангажным маховиком. Асимптотическая устойчивость орбитальной ориентации обеспечивается введением демпфирования с помощью магнитной системы ориентации. Исследуется быстродействие системы в переходном режиме. В предположении слабого демпфирующего момента в явном виде находятся приближенные значения характеристических показателей системы при движении спутника по полярной орбите.

ВАРИАНТ МОДЕЛИРОВАНИЯ АДГЕЗИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГИХ ТЕЛ

Ромашин С.Н., Фроленкова Л.Ю.

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел

Sromashin@yandex.ru

Предложен метод определения потенциала адгезионного взаимодействия упругих тел. Он основан на данных о термоупругих, феноменологических свойствах взаимодействующих материалов и их смесей. Для его применения не надо использовать данные об электрофизических свойствах и структуре материала, ван-дер-Ваальсовом взаимодействии их атомов и молекул. Метод базируется на варианте модели сплошной упругой среды, в основе которого лежит предположение о многочастичном потенциальном нелокальном взаимодействии бесконечно малых частиц, составляющих среду.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ В ОКРЕСТНОСТИ ТРЕЩИНЫ НОРМАЛЬНОГО ОТРЫВА В ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Роот В.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

VRoot@pg54.ru

Рассматривается задача об определении напряженно-деформированного состояния в окрестности трещины нормального отрыва в изгибаемых железобетонных элементах. Используется вариационный метод Власова–Леонтьева. Предложенная модель позволяет определять параметры возмущения напряженно-деформированного состояния после образования трещины нормального отрыва. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-08-00633.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛНОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ М. УИЛЬЯМСА У ВЕРШИН ТРЕЩИН КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ В БЕСКОНЕЧНОЙ ПЛАСТИНЕ С ДВУМЯ КОЛЛИНЕАРНЫМИ ТРЕЩИНАМИ

Росляков П.С., Ломаков П.Н.

Самарский государственный университет

roslyakovpavel@yandex.ru

Аналитически определены коэффициенты полного асимптотического разложения М. Уильямса поля напряжений у вершин двух коллинеарных трещин в бесконечной пластине, находящейся в условиях смешанного нагружения. Представлен метод вычисления коэффициентов асимптотического разложения М. Уильямса, базирующийся на классическом комплексном представлении решения Колосова–Мусхелишвили и его разложении в ряд в окрестности вершины трещины. Найдены аналитические зависимости коэффициентов полного асимптотического разложения М. Уильямса (T -напряжений и коэффициентов высших приближений) от приложенной нагрузки, длин трещин и расстояний между ними для пластины с двумя коллинеарными трещинами.

АНАЛИЗ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ И ВЯЗКОУПРУГОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ЕЁ МИКРОСТРУКТУРЫ В ЗОНЕ КОНТАКТА

Россихин Ю.А.¹, Шитикова М.В.¹, Попов И.И.¹, Chang Ta-Peng²

Воронежский архитектурно-строительный университет¹

National Taiwan University of Science and Technology², Taipei, Taiwan

yar@vgasu.vrn.ru

Исследуется низкоскоростной удар упругого стержня с плоским торцом по вязкоупругой балке типа Тимошенко, вязкоупругие свойства которой вне зоны контакта описываются моделью стандартного линейного тела с производными целого порядка, а в зоне контакта – той же моделью, но с дробными производными. Это связано с тем, что в процессе удара происходит разрушение поперечных связей между молекулами материала балки в зоне контакта, что приводит к более свободным перемещениям молекул относительно друг друга и, следовательно, к уменьшению вязкости в зоне контакта, а варьирование параметром дробности позволяет управлять вязкостью материала балки. Контактная сила найдена при помощи преобразования Лапласа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ, ВОЗБУЖДАЕМОГО В УПРУГОЙ СРЕДЕ СИСТЕМОЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ, СЦЕПЛЕННЫХ С ЖЕСТКИМ ШТАМПОМ

Рубцов С.Е., Павлова А.В.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

rub_serg@mail.ru

Исследуется волновое поле, возбуждаемое в упругой среде системой жестких вертикальных включений, сцепленных с круглым штампом. Поставлена осесимметричная краевая задача, в которой штамп моделируется поверхностной распределенной нагрузкой, а включения объемными силами. Задача решена методом интегральных преобразований. Опираясь на это решение, для неизвестного напряжения между штампом и упругой средой построено интегральное уравнение первого рода, которое решено методом фиктивного поглощения. Изучена зависимость полученных решений от физических и геометрических параметров задачи.

СВЕРХПЛАСТИЧНОСТЬ В ПРОЦЕССАХ ОБЪЕМНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

Рудаев Я.И.¹, Китаева Д.А.², Коджаспиров Г.Е.²

Кыргызско-Российский славянский университет¹, г. Бишкек, Кыргызстан

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

rudaev36@mail.ru

Рассматривается задача выработки подходов к исследованию процессов объемного формоизменения промышленных алюминиевых сплавов на базе управляемой сверхпластической деформации. Решение отыскивается в рамках динамической модели, обобщенной на пространственный случай с привлечением соотношений теории упругопластических процессов малой кривизны. В изотермических условиях скоростные ограничения на развитие эффекта позволяют выделить и математически ограничить в очаге деформации область сверхпластичности и, следовательно, управлять размером зерна. Аналитические исследования конкретных операций экспериментально подтверждают прогнозируемую мелкозернистую структуру в конечном изделии.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ТЕЛА С ТРЕЩИНОЙ С ВОЗМОЖНЫМ КОНТАКТОМ БЕРЕГОВ

Рудой Е.М.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск,

Новосибирский государственный университет

rem@hydro.nsc.ru

Предложен итерационный метод решения задачи равновесия двухмерного упругого тела с трещиной, на берегах которой задано условие непроникания. Метод основан на декомпозиции области и алгоритме Удзава. Для построения алгоритма исходная область разбивается на две подобласти, общая граница которых содержит трещину. В каждой из подобластей решается линейная задача теории упругости. Решения в каждой из областей связываются между собой двумя множителями Лагранжа: один обеспечивает «склеивание решений», а второй – выполнение условия непроникания берегов трещины.

ЭЛЕКТРО- И МАГНЕТО-АКТИВНЫЕ МЯГКИЕ КОМПОЗИТЫ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ И НЕУПОРЯДОЧЕННЫМИ МИКРОСТРУКТУРАМИ

Рудых С.А.

Технион – Израильский технологический институт, г. Хайфа, Израиль

rudykh@technion.ac.il

Исследуется механическое поведение в сильно нелинейных композитных материалах под воздействием механической нагрузки при возбуждении электрического или магнитного поля. Рассматриваются композиты с периодическими микроструктурами и с неупорядоченными микроструктурами и их магнито-механическое и электромеханическое поведение, а также потеря устойчивости.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЙ НАНОЖИДКОСТЕЙ И МЕТОДЫ ИХ ОПИСАНИЯ

Рудяк В.Я., Борд Е.Г., Краснолуцкий С.Л.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

valery.rudyak@mail.ru

Изучены методы описания течений наножидкостей и их свойств. Показано, в каких случаях течения наножидкостей могут описываться обычными уравнениями гидродинамики, а в каких необходимо использовать уравнения переноса для парциальных переменных или смешанный кинетико-гидродинамический уровень описания. В первом случае подробно анализируются коэффициенты переноса наножидкостей. Показано, что в отличие от обычных дисперсных жидкостей, вязкость и теплопроводность наножидкостей зависит не только от концентрации частиц, но также от их размера и материала. В заключительной части доклада анализируются особенности течений наножидкостей и, в частности, ламинарно-турбулентный переход.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ГРУНТОВОГО СООРУЖЕНИЯ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ГРУНТА

Руми Д.Ф.¹, Абдураимов У.К.²

Институт сейсмостойкости сооружений, АН РУз¹, г. Ташкент, Узбекистан

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта², г. Ташкент,

Узбекистан

Klara_51@mail.ru

Решена динамическая задача применительно к наземным грунтовым гидротехническим сооружениям (плотинам, дамбам, водохранилищам и т. п.) при действии нагрузки со стороны грунтового основания с учетом нелинейных свойств грунта. Рассматривается нестационарная задача по исследованию динамического поведения и напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтовой плотины, стоящей на жестком основании и представляющей собой протяженное сооружение с трапециевидным русловым сечением при динамических воздействиях с учетом нелинейных свойств грунта (упругопластичность, структурное разрушение, дилатансия, упруговязкопластичность и степень увлажнения). Задача решена по схеме М. Уилкинса методом конечных разностей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЯВЛЕНИЯ САМОСИНХРОНИЗАЦИИ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ ВИБРОТРАНСПОРТИРУЮЩИХ МАШИН

Румянцев С.А., Азаров Е.Б., Бабкин А.В., Шихов А.М.

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

SRumyantsev@math.usurt.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований устойчивости явления самосинхронизации вибровозбудителей вибротранспортирующих машин. Эксперименты проводились на лабораторной установке, разработанной авторами. Установка позволяет исследовать динамику переходных процессов при пуске и выбеге вибромашины в одно- или двухмассной конфигурации, с одним, двумя или тремя вибровозбудителями при различном их расположении. Установленные в ходе экспериментов факты представляются авторам весьма перспективными в плане создания новых конструкций вибротранспортирующих машин и новых энергосберегающих технологических процессов.

О ДИНАМИКЕ ШАЙБЫ НА ШЕРОХОВАТОЙ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Русинова А.М.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

annarusinova@mail.ru

Рассматривается движение однородной круговой шайбы ненулевой высоты по неподвижной наклонной плоскости с трением. Предполагается, что шайба движется безотрывно, опираясь о плоскость своим основанием. Движение изучается в рамках модели распределения нормального давления, включающей три независимых параметра. При поступательном движении шайбы распределение нормального давления соответствует распределению нормальных напряжений по основанию штампа с плоским основанием. Если высота шайбы нулевая, то распределение нормальных напряжений соответствует закону Галина. Дан качественный анализ динамики шайбы в случае, когда тангенс угла наклона плоскости меньше коэффициента трения Кулона. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №13-01-00230а, №14-01-31467 мол_а.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАЗМЕННОГО АКТУАТОРА

Русьянов Д.А., Курячий А.П., Чернышев С.Л.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

rusyanov@progtch.ru

С помощью представленной физико-математической модели плазменного актуатора, функционирующего на основе диэлектрического барьерного разряда, рассчитаны генерируемые актуатором распределения объемной силы и тепловыделения. На основе нестационарных уравнений Навье–Стокса с заданными распределениями объемной силы и тепловыделения рассчитано течение в первоначально покоящемся воздухе для параметров задачи, моделирующих условия опубликованных экспериментальных исследований.

БЕССЕТОЧНЫЙ МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ «ГАЗ – ИСПАРАЮЩИЕСЯ КАПЛИ»

Рыбдылова О., Бегг С.

*Centre for Automotive Engineering (CAE), School of Computing, Engineering and Mathematics,
University of Brighton, Brighton BN2 4GJ, United Kingdom*

O.Rybdylova@brighton.ac.uk

Предложен полностью бессеточный метод для моделирования нестационарных двумерных течений газа с испаряющимися каплями жидкости. Параметры несущей фазы (газа) находятся с помощью метода вязких вихревых и тепловых доменов, что позволяет свести задачу расчета полей скоростей и температуры газа к решению системы ОДУ. Параметры дисперсной фазы также определяются с помощью лагранжева подхода. Предложенный метод применен к исследованию задачи об истечении импульсной холодной двухфазной струи в горячий покоящийся газ. Исследованы различные режимы течения, структура двухфазной струи, формирование двухфазной вихревой пары.

ВОЛНОВЫЕ СТРУКТУРЫ И ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОД В КВАЗИДВУМЕРНЫХ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЯХ

Рыбушкина Г.В.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

ryb@appl.sci-nnov.ru

Численно исследуется генерация волновых структур в квазидвумерных струйных течениях с горизонтальным сдвигом скорости в канале с жесткими стенками. Влияние придонного трения учитывается в рамках двумерной модели течения через введение коэффициента внешнего трения. Изучаются переключения мод и возникновение их сложной динамики с ростом надкритичности. Постановка задачи соответствует условиям лабораторного моделирования цепочек волновых структур, наблюдаемых в зональных течениях в атмосфере и океане Земли.

ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА, ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОСТИ И ГРАВИТАЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ С ЭФФЕКТОМ СОРЕ

Рыжков И.И.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

rii@icm.krasn.ru

Рассмотрена линейная задача об устойчивости механического равновесия в системе из двух горизонтальных слоев, образованных двумя фазами одной и той же бинарной смеси (циклогексан – метанол). Слои подогреваются сверху/снизу, учитываются неоднородности концентрации, вызванные эффектом Соре. Для случая отсутствия гравитации и монотонных возмущений найдено точное решение линеаризованных амплитудных уравнений. Общий случай монотонных и колебательных возмущений исследован численно. Проведен анализ механизмов неустойчивости, обусловленных фазовым переходом, термокапиллярностью и гравитацией, построены карты устойчивости системы в пространстве параметров.

КОНЦЕПЦИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И МЕХАНИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Рычков Б.А., Комарцов Н.М., Лужанская Т.А.

Кыргызско-российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

rychkovba@mail.ru

В развиваемой концепции скольжения основной прочностной характеристикой материала считается сопротивление сдвигу. Проанализированы экспериментальные данные А.Н. Ставрогина по трехосному неравномерному сжатию цилиндрических образцов горных пород. Установлена единая, независимая от вида напряженного состояния, зависимость чисто пластической деформации от уровня напряжений. Упругая составляющая деформации рассмотрена, в том числе, с позиции физически нелинейной теории упругости. Определен коэффициент разрыхления материала. Предложен метод составления паспорта прочности горных пород по экспериментальным данным только одноосного сжатия и по известным свойствам огибающей к кругам Мора.

О ПОСТРОЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГИХ СТРУКТУР С ДИСПЕРСИЕЙ

Рязанцева М.Ю.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

marina-ryazantseva@yandex.ru

Обсуждается проблема построения осреднённых динамических уравнений теории упругих пластин из слоистых композитов. Предлагается строить уточнённую теорию с учётом взаимодействия низкочастотных (классических) форм колебаний с первыми высокочастотными модами. Построенная таким образом теория позволяет описать асимптотически точно на длинных волнах и качественно правильно на достаточно коротких волнах эффект поперечного сдвига, поперечного обжатия, геометрическую дисперсию волн. Исследуется диапазон применимости теории. Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ НШ-2029.2014.8.

ФОРМИРОВАНИЕ СВОБОДНОВИСЯЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ЗОНЫ В СВЕРХЗВУКОВОЙ НЕДОРАСШИРЕННОЙ СТРУЕ

Савин А.В.¹, Смирнов П.Г.¹, Соколов Е.И.²

ЗАО «Струйные технологии»¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

falcon_falcon@list.ru

Исследуется механизм создания свободновисящих развитых циркуляционных зон – возвратных течений, возникающих за диском Маха струи, истекающей из сверхзвукового осесимметричного сопла с давлением на срезе, большим наружного. В рамках околоосевого приближения сформулированы представления о механизме формирования циркуляционных зон и критерии их возникновения. Методом вычислительного эксперимента анализируются технические возможности формирования течений, удовлетворяющих этим критериям. Показана возможность формирования циркуляционных зон без внедрения каких-либо конструктивных элементов в приосевую область сопла.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С ОТРЫВОМ ОТ ПОВЕРХНОСТИ

Савин С.И., Яцун С.Ф., Яцун А.С., Ворочаева Л.Ю.

Юго-Западный государственный университет, г. Курск

sergey89mtkgtu@mail.ru

Представлено математическое моделирование управляемого движения четырехзвенового механизма с отрывом от опорной поверхности. Предложена система управления с обратной связью, где измеряемыми параметрами служат нормальные реакции в точках контакта, а управляющие воздействия задаются в виде кусочно-линейных функций. Показано, что, используя предложенную стратегию управления, можно регулировать высоту прыжка механизма и положение точки приземления. Дана интерпретация временным зависимостям величин нормальных реакций в точках контакта. Полученные результаты могут быть использованы при изучении движения антропоморфных механизмов, двигающихся с отрывом от поверхности.

НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ДЕЙСТВИЯ ПО ГАМИЛЬТОНУ, СИММЕТРИИ И ПРИБЛИЖЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С НЕПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ СИЛАМИ

Савчин В.М., Будочкина С.А.

Российский университет дружбы народов, г. Москва

vsavchin@yandex.ru

Рассматриваются вопросы о построении неклассических действий по Гамильтону и их инвариантности (абсолютной, до дивергенции). Дается формула для нахождения первого интеграла для заданного уравнения движения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НДС ОБОЛОЧЕК ПРИ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ МКЭ

Сагдатуллин М.К.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

Излагаются основы методики численного исследования конечных деформаций изотропных гиперупругих тел, ориентированной на применение МКЭ. Первый раздел посвящен кинематике конечных деформаций в Лагранжевой системе координат, вводятся тензоры и меры деформации, определяющих скорости, приведены различные тензоры напряжений. Во втором разделе формулируются физические соотношения гиперупругой изотропной среды, используя уравнения термодинамики. В третьем разделе приводится разрешающее линеаризованное уравнение в текущей конфигурации и выводятся соотношения, определяющие скорость изменения тензора напряжения Коши–Эйлера как линейной функции от тензора пространственного градиента скорости. Решена тестовая задача.

РАБОТЫ ПО МЕХАНИКЕ КОСМИЧЕСКОГО ЛИФТА В ИПМ ИМ. М.В. КЕЛДЫША РАН

Садов Ю.А., Нуралиева А.Б.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

sadovya@keldysh.ru

Космический лифт – очень многообещающее, но пока недоступное для реализации сооружение, которое в перспективе позволяет в сотни раз уменьшить стоимость вывода космических аппаратов на околоземные орбиты и исключить загрязнение верхней атмосферы и космоса продуктами сгорания топлива и отбрасываемыми деталями носителей. Работы по конструкции, технологиям и теории функционирования этого устройства ведутся с начала этого века во многих странах. В России сейчас нет координирующей такую работу центра, и исследования ведутся отдельными группами. Описан круг работ по механике этой конструкции, проводимых в московском Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РЕАЛЬНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА НОСОВОЙ ПОЛОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Садовский А.С., Босых Л.Ю., Ганимедов В.Л., Мучная М.И.

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

г. Новосибирск

as_s6@mail.ru

Из-за сложного анатомического строения дыхательный тракт является труднодоступным для традиционных методов визуализации и диагностики потоков, поэтому математическое моделирование является альтернативным и наиболее оптимальным способом исследования течения в нем. Данный подход позволяет провести исследование реальной геометрии и получить полную информацию о течении. На его основе можно проводить виртуальные операции и с их помощью прогнозировать возможные последствия операции. В данной работе на основе результатов численного моделирования течения воздуха в носовой полости человека выполнен анализ последствий реальных операций для ряда моделей, имеющих различные отклонения в анатомии.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ БЛОЧНОЙ СРЕДЫ С ПОДАТЛИВЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ

Садовский В.М., Садовская О.В.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

sadov@icm.krasn.ru

На основе уравнений динамики кусочно-однородной упругой среды разработан параллельный вычислительный алгоритм и компьютерная программа для анализа волновых процессов в блочной среде с податливыми прослойками. Расчеты показали, что такая среда может рассматриваться как изотропная только в случае очень тонких прослоек. С увеличением толщины усиливаются эффекты анизотропии. К осредненному описанию волн в многоблочной среде применены уравнения ортотропного континуума Коссера, для численного решения которых разработаны алгоритм и программа. Сравнение показало качественное и количественное соответствие результатов расчетов волн в рамках моделей блочной среды и ортотропного моментного континуума.

ВЕРСИЯ УРАВНЕНИЙ БАХВАЛОВА – ЭГЛИТ ТЕПЛОПРОВОДНОЙ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ В НЕПЕРИОДИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ

Саженов С.А.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

sazhenkovs@yandex.ru

Рассматривается система одномерных уравнений Навье–Стокса–Фурье, описывающая динамику теплопроводной вязкой сплошной среды. Система снабжается быстро осциллирующими начальными распределениями удельного объема, скорости и удельной внутренней энергии. Допускается, что характер быстрых осцилляций начальных данных не имеет какой-либо упорядоченной структуры: периодической и т. п. Выполняется предельный переход в модели при стремлении частот быстрых осцилляций к бесконечности. Как результат, конструируется замкнутая усредненная модель. Показано, что если начальные данные являются периодическими, то построенная модель редуцируется к системе квазиусредненных уравнений Бахвалова–Эглит.

ГОМОГЕНИЗАЦИЯ МОДЕЛИ МАЛЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТОМ ГРУНТЕ

Саженова Е.В.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

sazhenkovs@yandex.ru

Рассматривается линеаризованная изотермическая модель совместного движения упругого пористого грунта и двухфазной ньютоновской вязкой сжимаемой жидкости. Взаимодействие между жидкими фазами подчиняется схеме Рахматуллина. Поровое пространство снабжается периодической геометрией. В рассмотрение вводится малый параметр – отношение минимального периода структуры и диаметра всего пористого тела. Проводится процедура усреднения, то есть предельный переход в уравнениях модели при стремлении малого параметра к нулю. В результате устанавливается, что предельным эффективным поведением рассматриваемой механической системы является поведение линейно вязкоупругого материала с памятью формы.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ НАГРЕВАНИЯ И ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА

Сажин С.С.¹, Шишкова И.Н.²

University of Brighton¹, Brighton BN2 4GJ, United Kingdom

Национальный исследовательский университет МЭИ², г. Москва

S.Sazhin@brighton.ac.uk

Проведено многостороннее исследование задач о нагревании и испарении капель биодизельного и дизельного топлива. Представлен ряд результатов, полученных на основе обобщенной многомерной квазидискретной модели применительно к реальным каплям дизельного топлива. Развита некоторые кинетические и молекулярно-динамические подходы. В кинетической модели приняты во внимание неупругие столкновения молекул сложных углеводородов, при которых энергия распределяется между поступательными и внутренними степенями свободы, а также присутствие нескольких различных компонентов в автомобильном топливе.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ
НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ В ТЕРМИНАХ W-ФУНКЦИИ ЛАМБЕРТА
В СЛУЧАЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФРОНТА ВЫТЕСНЕНИЯ**

Сазонов Е.О.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

roboticseo@gmail.com

Для прогнозирования свойств пласта после закачки полимерных растворов наряду с численными решениями полезны и аналитические подходы. Например, актуальной задачей является оценка расстояния фронта вытеснения в пласте при постоянном перепаде давления и условии стабильности фронта. Рассмотрена радиальная задача о движении границы раздела двух несмешивающихся жидкостей при постоянном перепаде давления. Решение описывает процесс стягивания контура или его продвижение вглубь пласта. Для радиального случая впервые получено аналитическое решение в явном виде в терминах W-функции Ламберта.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ МИГРАЦИЯ НЕФТИ ЧЕРЕЗ ЛЕДЯНОЙ ПОКРОВ

Сазонов К.Е.

Крыловский государственный научный центр, г. Санкт-Петербург

kirsaz@rambler.ru

Представлена модель вертикальной миграции капель нефти во льду. Предполагается, что движение капли нефти происходит за счет ее радиационного нагрева. При расчете параметров движения капли учитывается наличие в морском льду капиллярных и стоковых каналов. Результаты расчетов по предложенной модели сопоставлены с имеющимися экспериментальными данными. Показано, что при учете наличия каналов во льду модель дает реалистичные значения времени выхода нефти на поверхность льда.

**СОВМЕСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА И НАКОПЛЕНИЯ
КОНТАКТНО-УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ
В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁСАХ**

Сакало А.В., Языков В.Н.

Брянский государственный технический университет

sakalo@umlab.ru

Рассмотрены алгоритмы совместного компьютерного моделирования процессов износа и накопления контактно-усталостных повреждений в колёсах железнодорожного подвижного состава, реализованные в программном комплексе «Универсальный механизм» (ПК УМ, www.umlab.ru). Обсуждаются новые подходы к решению задачи контакта колеса и рельса.

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ВЫХОДНОГО ВАЛА КОРОБКИ
ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Саламандра К.Б.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

ksalamandra@yandex.ru

При постоянной частоте оборотов двигателя и на скоростях автомобиля, соответствующих наиболее длительному режиму движения, решается задача динамического гашения колебаний, передающихся на трансмиссию от двигателя внутреннего сгорания. Применение методики позволяет снизить износ зубчатых передач, уменьшить шум и вибрацию, что повышает ресурс и улучшает энергосберегающие показатели трансмиссии. Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 13-08-01235 А.

**КИНЕТИКА СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ: ХАРАКТЕРНЫЕ
МАСШТАБЫ ОПТИМИЗАЦИЯ И ПОЛИДИСПЕРСНОСТЬ**

Саламатин А.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

arthouse131@rambler.ru

Представлены результаты моделирования процесса сверхкритической флюидной экстракции масла из молотого растительного сырья. На основе общей модели массопереноса для частицы выявлен новый режим экстракции и определены границы применимости (двух) известных предельных вариантов модели. На основе одного из этих подходов, концепции сужающегося ядра, изучено влияние полидисперсности зернистого слоя на темпы экстракции, сформулированы обратные задачи восстановления функции распределения частиц по кривой выхода масла из аппарата. При решении оптимизационных задач определены аналитические выражения для наилучшего способа упаковки частиц в аппарат и зависимости расхода растворителя от времени.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ
В ОКРЕСТНОСТИ ТРЕУГОЛЬНЫХ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЯ–ЛУНА
С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОГО ВОЗМУЩЕНИЯ**

Сальникова Т.В.¹, Степанов С.Я.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН², г. Москва

tatiana.salnikova@gmail.com

Устойчивые по Ляпунову треугольные точки либрации системы Земля–Луна становятся неустойчивыми при добавлении влияния

Солнца. Мы рассматриваем задачу четырех тел – Земля, Луна, Солнце и Частица – в следующей постановке. Пусть барицентр системы Земля–Луна движется по круговой орбите вокруг Солнца, Земля и Луна вращаются вокруг него по круговым орбитам в той же плоскости. Опишем движение частицы во вращающейся системе координат с началом в барицентре и осью абсцисс, проходящей через центры масс Земли и Луны. При учете силы гравитации Солнца мы показываем существование устойчивых периодических орбит, охватывающих каждую из треугольных точек либрации. При добавлении силы светового давления эти траектории остаются устойчивыми, слегка меняя форму. Кроме того, найдено неустойчивая периодическая орбита, охватывающая по очереди точки вибрации L4, L1 и L5. Для рассматриваемой частицы изучаются условия наилучшего ее наблюдения, зависящие от освещенности Солнцем и удаленности от Земли.

МЕТОД КВАЗИДИАГОНАЛИЗАЦИИ В РАСЧЕТАХ ЛИНЕЙНЫХ ДИССИПАТИВНЫХ СИСТЕМ С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ ПО СХЕМАМ ВЫСОКОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Самогин Ю.Н., Чирков В.П.

Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва

samogin1812@yandex.ru

Предложен метод квазидиагонализации для расчета линейных диссипативных систем по схемам высокой размерности, основанный на представлении решения в виде двух слагаемых: квазистатическое и динамическое решение. Квазистатическое решение определяется не из исходных уравнений движения, а из некоторых упрощенных уравнений. Размерность упрощенной системы равна размерности исходной задачи. Динамическое решение строится лишь для тех форм колебаний, собственные частоты которых находятся в заданном частотном диапазоне внешнего воздействия, что позволяет при построении динамического решения использовать систему уравнений существенно меньшей размерности.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ В ПЛОСКОМ ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ

Самойлова Н.В., Михайлов В.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

n.samoilova@mail.ru

Рассмотрены уравнения осредненного течения в плоском турбулентном пограничном слое несжимаемой жидкости. Предполагается, что течение близко к плоскопараллельному вплоть до сечения отрыва («гладкий» отрыв). Получено автомодельное решение и критерий реламинаризации. Для предельного режима сколь угодно больших чисел Рейнольдса получено в квадратурах решение для равновесного течения. На этом режиме получено достаточное условие для реализации парадокса Даламбера – безотрывного обтекания. Предложена модификация функции следа Коулса, хорошо аппроксимирующая профиль скорости, в том числе на автомодельном режиме. Показано, что на предотрывных режимах и в сечении отрыва известный «закон 1/2» не реализуется.

ГЕОМЕТРИЯ И МЕХАНИКА

Самсонов В.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

samson@imec.msu.ru

Крест как содержательный геометрический образ в некоторых задачах механики может наглядно описывать примеры типового, но негрубого ветвления решений алгебраических уравнений. Малое возмущение уравнения приводит к «разрушению» креста. В механике, особенно в теории устойчивости, эти обстоятельства положены в основу теории бифуркаций равновесий и стационарных движений. Рассматриваются бифуркации решений в задаче о равновесии тормозной колодки в отсутствие и при наличии внешней силы. Величина внешней силы выступает в роли малого параметра, который приводит к бифуркации исходного негрубого крестообразного ветвления решений.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГАЗОВЫХ ПУЗЫРЬКОВ В ЖИДКОСТИ ВБЛИЗИ КОНТАКТА

Сандуляну Ш.В.¹, Петров А.Г.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН², г. Москва

shtefan.sanduleanu@gmail.com

Методами Лагранжа и теории осреднения исследуются нелинейные колебания двух сферических газовых пузырьков вблизи их контакта в периодическом поле давления вязкой жидкости. Из точных динамических уравнений построено асимптотическое по малому зазору между сферами дифференциальное уравнение. Найден безразмерный критерий, определяющий условия слияния пузырьков. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00892, № 14-01-00818.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВОРОТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В КЛАССЕ КОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Сапунков Я.Г., Молоденков А.В.

Институт проблем точной механики и управления, г. Саратов

molalexei@yandex.ru

В кватернионной постановке рассматривается задача оптимального в смысле минимума энергетических затрат разворота космического аппарата, как твердого тела со сферическим распределением масс. Для этой задачи получено новое точное аналитическое решение в классе конических движений. Также в классе обобщенных конических движений произведена модификация задачи оптимального разворота, которая позволила получить аналитическое решение задачи при произвольных граничных условиях.

Приводятся численные примеры, показывающие близость решений традиционной и модифицированной задач оптимального разворота. Дается обобщение полученного результата на случай произвольной динамической конфигурации космического аппарата.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕССОВКИ ИЗ ШИХТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ АЛЮМОТЕРМИТНОГО ПЕРЕПЛАВА

Сапченко И.Г., Жилин С.Г., Комаров О.Н., Потянихин Д.А.

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре

zhilin@imim.ru

Рассмотрены результаты определения параметров переработки отходов машиностроительного производства посредством экзотермического переплава, при которых достигается максимальный выход восстановленного металла и высокая производительность процесса при получении расплава металла. Приведены результаты исследования влияния плотности алюмотермитной смеси, фракции и гранулометрического состава ее исходных компонентов на выход восстановленного металла, а также возможности сокращения в алюмотермитной смеси содержания восстановителя для увеличения производительности процесса.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ ДИНАМИКИ МИКРОПОЛЯРНЫХ УПРУГИХ ТОНКИХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

Саркисян А.А., Саркисян С.О.

Гюмрийский государственный педагогический институт им. М. Налбандяна,

г. Гюмри, Армения

armenuhis@mail.ru

Рассматриваются микрополярные пологие оболочки, упругие прогибы которых сравнимы с их толщиной и вместе с тем малы по отношению к характерным размерам в плане, одновременно малы как углы поворота нормалей к срединной поверхности до деформации, так и их свободные повороты, в тензоре деформации и тензоре изгиба-кручения учитываются нелинейные слагаемые в градиентах перемещения и поворота. Развивается метод гипотез, на основе которого построена прикладная теория динамики микрополярных упругих гибких пологих оболочек. Изучаются собственные и вынужденные колебания микрополярных пологих цилиндрических и сферических панелей устанавливаются специфические свойства микрополярных материалов.

ВАРИАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ УПРУГОГО ТЕЛА

Саурин В.В., Костин Г.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

saurin@ipmnet.ru

Даны новые вариационные постановки начально-краевых задач о вынужденных движениях упругих систем, которые описываются линейными дифференциальными уравнениями в частных производных, а также граничными и начальными условиями смешанного типа. Полученные интегро-дифференциальные формулировки сводятся к нахождению минимума квадратичных функционалов состояния системы при заданных дифференциальных ограничениях. Выведены необходимые условия стационарности рассмотренных функционалов. Исследованы возможности построения оптимального управления движением упругого тела. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-00827.

О КОРРЕКТНОСТИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЙ ТРУБЫ С ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

Сафина Г.Ф.¹, Ахтямов А.М.²

Башкирский государственный университет, Нижнекамский филиал¹, г. Нижнекамск

Башкирский государственный университет², г. Уфа

safinagf@mail.ru

Рассмотрена обратная спектральная задача определения вида и параметров закреплений трубы с протекающей жидкостью. Исследована и показана корректность задачи по А.Н. Тихонову. Построен соответствующий компакт, приведены соотношения Плюккера, позволяющие построить приближенное решение обратной задачи.

ИНЕРЦИОННЫЕ СИЛЫ И ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ В НЕИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЕТА

Сафиуллин Р.К.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

rksaf@mail.ru

Физики предпочитают иметь дело с инерциальными системами отсчета (СО), в которых строго выполняются законы механики Ньютона. Однако в реальной жизни часто приходится пользоваться неинерциальными СО. Например, система отсчета, связанная с Землей, не является строго инерциальной. Отклонения ее от инерциальной СО связано, в основном, с вращением Земли вокруг своей оси и с ее орбитальным движением вокруг Солнца. Отклонения от инерциальности относительно невелики, но проявляются в целом ряде явлений, таких, как большой размыв (большая крутизна) правых берегов рек в Северном полушарии и левых берегов рек в Южном полушарии; боковые отклонения летящих снарядов, поворот плоскости качания маятников относительно окружающих тел в течение суток, отклонения от вертикали падающих тел и т. д. Движение тел в неинерциальных СО может быть описано так же, как и в инерциальных СО путем введения так называемых «инерционных» сил. К ним относятся: центробежная сила и сила Кориолиса; сила, обусловленная изменением во времени частоты вращения неинерциальной СО вокруг своей оси, а также

сила, обусловленная ускоренным поступательным движением неинерциальной СО относительно инерциальной. В работе произведены аналитические оценки различных инерционных сил при различных скоростях движущихся тел, при возможных природных катаклизмах. Сделаны оценки бокового смещения летящих снарядов, обусловленного силой Кориолиса, оценки для пассатов – западных ветров в области субтропиков и других явлений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Сафонов А.А.¹, Константинов А.Ю.²

Сколковский институт науки и технологий¹, г. Сколково

*Научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного
(национального исследовательского) университета им. Н.И. Лобачевского²*

a.safonov@skoltech.ru

Изложены методические аспекты моделирования поведения композиционных материалов на основе термореактивного связующего (ТРКМ). Особенность поведения подобных материалов заключается в том, что фазовое состояние матрицы меняется в процессе химической реакции отверждения, что сказывается на механических и температурных свойствах композита в целом. При численном анализе технологических процессов изготовления деталей из термореактивных композиционных материалов необходимо учитывать эту особенность. Математическая модель ТРКМ с учетом всех его особенностей реализована в рамках ПП ABAQUS. Приводится пример моделирования пултрузионной вытяжки композитного мостового швеллера.

ОБ ОДНОМ ЧАСТНОМ СЛУЧАЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ МИЗЕСА

Сахаров А.Н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

asakh@rambler.ru

Представлено исследование свойств уравнений пространственного течения пластической среды Мизеса в частном случае, когда напряженное состояние допускает представление в виде суперпозиции двумерных состояний плоской деформации и продольного сдвига из плоскости. В качестве примера рассмотрена задача резания пластического слоя цилиндрическим индентором. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00199.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В НЕДОРАСШИРЕННЫХ СТРУЯХ ДИССОЦИИРОВАННОГО УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВЧ-ПЛАЗМОТРОНЕ И ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ НА УСЛОВИЯ ГИПЕРЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ ЗАТУПЛЕННЫХ ТЕЛ В МАРСИАНСКОЙ АТМОСФЕРЕ

Сахаров В.И.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

sakharov@imec.msu.ru

На основе концепции локального моделирования теплообмена пересчитаны параметры сверхзвукового обтекания цилиндрической модели с плоским торцом в недорасширенных струях диссоциированного углекислого газа в широком диапазоне рабочих параметрах ВЧ-плазматрона ВГУ-4 на условия входа сферы в атмосферу Марса с гиперзвуковой скоростью. Определены характеристики теплообмена, которые подобны в эксперименте и гиперзвуковом полете. Работа выполнена совместно с сотрудником ИПМех РАН А.Ф. Колесниковым.

ОКТАЭДРАЛЬНЫЙ ДОДЕКАПОД – НОВЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АДАПТИВНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ МОДУЛЬНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ПЛАТОНОВОГО ТЕЛА

Саяпин С.Н.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

S.Sayapin@rambler.ru

Рассмотрены особенности пространственных параллельных мобильных роботов модульного типа, построенных на основе Платоновых тел с ребрами в виде линейных приводов, концы которых шарнирно связаны с вершинами. Образованные линейными приводами грани, способны схватывать наружные и расpirать внутренние поверхности предметов произвольной формы. Эти свойства обеспечивают им новые функциональные возможности по сравнению с известными параллельными роботами. Показаны преимущества октаэдральной структуры.

НЕЛИНЕЙНОЕ РАЗВИТИЕ ВОЗМУЩЕНИЙ В ЛАМИНАРНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВНЕШНЕГО ПОТОКА

Сбоев Д.С.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

t124@inbox.ru

Проведено экспериментальное исследование ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое плоской пластины под воздействием умеренной турбулентности внешнего потока. Сравнение полученных результатов с расчетами по линейной теории

показало, что ранние стадии развития возмущений в пограничном слое могут описываться линейными моделями. Однако протяженность линейного участка невелика. Причиной этого является нелинейное развитие внешней турбулентности вблизи пограничного слоя и нелинейные взаимодействия низкочастотных и высокочастотных возмущений внутри него. Нелинейные процессы начинаются задолго до возникновения в пограничном слое турбулентных пятен. Выявлены их некоторые особенности.

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕРМОСТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ТЕЧЕНИЙ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ CFD ПРОГРАММ

Свешников Д.Н., Богатырев Д.П.

*Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова,
г. Нижний Новгород*

nti@okbm.nnov.ru

Рассматриваются вопросы подготовки экспериментальных данных по исследованию стратифицированных течений с использованием современных средств регистрации полей температур и скоростей – тепловизора и лазерной системы. При этом особое внимание уделяется отработке технологии измерений и представительности получаемых экспериментальных данных для верификации CFD программ.

ФРОНТ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПОТОКА ЧАСТИЦ В УПРУГУЮ СРЕДУ

Свешникова Е.И.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Механико-математический
факультет*

sveshn@mech.math.msu.su

Рассматривается плоский фронт превращения потока невзаимодействующих частиц в сплошную среду, которая предполагается несжимаемой, упругой анизотропной и нелинейной. Показано, что в определенных случаях на фронте слипания кроме законов сохранения необходимо выставлять дополнительные граничные условия, следующие из требования существования структуры разрыва. Показано, что в фазовом пространстве деформаций сдвига множество состояний за фронтом может состоять из многообразий разной размерности (от единицы до трех).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖИДКОЙ СТРУИ В ПОТОКЕ ВОЗДУХА С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ

Свириденков А.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

sviriden@ciam.ru

Проведено расчетно-экспериментальное исследование распространения жидкой струи в поперечном потоке воздуха. Проанализировано влияние параметров воздушной среды на траекторию и форму жидкой струи. Показано, что периодические пульсации окружающего жидкую струю воздуха вызывают изменение траектории жидкой струи. Проведено сравнение влияния этих пульсаций с влиянием деформации струи на её траекторию в поперечном потоке воздуха.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО АНИЗОТРОПНОГО КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА ПРИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ

Свиридов И.Э., Щеглова Ю.Д.

Воронежский государственный университет

synett@gmail.com

Рассматривается упругопластическое кручение двухслойного анизотропного кругового цилиндра. Предполагается, что внешний слой цилиндра обладает свойствами пластической анизотропии согласно Хиллу, внутренний слой обладает свойствами трансляционной анизотропии. С использованием метода малого параметра определено напряженное состояние цилиндра и упругопластическая граница.

МНОГОУРОВНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗЕРНИСТЫМИ НАНОПОЛНИТЕЛЯМИ

Свистков А.Л.¹, Солодько В.Н.², Кондюрин А.В.³, Елисеева А.Ю.²

Институт механики сплошных сред УрО РАН¹, г. Пермь

Пермский государственный национальный исследовательский университет²

School of Physics, University of Sydney³

svistkov@icmm.ru

Идеи многоуровневого моделирования использованы для разработки основ виртуального проектирования эластомерных материалов. Предложена новая модель поведения эластомерной сетки, учитывающая длины полимерных цепей, их гибкость, функциональность химических сшивок, ориентационные эффекты. На структурном уровне материала исследуются особенности строения нанополнителей, взаимодействия полимерных цепей с поверхностями частиц наполнителя, формирования областей ориентированного полимера в процессе деформирования материала. Модель макроскопического уровня представляет собой систему определяющих уравнений упруговязкопластического поведения материала в условиях конечных деформаций.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ В КВАЗИОДНОМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ

Северина Н.С., Гидаспов В.Ю.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

severina@mai.ru

Исследуются особенности распространения цилиндрической волны детонации в водородно-воздушной горючей смеси. Решается задача Римана на границе инертный газ – горючая смесь. Моделирование проводится в квазиодномерной нестационарной невязкой постановке. Используется оригинальный сеточно-характеристический метод, позволяющий рассчитывать течения с явным выделением сильных и слабых разрывов. Получено, что детонационная волна распространяется в пульсирующем режиме, при этом шаг колебаний плотности и температуры по пространственной координате за головной ударной волной близок к измеренным в экспериментах размерам детонационной ячейки.

НЕУПРУГОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ СЛОИСТЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ КАК ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Северов П.Б.¹, Матвиенко Ю.Г.¹, Иванов В.И.¹, Панков А.В.²

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН¹, г. Москва

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского², г. Жуковский

alpinprom@yandex.ru

Рассматриваются вопросы экспериментального изучения акустикоэмиссионным методом накопления повреждений и разрушения образцов из многослойных углепластиков при механическом нагружении с позиций методологии неупругого деформирования и разрушения твердых тел и сред в процессе их эволюции.

О ДВУХ МОДЕЛЯХ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА ТОЛСТОСТЕННОЙ СФЕРЫ

Седова О.С., Пронина Ю.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет

olya-sedova@mail.ru

Сопоставляются две модели равномерной двусторонней механохимической коррозии толстостенной сферической оболочки под давлением. Скорости коррозии предполагаются линейно зависящими от эквивалентного напряжения на соответствующей поверхности сферической оболочки и экспоненциально зависящими от времени. Одна из моделей использует максимальное нормальное напряжение в качестве эквивалентного напряжения; вторая – интенсивность напряжений. Производятся анализ и сравнение результатов вычислений, полученных на основе аналитических решений, построенных согласно указанным моделям. Исследуется влияние гидростатического давления на прогнозируемую долговечность сферы, рассчитанную в соответствии с каждой из моделей.

ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНОГО УРОВНЯ РАЗРУШЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Селютина Н.С.

Санкт-Петербургский государственный университет

nina.selutina@gmail.com

На основе концепции инкубационного времени структурно-временного подхода объясняется скоростной эффект процесса разрушения бетона. Увеличение одноосного напряжения разрушения при динамической нагрузке характеризуется инкубационным временем. Рассматриваются эффект влияния на прочность размеров образца («size effect») и эффект зависимости прочности от масштабного уровня («scale effect»). Анализируются размерный и масштабный эффекты образцов бетона под ударным воздействием. Сопоставление статистического характера size effect со scale effect связывается с определением пространственно-временного представительного объема, определяющего момент разрушения на данном масштабном уровне. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00814 и грантов СПбГУ №6.38.243.2014 и 6.39.319.2014

РЕЛАКСАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Селютина Н.С.¹, Бородин И.Н.^{2,3}, Петров Ю.В.^{1,2}

Санкт-Петербургский государственный университет¹

Институт проблем машиноведения РАН², г. Санкт-Петербург

Челябинский государственный университет³

elbor7@gmail.com

С точки зрения релаксационной теории пластичности, с единых позиций анализируются различные ситуации деформации металлов, имеющих аномальную зависимость напряжения от степени деформации, которые не могут быть описаны традиционными моделями на основе предела текучести материала. Вводятся новые параметры характерного времени пластической релаксации, которые полагаются постоянной материала, зависящей от его структуры. Определение набора характерных времен релаксации металлов для различных кривых деформирования вместе со структурными моделями пластичности позволяют дать физическую интерпретацию времен релаксации в каждом из случаев и определить его зависимость от структуры материала.

О МОДЕЛИРОВАНИИ МАЛОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Селюцкий Ю.Д.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

seliutski@imec.msu.ru

Рассматривается замкнутая математическая модель малой ветроэнергетической установки с горизонтальной осью в предположении, что электромеханический момент на валу генератора является нелинейным по току. Исследовано многообразие стационарных режимов в зависимости от параметров системы. Сопоставление с данными испытаний, проводившихся в аэродинамической трубе НИИ механики МГУ, показало, что результаты расчетов в рамках модели достаточно хорошо согласуются с экспериментальными. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-01130, 15-01-06970.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА В ПЛОСКОМ СТУПЕНЧАТОМ КАНАЛЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХЗВУКОВОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ОТРЫВНОГО ТЕЧЕНИЯ

Семенёв П.А.¹, Носатов В.В.², Пудовиков Д.Е.¹

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

semenyov@gmail.com

Представлены результаты численного и экспериментального исследования сверхзвукового отрывного течения и локальной теплоотдачи в плоском канале с внезапным односторонним расширением при числе Маха, приблизительно равном 3, и различными значениями толщины турбулентного пограничного слоя перед отрывом со ступеньки. В математической модели использовались уравнения RANS, дополненные различными моделями турбулентности. Выполнен анализ пространственной корреляции полученных полей скорости, поверхностного давления, трения, коэффициента теплоотдачи в области отрыва и присоединения пограничного слоя, а также проведено сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными.

МОДЕЛИ НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Семенов А.С.¹, Гецов Л.Б.², Семенов С.Г.¹

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого¹

Центральный котлотурбинный институт², г. Санкт-Петербург

semenov.artem@googlemail.com

Рассматриваются феноменологические и микромеханические модели неупругого деформирования, критерии зарождения и распространения трещин усталости, ползучести и термической усталости при статическом и термоциклическом нагружении монокристаллических сплавов, позволяющие производить адекватные расчеты напряженно-деформированного состояния, прочности и долговечности лопаток газотурбинных двигателей. Предложен феноменологический критерий пластичности четвертой степени для монокристаллов кубической сингонии, производится верификация моделей накопления повреждений при ползучести и термической усталости. Проводится идентификация параметров материала и верификация предложенных моделей по данным испытаний ряда монокристаллических сплавов на никелевой основе (ЖС32, ЖС36, ВЖМ4, ВИН3). Работа поддержана грантом РФФИ № 15-08-03739.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАНОВОЗДУШНЫХ СМЕСЯХ

Семенов И.В.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

semenov@icad.org.ru

Численно исследуется процесс инициирования и распространения детонации в метановоздушной смеси в каналах и трубах специальной геометрии в 2D и 3D постановках. Химические реакции моделируются с использованием сокращенного кинетического механизма. Разработан программный комплекс для проведения вычислительных экспериментов на многопроцессорных ЭВМ. Результаты моделирования показывают наличие сильно нерегулярной ячейистой структуры детонационной волны, с присутствием вторичных поперечных волн. Размер детонационной ячейки согласуется с имеющимися экспериментальными данными. Промонстрировано влияние профиля трубы на процесс инициирования и распространения детонации.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ПЕРЕХОД В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ НА СКОЛЬЗЯЩЕМ КРЫЛЕ

Семенов Н.В., Дрясов А.Д., Семенов А.Н.

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

г. Новосибирск

semion@itam.nsc.ru

Выполнены экспериментальные исследования восприимчивости сверхзвукового пограничного слоя на скользящем крыле к вихревым возмущениям при числах Маха 2 и 2,5. В экспериментах использовались 3 % симметричная модель скользящего крыла с

чечевицеобразным профилем и углом скольжения кромок 45. Выполнено исследование структуры вихревых возмущений, создаваемых с помощью проволоки. Показано, что уровень возмущений в свободном потоке увеличивается с ростом диаметра проволоки. Определены положения ламинарно-турбулентного перехода и получены данные по развитию возмущений в пограничном слое модели. Получено, что увеличение интенсивности вихревых возмущений в свободном потоке приводит к более раннему переходу. Определены коэффициенты восприимчивости.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ОБРАТНО-СИММЕТРИЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ПОЛУПОЛОСЫ И ПРЯМОУГОЛЬНИКА В ВИДЕ РАЗЛОЖЕНИЙ ПО ФУНКЦИЯМ ФАДЛЯ–ПАПКОВИЧА

Семенова И.А.

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары

irishka_g_05@mail.ru

Проблема решения бигармонического уравнения в конечных канонических областях с угловыми точками границы (бигармоническая проблема) почти 200 лет. В теории упругости она обычно формулируется в простейшей постановке следующим образом: найти решение бигармонического уравнения в прямоугольной полуполосе, продольные стороны которой не нагружены, а на торце заданы нормальное и касательное напряжения. Если решение для полуполосы построено, то решение для прямоугольника уже не представляет труда. В этой работе даются примеры решения обратной-симметричной задачи для полуполосы и прямоугольника. Продольные стороны полуполосы и прямоугольника свободны, а на торцах приложены сосредоточенные изгибающие моменты. Решение представляется в виде явных разложений по функциям Фадля – Папковича, коэффициенты которых определяются как интегралы Фурье от заданных на торце полуполосы граничных функций. Работа базируется на известных статьях, в которых даны соотношения биортогональности и разложения Лагранжа для обратной симметричной задачи.

МОДЕЛЬ СЕРДЕЧНОЙ ТКАНИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ К ОПИСАНИЮ НАСОСНОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА

Сёмин Ф.А., Цатурян А.К.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

san@aviel.ru

Представлена модель миокарда, учитывающая не только его пассивные, но и активные механические напряжения, обеспечивающие сокращения сердца. Активные напряжения определяли с помощью кинетических уравнений, связывающих макроскопические механические величины с микроскопическими механическими и биохимическими параметрами. Модель применили для упрощенного описания насосной функции левого желудочка сердца, аппроксимированного цилиндром. Расчеты достаточно хорошо воспроизводят качественные изменения основных гемодинамических и геометрических параметров сокращения желудочка в норме и в случае некоторых заболеваний сердца, характеризующихся изменением геометрии желудочка. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-35-00005.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ

Сенашов С.И.

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск

sen@sibsau.ru

Построена бесконечная серия законов сохранения. Эти законы сохранения использованы для нахождения упруго-пластической границы в плоской упруго-пластической задаче. Получены аналитические формулы для нахождения этой границы.

РЕЗУЛЬТАТЫ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ВИХРЕВОЙ ТОПКЕ

Сенчурова Ю.А.¹, Мурко В.И.²

Филиал Кузбасского государственного технического университета¹, г. Белово

ЗАО «Научно-производственное предприятие Сибэкотехника»², г. Новокузнецк

ysenchurova@yandex.ru

Представлены результаты сжигания водоугольного топлива в вихревой топке. Показано, что при распылении топлива образуются две качественно различные системы капель. Первая система с «каплями» диаметром свыше 80–100 мкм представлена угольными частицами; вторая – водоугольными каплями. Установлена различная динамика изменения температуры угольных частиц и водоугольных капель при их горении. При этом время нахождения горящих угольных частиц и капель в вихревой топке пропорционально их диаметру, что позволяет обеспечить их эффективное выгорание.

ВАРИАЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ДЕФОРМИРУЕМЫХ, УСИЛЕННЫХ В НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Серазутдинов М.Н., Убайдуллоев М.Н.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

serazmn@mail.ru

Представлены основные положения теории и вариационного метода расчета тонкостенных стержневых систем, усиленных в напряженном состоянии. Излагается универсальный метод расчета, основанный на использовании соотношений для компонент деформаций прямоугольной прямой полосы. Показано, что на основе этого метода можно определять напряженно-деформированное состояние тонкостенных прямолинейных, криволинейных, естественно закрученных стержней, с поперечным сечением, составленным из прямолинейных и криволинейных участков.

РЕЗОНАНСНЫЕ ДВИЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ, ОПИСЫВАЕМЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ ТИПА ВОЛЬТЕРРА

Сергеев В.С.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва

vs sergeev@yandex.ru

Рассматриваются системы с характеристическим уравнением, имеющим пару чисто мнимых корней при прочих с отрицательными вещественными частями. На систему действует малое предельно периодическое возмущение, заданное функцией времени, экспоненциально стремящейся к периодическому режиму с частотой линеаризованной системы. Приводится утверждение о существовании в системе предельно периодических движений в случае непрерывного или кусочно-непрерывного возмущения. Анализируется задача о вращательных предельно периодических движениях твердой пластины в воздушном потоке с учетом нестационарности обтекания введением в моменты аэродинамических сил интегральных членов.

ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТУРБУЛЕНТНОГО ОБМЕНА В ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ

Сергеев Д.А.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

daniil@hydro.appl.sci.nnov.ru

В рамках лабораторного моделирования гидрофизических процессов взаимодействия атмосферы и гидросферы выполнены измерения коэффициентов обмена импульсом, теплом в турбулентном пограничном слое ветрового потока над взволнованной водной поверхностью на Ветро-волновом канале БТСБ ИПФ РАН. Исследования проведены в широком диапазоне скоростей ветра (включая ураганные) и параметров волнения. Продемонстрирован пороговый характер интенсификации процессов обмена при переходе к режиму регулярного обрушения волн и интенсивной генерации брызг.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОНТЕЙНЕРА-ЦИСТЕРНЫ С СОСУДОМ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ХИМИЧЕСКИ АГРЕССИВНЫХ ЖИДКОСТЕЙ И ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИИ

Сергеичев И.В., Сафонов А.А., Ушаков А.Е., Федоренко А.Н., Федулов Б.Н.

Сколковский институт науки и технологий, г. Москва

i.sergeichev@skoltech.ru

Проводится конечно-элементное моделирование ударных испытаний контейнера-цистерны с сосудом из полимерных композиционных материалов для мультимодальных перевозок химически агрессивных жидкостей и продуктов нефтехимии. Построенная модель учитывает контактное взаимодействие перевозимой жидкости со стенками сосуда контейнера-цистерны, нелинейную жесткость поглощающих аппаратов автосцепок и систему рессорного подвешивания железнодорожной платформы, на которую устанавливается контейнер-цистерна перед проведением испытаний. Контроль уровня динамического нагружения контейнера-цистерны проводится на основе спектрального анализа сигнала ускорение – время, снимаемого с нижних передних фитингов рамы контейнера.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДЫ ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ ПОКОЯЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ И СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЕ

Сереев В.В.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет), г. Владикавказ

vv_sergeev_47@mail.ru

Приведены три серии предварительных экспериментов по изучению покоящейся жидкости из отверстий разного диаметра в днище неподвижного сосуда, просеянного кварцевого песка из вибрирующего и неподвижного сосуда с выпускными отверстиями различного размера. Целью экспериментов явилось определение связи размеров фигуры выпуска с размерами выпускного отверстия. При этом предполагалось, что размеры фигуры выпуска связаны с размерами выпускного отверстия и постоянны не зависимо от уровня жидкости или сыпучего материала. Поэтому при снижении и сравнении уровня с высотой фигуры выпуска в жидкости и сыпучем материале должно начаться воронкообразование. Несмотря на грубые предварительные эксперименты, они дали возможность предположить характер выпуска и начала воронкообразования, а также дают возможность заключить, что между размерами выпускного отверстия и размерами фигуры выпуска существует однозначная связь с учетом физико-технических характеристик выпускаемого материала. Проведение экспериментов проходило с участием Тарасенко Елены Анатольевны, канд. техн. наук, доц. каф. «Машиноведение и основы конструирования» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ НА ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЕ В КОЛЬЦЕВОЙ СИСТЕМЕ КУЭТТА С ОППОЗИТНЫМ ВРАЩЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ

Серов А.Ф., Мамонов В.Н., Назаров А.Д.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

maimonovvn@mail.ru

Рассматривается конструкция теплогенератора, предназначенного для эффективного преобразования кинетической энергии ветра в тепловую энергию. Конструкция основана на циркуляции вязкой рабочей жидкости в системе цилиндрических кольцевых каналов, образованных вращающимися оппозитно (навстречу друг другу) «статором» и «ротором». Представлены результаты экспериментов по измерению выделяемой теплогенератором тепловой мощности в разных режимах работы. Проведен анализ полученных результатов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СО ВСТРОЕННЫМИ ОПТОВОЛОКОННЫМИ ДАТЧИКАМИ

Сероваев Г.С., Корепанов В.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

serovaev@icmm.ru

Проведено численное моделирование механического поведения слоистых композитов со встроенными оптическими волокнами на примере многослойной пластины, выполненной из стеклопластика с эпоксидным связующим. Получены результаты по определению интегральных механических характеристик, таких как жесткость при изгибе и растяжении, которые не выявили существенного влияния от встроенных оптических волокон. Проведен расчет локального распределения напряжений и деформаций в зоне взаимодействия оптического волокна и композиционного материала с учетом различной ориентации оптического волокна относительно действия внешней нагрузки, структуры оптического волокна и учета технологического дефекта.

ПРОПЕЛЛЕРЫ ДЛЯ МАЛЫХ ЧИСЕЛ РЕЙНОЛЬДСА – МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОБЛЕМЫ МИНИАТЮРИЗАЦИИ

Серохвостов С.В.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

serokhvostov@mail.ru

Создание энергоэффективных миниатюрных летательных аппаратов (МЛА) является достаточно сложной задачей. Для проектирования силовых установок миниатюрных летательных аппаратов требуется, в том числе, иметь математическую модель функционирования пропеллера при малых числах Рейнольдса ($Re \sim 10^4 - 10^5$). Такая модель должна адекватно описывать характеристики винта и, по возможности, также быть пригодной для поиска путей улучшения характеристик. В докладе излагается математическая модель для описания силы тяги и мощности винта, основанная на экспериментальных результатах и аналитических зависимостях вихревой теории. Предлагается возможный вариант эволюции пропеллеров при уменьшении характерного размера МЛА.

ДИНАМИКА ВАРИАТОРА И ЭКИПАЖА С УПРУГИМ ПРОМЕЖУТОЧНЫМ КОЛЕСОМ

Сидиков М.Н., Рузматов М.И.

НУУЗ, г. Ташкент, Узбекистан

mansur106@mail.ru

На основе модели качения упругого колеса М.В. Келдыша рассмотрены вопросы влияния упругости промежуточного колеса на стационарное движение вариатора и на программное движение экипажа по плоскости. При такой постановке задач параметры деформаций колеса рассматриваются как дополнительные возмущения. Результаты анализа условий устойчивости стационарного движения редуктора с промежуточным колесом с упругой периферией оказываются совсем другими, чем в случае твердого промежуточного колеса. Численный анализ уравнений движения экипажа показывает, что при больших значениях угловой скорости собственного вращения колеса отклонения центра колеса от программного существенно увеличивается.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ НА ПЕРЕХОД ГИПЕРЗВУКОВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Сидоренко А.А.¹, Маслов А.А.², Бунтин Д.А.², Громыко Ю.В.²

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²

sindr@itam.nsc.ru

Выполнено экспериментальное исследование влияние неоднородного распределения температуры поверхности на устойчивость и переход гиперзвукового пограничного слоя, развивающегося на модели острого конуса при $M=6$. Показано, что локальный нагрев и охлаждение поверхности оказывают значительное влияние на усиление второй моды возмущений на значительном участке модели. Полученный эффект связывается в первую очередь с влиянием температуры стенки на средние характеристики пограничного слоя и, в частности, его толщину. Обнаружено, что локальное охлаждение стенки способно значительно задерживать ламинарно-турбулентный переход в пограничном слое.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО И ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЙ КОМПОЗИТНОЙ ЛОПАСТИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОЛЕТА С УЧЕТОМ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОМЛЕВОМ СЕЧЕНИИ

Сидоров И.Н.¹, Горелов А.В.¹, Николаев Е.И.²

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева¹

ОАО «Казанский вертолетный завод»²

sidorovin@mail.ru

Приведены результаты расчета напряженно-деформированного и предельного состояний лопасти несущего винта вертолета «АНСАТ» при различных режимах полета с учетом возможного повреждения лопасти в комлевом сечении. Для оценки прочности использован метод вариации упругих постоянных, основанный на теории предельного равновесия, позволяющий получать одновременно верхнюю и нижнюю границу предельной нагрузки. Определены коэффициенты запаса прочности лопасти в комлевом сечении в зависимости от азимутального угла поворота лопасти для случая, когда все обобщенные усилия изменяются пропорционально одному параметру нагружения.

МЕЖФАЗНАЯ ТРЕЩИНА С ЖЕСТКОЙ НАКЛАДКОЙ НА ЧАСТИ БЕРЕГА

Сильвестров В.В.¹, Васильева Ю.О.²

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина¹, г. Москва

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова²

v-silvestrov@yandex.ru

Рассматривается плоское напряженное состояние кусочно-однородного упругого тела с полубесконечной трещиной вдоль линии раздела сред, один из берегов которой на конечном участке, примыкающем к вершине трещины, усилен жесткой накладкой заданной формы. Берега трещины свободны от напряжений. Тело растягивается заданным продольным напряжением на бесконечности. На накладку действуют внешние силы, имеющие заданный главный вектор и момент. Находятся комплексные потенциалы, исследуется напряженное состояние вблизи вершины трещины и концов накладки.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОСРЕДНЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Симаков С.С.¹, Василевский Ю.В.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный

Институт вычислительной математики РАН², г. Москва

simakov@crc.mipt.ru

Рассматривается замкнутая модель сердечно-сосудистой системы человека. Модель основана на уравнениях течения вязкой несжимаемой жидкости в сети эластичных трубок. Замыкание производится путем стыковки с полностью осредненной по пространству четырех компартментной моделью сердца. В модели так же учитываются некоторые физиологические свойства: ауторегуляция, функционирование венозных клапанов и клапанов сердца. Работа поддержана грантами РФФИ 14-31-00024, 14-11-00877 и РФФИ 14-01-00779, 14-01-00036, 14-01-00830, 14-11-00877.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ РЕЖИМОВ СВЕРХЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ КАВЕРНЫ

Симоненко М.М., Зубков А.Ф.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

sim1950@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования сверхзвукового обтекания осесимметричной кольцевой каверны прямоугольного сечения на цилиндрическом теле с коническим наконечником. Исследуется эволюция течения в каверне при непрерывном изменении ее протяженности. Получены различные режимы отрывного обтекания, известные как открытая и замкнутая каверна. Показано, что в переходной области изменения протяженности каверны текущий режим обтекания определяется предысторией развития течения. Обсуждаются результаты наблюдения перестройки режимов сверхзвукового отрывного обтекания на границах переходной области. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-99623.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ РЭЛЕЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ СФЕРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ В ЖИДКОСТИ

Синельщиков Д.И.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва

disinelshchikov@mephi.ru

Рассматриваются уравнение Рэлея и его обобщения для описания динамики как пустого, так и заполненного газом пузырька в жидкости. Предложен подход, позволяющий находить общие аналитические решения данных уравнений. Впервые найдены аналитические решения задач о схлопывании и росте и схлопывании пустой сферической полости в жидкости. Рассмотрен ряд задач динамики заполненного газом сферического пузырька в жидкости и впервые получены их общие аналитические решения, в том числе при учете поверхностного натяжения. Аналитически исследована зависимость периода колебаний пузырька от ряда физических параметров.

ДВУХСЛОЙНАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ СУСПЕНЗИИ В ТРУБОПРОВОДЕ

Синьков К.Ф.^{1,2}, Спесивцев П.Е.², Осипцов А.А.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный,

Московский научно-исследовательский центр Шлюмберже²

ksinkov@slb.com

Предлагается одномерная нестационарная модель переноса твердых частиц в длинном трубопроводе. Модель учитывает образование, движение и эрозию осадка твердой фазы на стенках трубы. Уравнения законов сохранения массы записаны для каждой из фаз, уравнения законов сохранения импульса записаны для осадка и суспензии в целом. Распределение твердой фазы по сечению определяется решением квазистационарного уравнения конвекции-диффузии в предположении локального баланса между гравитационным осаждением и турбулентной диффузией. Модель верифицирована относительно экспериментальных данных для распределения твердой фазы по сечению.

О ВЛИЯНИИ МЕЖФАЗНОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КОНВЕКЦИИ В НАСЫЩЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Сираев Р.Р.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

romauld@mail.ru

На примере задачи исследования конвективной устойчивости подогреваемого снизу горизонтального плоского слоя показано, что учет тепловой неравновесности среды является необходимым условием для пористых сред со средней и низкой проницаемостью. Скорость установления теплового равновесия в насыщенной пористой среде пропорциональна коэффициенту межфазного теплообмена. Для условий вблизи порога возникновения конвекции установлена связь между тепловыми и структурно-динамическими параметрами пористой среды; получено соотношение коэффициентов межфазного теплообмена, проницаемости и пористости среды. Анализ применимости однотемпературной тепловой модели приводит к выводу о ее противоречивости, поскольку результаты модели сложно сопоставить с экспериментальными данными.

УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ БОЛЬШИХ ГРУПП БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИИ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

Сиразетдинов Р.Т., Миронов А.Б., Тихонов С.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

Rif-kat@inbox.ru

Исследуется динамика автономного движения децентрализованной группы (стаи) беспилотных аппаратов как множества материальных точек. Предложены алгоритмы распределенного управления, основанные на имитации группой беспилотных аппаратов различных агрегатных состояний вещества. В работе рассмотрены три «агрегатных состояния» стаи – твердое, жидкое и газообразное, исследуются вопросы устойчивости системы при различных вариантах алгоритмов имитации агрегатного состояния.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ С ШАГАЮЩИМИ ДВИЖИТЕЛЯМИ

Скакунов В.Н., Жога В.В., Беликов В.А., Гаврилов А.Е., Шаманов И.В.

Волгоградский государственный технический университет

svn_vstu@mail.ru

Математическая модель динамики движения предназначена для параметрической идентификации робота, анализа его поведения в процессе эксплуатации, а также синтеза системы управления движением. Исследуются методами математического и физического моделирования реализации системы управления электроприводами постоянного тока робота с восемью ортогональными механизмами шагания. Рассматриваются вопросы комплексирования сенсорной системы, позволяющей получать информацию о текущем состоянии робота и препятствиях на маршруте. Работа поддержана грантами РФФИ № 15-01-04577а, 15-08-04166а.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КЕРАМИКАХ

Скалиух А.С.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

a.s.skaliukh@gmail.com

Представлена математическая модель, описывающая поведение поликристаллических сегнетоэлектрических материалов в сильных медленно изменяющихся во времени электрических и механических полях. Построены определяющие соотношения необратимых процессов в виде уравнений в приращениях, учитывающие изменяющуюся структуру материала, необратимость процессов и физические законы переключения доменов. Предложены алгоритмы решения полученных уравнений, которые имплементированы в конечно-элементный комплекс ACELAN. Решены некоторые плоские и осесимметричные задачи для керамических преобразователей с неоднородной поляризацией. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-01094-а и Минобрнауки: проект №1334 базовой части задания № 2014/174.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ К МЕХАНИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ

Скачков А.П.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

skachkov@psu.ru

Предлагается методика оценки устойчивости зубной эмали к истиранию. Проводится набор испытаний, состоящий из предварительного профилометрирования вдоль выбранной линии, царапания выбранного участка и итогового профилометрирования. Разницу между начальной и конечной геометрией предлагается считать интегральной характеристикой устойчивости к истиранию. Эксперименты проводились в разных зонах зубной эмали как здоровых, так и поврежденного кариесом зубов. Одновременно проводились серии экспериментов по индентированию рассмотренных участков для оценки твердости и жесткости эмали зуба. Для исследований использовалась установка NanoTest-600. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-08-96012.

ПРЯМОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ

Сковородко П.А.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

paskov@itp.nsc.ru

В рамках нестационарных уравнений Навье–Стокса с использованием метода искусственной сжимаемости выполнено прямое моделирование плоских турбулентных течений Пуазейля и Куэтта несжимаемой жидкости. Конечно-разностная аппроксимация уравнений проводится на гибридной разностной сетке. Сопоставление результатов с имеющимися в литературе данными выявило их удовлетворительное согласие. Алгоритм обобщен на случай течения вязкого совершенного газа. Выполнено моделирование до- и сверхзвукового плоского турбулентного течения Куэтта. Алгоритм может использоваться для исследования влияния определяющих параметров на турбулентное течение сжимаемой среды.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Скрипняк В.А., Скрипняк Е.Г., Скрипняк В.В., Ваганова И.К.

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

skrp2006@yandex.ru

Метод многоуровневого моделирования применен для исследования механического поведения при интенсивных динамических воздействиях керамических композитов и высокотемпературных боридных и карбидных керамических материалов, полученных методами лазерного спекания. Показано, что пределы упругости Гюгонио материалов зависят не только от пористости, но и параметров поровых кластеров на мезоскопическом уровне. Разрушение при воздействии ударных импульсов с амплитудами, превышающими предел упругости Гюгонио, носит квазихрупкий характер. Работа поддержана грантом фонда Д.И. Менделеева Национального Томского государственного университета в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ СФЕРИЧЕСКОГО РОБОТА ПО НЕРОВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Скучилин М.Ю., Баландин Д.В.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

maximgerts@gmail.com

Рассматривается моделирование движения сферического робота с маятниковым приводом на неровной поверхности, а также синтезируются законы управления такой динамической системой. Построена математическая модель, описывающая движение робота на достаточно произвольной поверхности как при наличии скольжения между внешней оболочкой и опорной поверхностью, так и при его отсутствии. Получены законы управления для движения робота вдоль заданной траектории.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ЛЕТАЮЩЕГО КРЫЛА С СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

Слободкина Ф.А.¹, Малинин В.В.²

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова¹, г. Москва

Siemens², г. Москва

faslobod@gmail.com

Применительно к магистральным самолетам представлено исследование методами математического моделирования газодинамического обтекания летательного аппарата «летающее крыло» в двух компоновках: с силовой установкой, состоящей из двух двигателей ПС 90 и с распределенной силовой установкой, расположенными в кормовой части. Рассматривается течение на крейсерском режиме полета: $H=11$ км, $M=0.83$, в широком диапазоне изменения углов атаки и на разных расстояниях СУ от поверхности крыла. Цель работы состояла в определении структуры потока от поверхности крыла до границ расчетной области, течения на входе в двигатели, коэффициентов сопротивления, влияния углов атаки и других особенностей.

СОВРЕМЕННЫЕ АКСИОМЫ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ТЕЛ И СЛЕДСТВИЯ ИЗ НИХ

Смелягин А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

asmelyagin@yandex.ru

Рассмотрены, откорректированы и сформулированы основные понятия и терминология, которые используются при изучении и исследовании законов движения материальных тел. Показано, что аксиомы или законы И. Ньютона, на которых основывается современная физика и механика написаны более 300 лет назад, устарели и поэтому не соответствуют современному уровню знаний. Сформулированы основные новые аксиомы и принципы движения материальных тел. Получены и сформулированы основные следствия, необходимые для нахождения законов движения материальных тел.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ И СПЛАВОВ С ДИСПЕРСИОННЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

Смирнов А.С., Коновалов А.В., Муйземнек О.Ю.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

smirnov@imach.uran.ru

Описана модель сопротивления деформации сплавов и металломатричных композитов, учитывающая одновременно упрочнение посредством приращения плотности дислокаций, и разупрочнение в результате прохождения динамического возврата и рекристаллизации. Апробация модели производится на примере сплава АМг6 в диапазоне температур 300–500 С и металломатричного композита 15% SiC/Al при температурах 450–500 С. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-19-01358.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЯВЛЕНИЙ ВЯЗКОГО ОТРЫВА В ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ, РАЗВИВАЮЩЕМСЯ ПРИ НАТЕКАНИИ ОДИНОЧНОЙ ВОЛНЫ НА ПОЛОГОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ

Смирнов Е.М., Храбрый А.И.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

aero@phmf.spbstu.ru

Расчеты натекания потока жидкости на треугольное препятствие проведены на основе метода VOF для условий недавно представленных в литературе экспериментов. Особое внимание уделено качеству разрешения пристенного вязкого слоя и явлений вязкого отрыва перед и над препятствием. Первоначальные двумерные расчеты показали, что придонное трение приводит к локальному во времени формированию крупных отрывных зон и соответствующих «холмов» на свободной поверхности. При учете вязких эффектов на боковых стенках канала получено решение с существенно трехмерной формой свободной поверхности, хорошо согласующейся с наблюдавшейся в экспериментах. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-07-00065.

ПРИКЛАДНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕХАНИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Смирнов Л.В.¹, Семенова Н.В.², Русецкая Г.В.³

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского¹

Институт проблем машиностроения РАН², г. Нижний Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева³

smirnov@unn.ru

Рассматриваются гидросистемы (ГС), структурная схема которых представляет собой граф, ребра графа – трубопроводы, которые могут содержать центробежные насосы, а узлы – элементы соединения и разделения потоков. Модель динамики ГС, обычно получаемая методом прикладной гидромеханики, представлена в виде системы уравнений Лагранжа для тел переменной массы и уравнений связи. Для исследования структуры фазового пространства использованы прямой метод Ляпунова и метод многоэкстремальной оптимизации. Обсуждаются особенности и применение подхода при исследовании динамики центробежного насоса и обусловленных сжимаемостью жидкости волновых процессов в ГС и взаимодействие этих процессов с конструкциями.

РАСЧЕТ СЕЙШЕВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА НЕРЕГУЛЯРНОЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ СЕТКЕ

Смирнов С.В.

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН,

г. Владивосток

smirnoff@iacp.dvo.ru

С применением спектрально-разностной модели рассмотрены пространственно-временные характеристики баротропных сейшевых колебаний заливов Находка и Посыета Японского моря. Разностная аппроксимация системы уравнений мелкой воды выполнена на нерегулярной треугольной пространственной сетке. Вычислены и представлены наборы периодов и пространственных форм сейшевых колебаний, соответствующих хорошо выраженным максимумам энергетических спектров для данных измерений уровня моря с постов Находка и Посыет российской службы предупреждения о цунами.

ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА И ЗАЩИТЫ АППАРАТОВ В ОКП

Смирнов Н.Н.^{1,2}, Нерченко В.А.¹, Никитин В.Ф.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

НИИ системных исследований РАН², г. Москва

ebifsun1@mech.math.msu.su

Высокоскоростные столкновения космических аппаратов (КА) с элементами космического мусора (КМ) сами по себе могут иметь катастрофические последствия для КА. На основе разработанных математических моделей было проведено численное моделирование процесса высокоскоростного взаимодействия. Полученные результаты приводят к выводу, что газонаполненные контейнеры после некоторой оптимизации вполне могут послужить надежной защитой конструкций КА от разрушительных воздействий элементов КМ. Использование газонаполненных контейнеров приводит к непрерывному воздействию содержащегося в контейнере газа на проникающие элементы, в результате чего они быстро тормозятся, нагреваются, плавятся, распыляются и испаряются.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КРИВОЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВНЕДРЕНИЯ ИНДЕНТОРОВ ВИККЕРА И КНУПА НА ПРИМЕРЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Смирнова Е.О.

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

evgeniya@imach.uran.ru

Предложена методика определения кривых сопротивления деформации металлических материалов по результатам испытаний на вдавливание инденторов Виккерса и Кнупа. Кривую сопротивления деформации описывали двухпараметрической степенной зависимостью. Методика основывается на результатах анализа испытаний по индентированию материала совместно с результатами численного эксперимента на детальной конечно-элементной модели процесса испытания. Данная методика была применена для определения кривых сопротивления деформации сплава АМг6 в исходном состоянии и после высокотемпературной деформации при температурах 300, 400 и 500 °С в диапазоне скоростей деформаций 11–50 с⁻¹. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 14-08-31262.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИКИ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ПОРИСТОСТИ

Смолин А.Ю., Коростелев С.Ю.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

asmolin@ispms.tsc.ru

Методом подвижных клеточных автоматов моделировалось одноосное сжатие трехмерных образцов пористой нанокристаллической керамики. Поры учитывались явно путем удаления выбранных случайным образом автоматов из исходной ГЦК упаковки. Варьировалось распределение пор по образцам, их размер и общее содержание (пористость). Механические свойства (эффективный упругий модуль сжатия и предел прочности) модельных образцов определялись из расчетной диаграммы нагружения. Показано, что зависимости механических свойств от пористости существенно определяются размером пор, а также структурой пористого пространства (закрытые поры или сообщающиеся).

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ХРУПКИХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА МЕЗОУРОВНЕ

Смолин И.Ю.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

smolin@ispms.ru

Моделирование мезоструктуры в явном виде основано на идее объединения множеств либо отдельных пор, либо отдельных частей каркаса. Влияние пор и трещин микромасштаба на механическое поведение учитывается через деградацию прочностных свойств каркаса с ростом поврежденности. Эволюция поврежденности зависит от вида напряженного состояния, что обеспечивает разную прочность материала в условиях растяжения и сжатия. Проанализировано влияние средней пористости и типа морфологии на эффективные упругие модули, пределы прочности пористых материалов и на особенности развития поврежденности в каркасе.

СДВИГОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В ПРОСТЕЙШЕЙ МОДЕЛИ НЕОДНОРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ

Смолюк Л.Т., Смолюк А.Т., Проценко Ю.Л.

Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, г. Екатеринбург

justgazer@gmail.com

Предложена простейшая структурно-функциональная модель квазидвумерного неоднородного образца биологической ткани, имитирующая на примере миокарда механическое поведение слоя вязкоупругой ткани. Неоднородность механических свойств ткани вводится в модель на уровне отдельных взаимосвязанных друг с другом упругими элементами блоков, представляющих собой морфофункциональные единицы ткани. В модели воспроизведены сдвиговые деформации, возникающие при растяжении-сжатии неоднородной ткани. Полученные результаты являются естественным и необходимым этапом в разработке модельного описания 3D механически и геометрически неоднородной биологической ткани. Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 43 по стратегическим направлениям развития науки на 2015 г. «Фундаментальные проблемы математического моделирования», гранта РФФИ №13-04-00367-А.

ОБ ОДНОМ КУЛИСНО-РЫЧАЖНОМ МЕХАНИЗМЕ

Смоляков А.А.

*Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики,
г. Саров*

a.a.smolyakov@gmail.com

Предлагается к рассмотрению кулисно-рычажный механизм, в котором осуществляется преобразование вращательного движения кулачка в качание кулисы.

ТЕПЛОВАЯ КОНВЕКЦИЯ КОЛЛОИДНОЙ СУСПЕНЗИИ В НАКЛОННОМ КОНТЕЙНЕРЕ

Сморodin Б.Л., Иштутов С.М., Черепанов И.Н.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

bsmorodin@yandex.ru

В рамках приближения Буссинеска изучены конвективные течения коллоидных суспензий в замкнутом контейнере с аспектным соотношением $A=4$ при малых углах его наклона к горизонтали. Рассмотрение учитывает гравитационную седиментацию наночастиц примеси. Бифуркационные диаграммы течений в этом случае оказываются более сложными по сравнению со случаем горизонтальной ячейки: кроме ожидаемого решения в виде бегущей волны, обнаружены волны, изменяющие направление движения и нерегулярные колебательные режимы. Усложнение характера течения и эволюции поля концентрации примеси связано с ослаблением конвективного перемешивания при уменьшении интенсивности нагрева.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКОВ

Снигерев Б.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

snigerev@imm.knc.ru

Рассматривается изотермическое турбулентное пузырьковое течение в вертикальной трубе. Численное моделирование основывается на подходе, базирующемся на двухжидкостной модели с учетом действия различных сил межфазного взаимодействия. Модель дополнена двухпараметрической моделью турбулентности для несущей фазы. Данные расчетов сравниваются с экспериментальными данными. Проведенные с помощью данной модели исследования полидисперсных газожидкостных потоков, позволили получить детальную информацию о структурах турбулентных течений и распределении пузырьков по размерам.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЫВА РЕЧНОГО ДНА ЗА ВОДОСБОРНОЙ ПЛОТИНОЙ

Снигур К.С., Потапов И.И.

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск

snigur_ks@rambler.ru

Предложена двумерная по пространству математическая модель, описывающая деформации донной поверхности в канале с песчаным дном. Гидродинамическая часть модели включает уравнения Навье-Стокса для несжимаемой жидкости. Русловая часть модели включает оригинальную формулу для определения расхода влекомых наносов, которая не содержит феноменологических параметров, кроме параметров исходной реологической модели. Решена задача о размыве донной поверхности под воздействием осветленного гидродинамического потока. Выполнено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными.

ПОРШНЕВОЙ ЭФФЕКТ (АДИАБАТИЧЕСКИЙ НАГРЕВ) В СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ В ПОЛЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Соболева Е.Б.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлунского РАН, г. Москва

soboleva@ipmnet.ru

Выполняется численное моделирование поршневого эффекта (адиабатического нагрева), свойственного средам с высокой сжимаемостью, в горизонтальном слое со сверхкритической жидкостью в земных условиях. Рассматриваются температуры столь близкие к критической точке, что имеется нелинейная стратификация плотности (увеличение плотности по направлению вниз под действием собственного веса среды) и изменение термодинамических свойств с высотой. Проводится сравнение с поршневым эффектом в условиях полной невесомости. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-02012.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕХОДОВ В АНСАМБЛЯХ МИКРОДЕФЕКТОВ

Сокоиков М.А., Чудинов В.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

sokovikov@icmm.ru

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование механизмов неустойчивости и локализации пластического сдвига при динамическом деформировании металлов. Механизмы неустойчивости связываются с коллективными эффектами в ансамбле микросдвигов в пространственно-локализованных областях. Инфракрасное сканирование и последующее изучение дислокационной субструктуры подтвердили предположение о решающей роли неравновесных переходов в ансамблях дефектов при развитии локализованного пластического течения. На основе уравнений, отражающих связь неравновесных переходов с механизмами структурной релаксации и пластического течения, проведено моделирование неустойчивости пластического сдвига.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОГО ГЛИКОКАЛИКСА К НАПРЯЖЕНИЮ СДВИГА: РОЛЬ В РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Соколов И.Л.¹, Антонова О.А.², Гончар И.В.¹, Мелькумянц А.М.²

Московский физико-технический институт¹, г. Долгопрудный

Российский кардиологический научно-производственный комплекс Министерства здравоохранения РФ², г. Москва

ilya.sokolov@phystech.edu

Расширение сосудов при увеличении в них кровотока определяется способностью эндотелия расслаблять гладкие мышцы в ответ на повышение напряжения сдвига. Полагают, что напряжение сдвига воспринимается волокнами гликокаликса, которые передают напряжение на мембрану эндотелиоцитов. В опытах на культуре клеток эндотелия человека мы показали, что повреждение гликокаликса приводит к утрате эндотелиоцитами способности выделять в ответ на повышение напряжения сдвига оксид азота, ориентироваться вдоль линий тока и снижать активность ангиотензин-превращающего фермента. Эти данные свидетельствуют о том, что волокна гликокаликса являются механорецептором, обеспечивающим регуляцию сопротивления сосудов. Работа под-
держана грантом РФФИ № 13-04-01082.

ПРАВИЛА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ НАНОМЕХАНИКИ

Соколов Н.В.

Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, г. Москва

uminosi@mail.ru

Установлено, что массовая доля наночастиц, выделенных из совокупности частиц одной плотности, не может быть больше в общем случае одной шестой произведения наибольшего линейного размера отделённых наночастиц и отношения суммарной поверхности всех исходных частиц к их объёму. В частности, при трехкратном центрифугировании в квазистоксовском режиме она не может быть больше одной седьмой, а при однократном одной девятой этого произведения.

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КОНЕЧНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ

Соколова М.Ю., Астапов Ю.В.

Тульский государственный университет

socolova-m-u@yandex.ru

Для анизотропного цилиндра решена связанная задача нелинейной термоупругости. Приведена система уравнений краевой задачи, сформулированы граничные и начальные условия. Используются тензорно-линейные соотношения, связывающие обобщенный тензор напряжений, тензор логарифмических деформаций и температуру в материале цилиндра. Анализ результатов решения показал, что учет связанности вносит существенные поправки в определяемые поля напряжений, деформаций и температур. С ростом деформаций различия в решении связанной и несвязанной задач достигает 5% для деформаций и 30% для температур.

УТОЧНЕННАЯ ПОСТАНОВКА КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ПРИ НАЛИЧИИ СИЛ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Солдатенков И.А.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

iasoldat@hotmail.com

Рассматривается уточненная постановка контактной задачи при наличии сил межмолекулярного взаимодействия контактирующих тел. Считается, что эти силы прикладываются к деформируемому телу внутри его объема, при этом граница тела свободна от нагрузок. Традиционная же постановка задачи предполагает, что силы межмолекулярного взаимодействия прикладываются к границе тела как контактное давление. Проанализировано решение контактной задачи для упругого полупространства. Проведено сравнение уточненной и традиционной постановок задачи при наличии межмолекулярного взаимодействия.

ИНЕРЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В ВИХРЕ РЭНКИНА С ОСЕВЫМ ТЕЧЕНИЕМ: ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ ЯДРА ВИХРЯ

Солдатов И.Н., Ключева Н.В.

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

erfv@inbox.ru

Рассмотрено влияние вязкости ядра вихря Рэнкина с осевым течением на характеристики инерционных волн (в том числе рассмотрены чисто азимутальные волны) и на устойчивость вихря.

РОЖДЕННОЕ ПОД НЕБОМ КАЗАНИ

Солнцев В.Л., Колмыков В.А., Чванов В.К., Лёвочкин П.С., Стернин Л.Е., Старков В.К.

НПО Энергомаш им. В.П. Глушко, г. Химки

cid-npo@mail.ru

Описана история создания и производственно-научной деятельности ведущего предприятия ракетно-космической отрасли Российской Федерации – ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко». Научно-производственное объединение занима-

ется разработкой, испытанием и производством уникальной, технически совершенной продукции – мощных жидкостных ракетных двигателей для космических ракет-носителей. Оно ведет свою историю с 1929 года, когда была основана группа по изучению реактивных двигателей при ленинградской Газодинамической лаборатории под руководством В.П. Глушко. Важную роль в становлении НПО (ранее КБ) сыграл период с конца 1940 г. по 1944 г., когда В.П. Глушко, будучи заключенным по надуманному делу «о враждебной деятельности», занимался в Казани разработкой реактивных ускорителей (двигателей) на жидком топливе для их установки на самолёты. С 1942 г. в состав группы В.П. Глушко по его ходатайству был включен С.П. Королёв, что имело важные последствия: к работе был привлечен талантливейший инженер. Менее чем за три года под руководством В.П. Глушко коллектив заключенных и вольнонаёмных создаёт самолетные ускорители, прошедшие наземные и лётные испытания на самолетах различных типов. В 1944 г. В.П. Глушко и С.П. Королёв с группой заключенных за успешное выполнение государственных заданий были досрочно освобождены. После окончания войны ОКБ-РД перевели из Казани в Подмоскovie (г. Химки), В.П. Глушко был назначен его главным конструктором. С.П. Королёв был назначен главным конструктором баллистической ракеты в КБ в подмосковных Подлипках, из которого впоследствии выросло НПО «Энергия» – головная организация по ракетостроению в СССР.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ ДЕФЕКТОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Соловьев А.Н., Соболев Б.В., Васильев П.В.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

solovievarc@gmail.com

Рассматривается идентификация внутренних трещиноподобных дефектов с применением методов ультразвукового контроля на основе аппарата искусственных нейронных сетей. Рассмотрена модель сечения трубы, усиленной тонкой кольцевой накладкой и ослабленной внутренней прямолинейной трещиной. Построена модель распространения ультразвуковой волны. Рассмотрены некоторые методы ультразвукового контроля и их комбинации. Проведено исследование влияния различных геометрических параметров исследуемых объектов на показатели обучения нейронных сетей. Установлена оптимальная структура нейронной сети и форма обучающих векторов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ

Соловьева Г.А., Монич Д.С., Овчинников И.А.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

ymatem@rambler.ru

Деформационно-прочностные свойства обувных изделий из натуральной кожи являются крайне важными, поскольку именно эти свойства определяют функциональные и эстетические показатели обуви. В статье описывается процедура подготовки и проведения испытаний на одноосное растяжение натуральной кожи КРС (бычина) с использованием испытательной машины с постоянной скоростью деформирования согласно ГОСТ 938.11-69 и ИСО 3376-76. В статье производится анализ механизма разрушения кожи на основании диаграммы «напряжение-деформация», описываются характерные участки диаграммы. Приведены деформационно-прочностные характеристики такие, как время до разрыва, модуль упругости, прочность на разрыв.

ИНЕРЦИОННОЕ ОСАЖДЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ОБТЕКАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РЯДА ПОРИСТЫХ ЦИЛИНДРОВ

Соловьева О.В.

Казанский государственный энергетический университет

rara_avis86@mail.ru

Решается задача инерционного осаждения аэрозольных частиц при обтекании периодического ряда пористых цилиндров. Приводятся сравнение результатов, полученных по ячеечной и численной модели. Первая модель представляет собой развитие широко применяемой аналитической модели Кувабара на случай обтекания пористого цилиндра. В рамках второго подхода поле скоростей течения газа находится на основе численного решения уравнений Навье–Стокса и расширенных уравнений Дарси–Бринкмана. Рассчитана эффективность осаждения частиц при варьировании проницаемости цилиндра и инерционности дисперсной фазы. Предложена приближенная формула для эффективности осаждения частиц в результате инерционного захвата и эффекта зацепления.

РОЛЬ ТЕОРИИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТ ПРИ ИЗЛОЖЕНИИ МАТЕРИАЛА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ НА МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТАХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Солтаханов Ш.Х.¹, Юшков М.П.²

Чеченский государственный университет¹, г. Грозный

Санкт-Петербургский государственный университет²

Soltakhanov@yandex.ru

Обосновывается большая роль теории криволинейных координат для полного изложения кинематики, динамики и аналитической механики в общем курсе «Теоретическая механика» для студентов механико-математических факультетов классических универ-

ситетов. Не меньшую роль этот аппарат играет и при чтении специальных курсов, посвященных различным разделам аналитической и прикладной механики, и для проведения соответствующих специальных семинаров.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРИСТЫХ КЕРАМИК В УСЛОВИЯХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Соляев Ю.О.¹, Волков А.В.¹, Лурье С.А.¹, Ситников С.А.²

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)²

yos@iam.ras.ru

Рассматривается вариант неклассической модели упругой среды, в котором кинематическими переменными являются как перемещения, так и объемное содержание пористости. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-08-02944 и гранта Президента РФ для молодых ученых МК-6472.2015.8.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ К АНАЛИЗУ НЕПРЕРЫВНЫХ РЕГИСТРАЦИЙ ИСТОРИИ ЗАМЕДЛЕНИЯ В МИШЕНИ ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СТЕРЖНЕЙ

Сотский М.Ю.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

msotsky.bmstu@mail.ru

Возможность непрерывной регистрации и анализа истории замедления стержней в мишенях была установлена в серии испытаний в диапазоне скоростей соударения до 700 м/с и для ряда вариантов материалов, примененных в паре «ударник – измерительный стержень». Представлены предложения для разработки методического обеспечения с целью получения информации о параметрах движения в прочных средах удлинённых пластически деформируемых стержней на основе экспериментальных данных о замедлении стержня относительно мишени от начала и до окончания процесса соударения. Выявлены взаимосвязи кинематических и деформационных параметров в исследованных процессах.

НЕЕДИНСТВЕННОСТЬ УДАРНЫХ ВОЛН РАЗРЕЖЕНИЯ В СРЕДАХ С АНОМАЛЬНЫМИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ. ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (ВЯЗКОСТИ, ДИСПЕРСИИ, МЕЖФАЗНОЙ КИНЕТИКИ) НА ПАРАМЕТРЫ РАЗРЫВОВ

Софронов В.Н.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, г.Саров

V.N.Sofronov@vniief.ru

Известные в литературе условия допустимости ударных волн разрежения (условия существования структуры) получены методом исчезающей вязкости. В настоящей работе аналитическим исследованием определены свойства ударных волн разрежения для других способов регуляризации уравнений газовой динамики – с помощью дисперсии и с помощью межфазной кинетики. Рассмотрены различные варианты баротропных уравнений состояния $P=P(V)$, а также уравнение состояния общего вида с невыпуклой изэнтропией $P=P(V,S)$. Результаты аналитических исследований подтверждены численными расчетами.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ

Староверов О.А., Спаскова Е.М.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

cem_staroverov@mail.ru

С целью исследования поведения композиционных материалов под воздействием ударных нагрузок были проведены серии испытаний стекло- и углепластиковых образцов-панелей с различными параметрами удара. Для оценки остаточной прочности образцов-пластин и панелей была разработана и отработана методика по нанесению повреждений и последующему сжатию при нормальной температуре с различными потенциальными энергиями нанесения повреждений. Выявлены характерные особенности проведения испытаний крупногабаритных образцов-панелей подверженных ударной нагрузке. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Правительства РФ (договор № 14.B25.310006 от 24.06.2013 г.) и РФФИ (проекты № 13-08-00304, 13-08-96016).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Старожилова О.В.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

olgst@mail.ru

Разработана математическая модель упругопластического деформирования гибких оболочек при сложном нагружении, позволяющая единообразно исследовать на основе деформационной теории А.А. Ильюшина напряженно- деформированное состояние. Модель учитывает сжимаемость материала, реальный вид диаграммы, позволяет исследовать деформирование гибких неоднородных

родных оболочек переменной жесткости при поперечном, продольном и комбинированном нагружении. Введен новый эффективный метод вычислительной математики: двухзвенный метод. Разработаны методы решения больших систем нелинейных уравнений, основанные на процедуре общей итерации, построены алгоритмы, использующие комбинации различных методов.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ ИМИТАТОРА ПОХОДКИ ЧЕЛОВЕКА

Степанов И.П., Монахов Ю.С.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)

gn0ll@mail.ru

Рассматривается нынешнее состояние разработки имитатора походки человека на основе модели тазобедренного сустава человека. Данное устройство позволит создать базу данных видов походки человека, полезную при настройке и калибровке механотерапевтических устройств, а также созданию новых реабилитационных систем, экзоскелетов и шагающих роботов. Система имеет широкие возможности для настройки по габаритам и жесткости, при сохранении относительной простоты.

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЗМОВ

Степанов М.В.¹, Тюрин А.Е.¹, Исмаилов Г.М.²

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)¹

Томский государственный педагогический университет²

stmivi@rambler.ru

В условиях работы механизмов в большинстве случаев измеряется только температура в зоне контакта, используются различные методы и принципы измерений. На основе данных о температуре делаются выводы о работоспособности сопряжения, характере трения, а также прогнозируется температура поверхности взаимодействующих трибопар. В работе представлена методика экспериментального определения температуры контактирующих материалов при внешнем трении. Подробно рассмотрен обзор существующих методов измерения, представлена технология подключения датчиков, система измерений, обработка и анализ результатов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ФАЗОВЫХ ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХФАЗНОГО ТЕЧЕНИЯ В ПОРОВЫХ КАНАЛАХ

Степанов С.В.¹, Шабаров А.Б.², Бембель Г.С.², Шаталов А.В.²

ООО Тюменский нефтяной научный центр¹

Тюменский государственный университет²

svstepanov@rosneft.ru

Представлены результаты численного исследования динамических относительных фазовых проницаемостей. Использованы два типа моделей: в основе первой модели лежат уравнения многофазной гидродинамики, в основе второй модели – уравнения гидравлики, включая обобщенное уравнение Бернулли. Показано, что динамический характер ОФП может быть объяснен как с позиции четочного характера течения, так и с позиции влияния местных потерь в системе поровых каналов.

О ВЛИЯНИИ ПЕРЕМЕННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕНОСА НА ТЕРМОДИФфуЗИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ

Степанова И.В.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

stepiv@icm.krasn.ru

Рассмотрена модель стационарного термодиффузионного разделения бинарной смеси в плоском слое, границы которого поддерживаются при различных постоянных температурах. Модель основана на уравнениях переноса тепла и массы, которые являются нелинейными в силу переменности коэффициентов переноса. Предложена общая схема интегрирования уравнений модели. Исследованы различные случаи, для которых уравнения могут быть проинтегрированы в явном виде. Построен ряд новых точных решений, рассмотрены примеры термодиффузионного разделения в различных бинарных смесях с переменными коэффициентами переноса.

ИНВАРИАНТНЫЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ТРЕЩИН О СМЕШАННОМ НАГРУЖЕНИИ ТЕЛ С РАЗРЕЗАМИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Степанова Л.В.

Самарский государственный университет

StepanovaLV2015@yandex.ru

Обсуждаются инвариантные (автомодельные) решения задач определения напряженно-деформированного состояния у вершины трещины в поврежденной среде в условиях смешанного деформирования в полном диапазоне смешанных форм деформирования: от нормального отрыва до поперечного сдвига. Процесс накопления повреждений носит автомодельный характер, что позволяет

ввести автомодельную переменную и автомодельное представление решения. Получен класс новых собственных решений нелинейных задач на собственные значения для всего спектра значений параметра смешанности нагружения. Новая асимптотика представляет собой промежуточно-асимптотическое решение задачи о трещине в условиях смешанного нагружения.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБ ОБРАЗОВАНИИ УПРУГОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В ТЕЛЕ ИЗ НЕСЖИМАЕМОГО МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ CAE FIDESYS

Стёпин Н.Е.

ООО «Фидесис», г. Москва

n_i_k_i1989@mail.ru

Предлагается к рассмотрению модель напряжённо-деформированного состояния при образовании упругих включений в теле из несжимаемого материала после предварительного нагружения. Для примера будет использована пластинка из несжимаемого материала Гука с коэффициентом Пуассона 0.5 (для малых деформаций такое приближение допустимо), в которой присутствовало отверстие. В процессе нагружения этой пластинки в ней появляется включение, которое моделируется упругим материалом. Это вызывает перераспределение деформаций и напряжений, меняется форма границы между матрицей и включением. Приведены результаты расчёта примера с помощью программного комплекса CAE Fidesys.

КОРРЕКЦИЯ ОРБИТЫ ОПАСНОГО АСТЕРОИДА, ПРИВОДЯЩАЯ К СТОЛКНОВЕНИЮ С ЛУНОЙ, КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ

Стихно К.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

fn2cyril@gmail.com

Исследована возможность коррекции орбиты опасного астероида Apophis, предотвращающей его возможное соударение с Землей и исключающей новые опасные сближения в будущем за счет последующего столкновения астероида с Луной. Разработан метод поиска таких терминальных траекторий астероида в зависимости от момента коррекции, и на ближайшие пару десятилетий эти траектории найдены. Проведена оценка необходимого корректирующего импульса для одноимпульсной стратегии коррекции, а также оптимизация его величины в зависимости от момента столкновения астероида с Луной. Оценены параметры столкновения с Луной и величина воздействий на орбиту Луны.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПОЧЕК МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ, ПОМЕЩЕННЫХ В УПРУГУЮ СРЕДУ

Столбов О.В., Райхер Ю.Л.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

sov@icmm.ru

Мягкий магнитный эластомер (ММЭ) – это композит, полимерная матрица которого наполнена частицами ферромагнетика. Главное «интеллектуальное» свойство ММЭ – способность изменять свойства под действием магнитного поля. В настоящей работе отклик ММЭ на приложенное поле изучается в рамках мезоскопического подхода: учитываются взаимодействия всех частицы между собой (каждая с каждой) и с упругой матрицей. Модель представляет ММЭ в виде двух связанных подсистем – магнитной и упругой. Магнитная подсистема рассматривается как совокупность взаимодействующих диполей с линейным законом намагничивания. Для упругой подсистемы используется континуальная теория упругости при конечных деформациях. Упругая задача решается методом конечных элементов с пошаговым нагружением. Выполнено моделирование для серии образцов ММЭ, представляющих собой тонкие плёнки различной толщины, закреплённые на подложке. Внутри плёнки находится цепочка из монодисперсных намагничивающихся частиц. Поля приложено в плоскости плёнки перпендикулярно цепочке. Показано, что при намагничивании линейная конфигурация цепочки теряет устойчивость по типу перехода первого рода.

АСИМПТОТИЧЕСКИЙ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ПЛАСТИНОК ОБОЛОЧЕК И ТРОСОВ

Столяр А.М., Муталибов Г.С.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

ajoiner@mail.ru

В предметной области применения асимптотических методов механики выделены два сегмента: предельный переход от уравнений большей размерности к уравнениям меньшей размерности в задачах теории пластин и оболочек и асимптотическое интегрирование в начально-краевых задачах с подвижной или переменной границей. При этом возможно оценить погрешность, которая возникает при замене решения исходной задачи его асимптотическим представлением. В работе рассмотрены колебания ортотропной пластины со свободными продольными сторонами, лежащей на нелинейно-упругом основании (задачи первого типа) и колебания вязкоупругого троса переменной длины с грузом на конце (задачи второго типа). Приведены результаты расчётов.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕСА СТОЙКИ ШАССИ САМОЛЕТА

Стребуляев С.Н., Лосев А.Р., Королев И.А.

*Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет
им. Н.И. Лобачевского*

sstrebuliaev@mail.ru

Рассмотрена математическая модель динамической системы самолета, учитывающая уравнения кинематических связей при качении переднего колеса трехколесного шасси и уравнения движения передней стойки шасси. Проведены расчеты и анализ границ областей устойчивости в пространствах различных параметров и найдены чувствительные параметры. Получены значения радиуса робастной устойчивости. Рассмотренные результаты и программные средства могут быть использованы при проектировании и разработке новых виброустойчивых конструкций шасси самолетов.

ГЕНЕРАЦИЯ ВОЛН КОЛЕБЛЮЩИМСЯ ПОГРУЖЕННЫМ ЦИЛИНДРОМ ПРИ НАЛИЧИИ ЧАСТИЧНОГО ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Стурова И.В., Ткачева Л.А.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

sturova@hydro.nsc.ru

Решена линейная задача о генерации волн колеблющимся цилиндром для двух классов гидроупругих систем: 1) поверхность жидкости свободна за исключением конечной области, где она покрыта тонкой упругой пластиной, моделирующей ледяной покров; 2) поверхность жидкости покрыта двумя полубесконечными упругими пластинами, между которыми находится область свободной поверхности (полынья). Решение задачи получено двумя методами: Винера–Хопфа и сращиванием разложений по вертикальным собственным функциям. Определены зависимости гидродинамической нагрузки и амплитуд возвышений свободной поверхности и упругих пластин от частоты и формы колебания цилиндра и его расположения относительно краев пластин.

УСТОЙЧИВОСТЬ ГРАНИЦЫ СТОЛБА ТЭЙЛОРА ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ СФЕРИЧЕСКОМ СЛОЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРАЦИЯХ

Субботин С.В.

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь

subbotin_sv@pspu.ru

Экспериментально исследуется движение жидкости во вращающейся сферической полости со свободным сферическим телом при вибрациях. Под действием вибраций, направление которых перпендикулярно оси вращения, тело совершает круговые колебания относительно полости. В результате в жидкости генерируется осредненное течение в форме столба Тэйлора, а тело приходит в дифференциальное вращение. Повышение амплитуды вибраций приводит к интенсификации колебаний тела и появлению азимутальной волны на границе столба, при этом в зависимости от частоты возбуждаются различные волновые моды. Исследуются пороги возникновения неустойчивости и надкритические режимы течения жидкости.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ РЕКОНСТРУКЦИИ ДИНАМИКИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПА- РАМЕТРОВ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ВАРИАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Субботина Н.Н., Крупенников Е.А., Токманцев Т.Б.

Институт математики и механики УрО РАН, г. Екатеринбург

krupennikov@imm.uran.ru

Рассматриваются задачи реконструкции траекторий и управлений управляемых систем, линейных по управлению, при известной истории дискретных замеров траекторий и известной неточности измерений. Предполагается, что допустимые измеримые управления стеснены геометрическими ограничениями. Предложен метод решения этих задач с помощью вспомогательных вариационных задач на минимум интегрального функционала регуляризированной невязки. Получено обоснование этого метода и представлены результаты исследования устойчивости метода к информационным помехам. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-01-00000.

НАВИГАЦИЯ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСКАРДАННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Субханкулова Г.А.¹, Парусников Н.А.¹, Дубровин Ф.С.²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

Дальневосточный федеральный университет², г. Владивосток

subguzel@gmail.com

Рассматривается задача навигации автономного необитаемого подводного аппарата. В качестве датчиков навигационной информации используются гидроакустические датчики дальности до наводных маяков и углы ориентации соответствующих антенн, глубиномеры, датчики скорости и гироскопические датчики курса. Особенность работы в том, что, помимо указанных датчиков, используется бескарданная инерциальная навигационная система (БИНС) среднего класса точности. Задача навигации решается как задача коррекции БИНС при помощи внешней информации. Исследуются принципиальные возможности такого решения на основе ковариационного анализа с привлечением реальных данных.

УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕБАНИЯМИ СКАЧКА УПЛОТНЕНИЯ НА ТРАНСЗВУКОВОМ КРЫЛЕ С ПОМОЩЬЮ ВЫДУВА СТРУЙ

Судаков В.Г., Рыжов А.А., Хайруллин К.Г., Абрамова К.А.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

vit_soudakov@mail.ru

Проведено численное исследование возникновения колебаний скачка на трансзвуковом профиле крыла гражданского самолета в нестационарной постановке в рамках уравнений Рейнольдса. Полученные амплитудные и частотные характеристики колебаний согласуются с экспериментальными данными. Проанализированы оценки возникновения бафтинга с помощью различных критериев. Выполнены исследования по управлению колебаниями скачка с помощью выдува струи вблизи задней кромки профиля, а также с помощью выдува тангенциальной струи на верхней поверхности профиля с целью затягивания начала бафтинга. Приведены оценки эффективности этих методов для профиля и для компоновки «крыло-фюзеляж» гражданского самолета.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ГИДРАТОНАСЫЩЕННОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ПОРИСТЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ СЛОЕВ ОСАДКОВ В ПОДВОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Суетнова Е.И.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

elena_suetnova@mail.ru

Процесс уплотнения накапливающихся слоев осадков на морском дне приводит к падению пористости по глубине в осадочном слое и к фильтрации к поверхности насыщающего осадки флюида. Осаждение растворенных в поровом флюиде газов (в основном метана), при соответствующих термобарических условиях происходит в виде осаждения газовых гидратов в порах. В данной работе приводятся результаты математического моделирования эволюции гидратонасыщенности осадков в процессе последовательного накопления и уплотнения слоев осадков с различными реологическими свойствами и различной проницаемостью. Моделирование показывает, что в результате такого процесса гидратонасыщенность может быть больше чем при накоплении и уплотнении однородных осадков. Повышение гидратонасыщенности зависит от различия вязкости и проницаемости слоев осадков, так как эти различия определяют изменения скорости фильтрации в процессе уплотнения. Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №14-05-00368.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ НАГРУЖЕНИЯ НА РАЗРУШЕНИЕ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА С ОТВЕРСТИЕМ

Сукнёв С.В.

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН, г. Якутск

suknyov@igds.ysn.ru

Теоретически и экспериментально исследовано влияние краевых условий на разрушение хрупкого геоматериала в зоне концентрации напряжений при двухосном нагружении с учётом масштабного фактора. Получены экспериментальные данные об образовании трещин отрыва в образцах с отверстием и выполнены расчёты критической нагрузки в зависимости от параметра двухосности нагружения с использованием интегрального и градиентного критериев разрушения. Проведено сопоставление результатов расчёта с полученными экспериментальными данными. Показано, что при фиксированном размере отверстия влияние условий нагружения на критическое напряжение хорошо описывается интегральным критерием разрушения.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕДОПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ПРОХОДКЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ МЕТОДОМ ЗАМОРАЖИВАНИЯ

Сулейманов Р.Н., Чекалкин А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

suleymanovrn@gmail.com

Проведено математическое моделирование теплопереноса при воздействии замораживающих скважин в горном массиве в процессе проходки шахтных стволов методом замораживания. Основная задача заключается в определении времени образования ледопородного массива вокруг шахтного ствола. Процессы, необходимые для выполнения данной работы, проводились на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета. Моделирование динамики температурного поля вокруг шахтного ствола было произведено в прикладном пакете «ANSYS». Определены приблизительные сроки образования ледопородного массива требуемой толщины, необходимого для проходки шахтного ствола.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИБКИХ СВЯЗЕЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Султанов К.С., Исмаилова С.И.

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

sultanov.karim@mail.ru

На основе результатов экспериментов по растяжению хлопковой нити с различной линейной плотностью получены нелинейные зависимости растягивающей силы от продольной деформации нити. Установлено, что причиной проявления нелинейного деформирования хлопковой нити является изменение её структуры, следовательно, механических характеристик при растяжении. На основе анализа результатов опытов определены изменения модуля деформации в зависимости от значений продольной деформации и предложены математические модели, описывающие эти изменения.

ЗАДАЧА О БРАХИСТОХРОНЕ С СУХИМ ТРЕНИЕМ КАК ИЗОПЕРИМЕТРИЧЕСКАЯ ВАРИАЦИОННАЯ ЗАДАЧА

Сумбатов А.С.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва

sumbatow@ccas.ru

По аналогии с классической задачей о гладкой (без трения) брахистохроне с первым интегралом энергии доказывается применимость аналогичного подхода для решения более общей задачи с трением: отыскать в вертикальной плоскости материальную кривую, связывающую две заданные точки, вдоль которой отпущенная без начальной скорости в стартовой точке тяжёлая частица достигнет за минимальное время финальной точки при условии, что на частицу действует дополнительно сила сухого (кулонова) трения со стороны опорной кривой. Ранее эта задача была решена сведением к уравнениям Эйлера–Лагранжа третьего порядка с неопределёнными множителями дифференциальных связей. Здесь удаётся избежать повышения порядка дифференциальных уравнений экстремали за счёт того, что в уравнение движения скатывающейся частицы модуль её скорости входит линейно.

СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ В НАКОВАЛЬНЫХ БРИДЖМЕНА

Сундеев Р.В., Глезер А.М., Шалимова А.В.

*Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина,
г. Москва*

sundeev55@yandex.ru

Рассмотрены особенности деформационной кристаллизации аморфных сплавов. Работа поддержана грантом РФФИ № 15-02-02621а, 15-32-20451_мол_а_вед и 14-02-00271а.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ СИГНАТУРЫ ВОЗВРАЩАЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Суржииков С.Т.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

surg@ipmnet.ru

Представлена пространственная модель радиационной газодинамики входящего в плотные слои атмосферы космического аппарата. Вычислительная модель реализована в рамках компьютерной платформы NERAT(3D)+ASTEROID, предназначенной для решения задач радиационной газовой динамики вязкого, теплопроводного, физически и химически неравновесного высокотемпературного газа. Дано сравнение расчетных данных с экспериментальными данными по сигнатурам космических аппаратов Союз-ТМ. Работа поддержана грантом РФФИ № 13-01-00537 и Программой фундаментальных исследований РАН.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕДАХ

Суров В.С.¹, Степаненко Е.Н.²

Южно-Уральский государственный университет¹, г. Челябинск

Челябинский государственный университет²

surov@math.susu.ac.ru

В рамках модели односкоростной многокомпонентной среды исследованы взаимодействие воздушных ударных волн с пузырями гелия и фторида серы, истечение многофазных сред через сопловые насадки, подводные взрывные явления при наличии пузырьков экранов и другие задачи. Включение в уравнения смеси сил вязкого трения и теплопроводности расширяет сферу приложения модели и дает возможность проводить расчеты течений, например, углеводородных смесей, биологических жидкостей и т. д. При рассмотрении распространения тепла вместо закона Фурье применялся закон Максвелла–Каттанео, учитывающий релаксацию теплового потока и обеспечивающий конечность скоростей перемещения тепловых волн, что в свою очередь связано с принадлежностью системы уравнений к гиперболическому типу. Вязкие релаксационные напряжения, как и тепловые эффекты, вводятся в уравнения модели многокомпонентной среды на уровне смеси в целом. Показано, что при использовании релаксационных законов для диссипативных процессов системы уравнений модели относятся к гиперболическому типу. С использованием узлового метода характеристик и метода С.К. Годунова исследованы волновые процессы в пенных и пузырьковых жидкостях. Показано, что в ряде случаев на волновую картину течения существенное влияние оказывают теплообменные явления.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УДАРНЫХ ВОЛН С ЭЛЛИПСОИДАЛЬНЫМИ ПУЗЫРЬЯМИ ГАЗА

Сутырин О.Г.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

sutyurin@imec.msu.ru

В рамках уравнений Эйлера исследуется взаимодействие ударных волн в газах с эллипсоидальными областями (пузырями) газа повышенной или пониженной плотности. Описан процесс преломления ударных волн, а также формирования и фокусировки (кумуляции) вторичных скачков уплотнения. Проведена классификация режимов фокусировки – внутренних, внешних и переходных. На основе параметрического исследования задачи определена качественная зависимость режима и интенсивности фокусировки от определяющих параметров задачи – числа Маха падающей волны, плотности газа в пузыре и формы пузыря. Показано, что в ряде случаев за счет умеренного удлинения пузыря можно добиться многократного увеличения интенсивности кумуляции вторичных ударных волн.

ТРЕХСЛОЙНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ ОБОЛОЧКИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ПРЕДЕЛЫ ИХ ПРИМЕНИМОСТИ, КРИТИЧЕСКИЕ УСИЛИЯ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ

Сухинин С.Н.

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, г. Королев

Ssukhinin@yandex.ru

Рассмотрены математические модели для расчёта на устойчивость трёхслойных оболочек с композитными несущими слоями. Анализ проведён для наиболее характерного случая нагружения цилиндрических оболочек осевым сжатием. Установлены три обобщённые жёсткости трёхслойной оболочки, через которые выражаются критические усилия, границы применимости моделей, погрешности моделей, а также условия эффективности трёхслойных конструкций. Показано, что полученные на основе асимптотического анализа результаты практически совпадают с точным решением.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ И МОМЕНТОВ

Сухоруков А.Л., Титов М.А., Чернышев И.А.

Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин», г. Санкт-Петербург

su_andr@yahoo.com

Рассмотрены методологические аспекты определения коэффициентов вращательных производных гидродинамических сил и моментов подводных объектов. Показано, что механизм «скользящих вычислительных сеток», реализованный во многих расчетных комплексах механики жидкости и газа, позволяет задавать колебания объекта в потоке по углу дифферента и, на основе численного решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса, определять гидродинамические воздействия на объект. В результате нестационарного расчета обтекания подводного объекта вязкой жидкостью определены поля скоростей и давлений в потоке. Получены соотношения, позволяющие по заданным значениям гидродинамических воздействий определять коэффициенты вращательных производных гидродинамических сил и моментов. Представленный подход позволяет оценить обоснованность гипотезы стационарности при исследовании движения подводного объекта.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТРЕХМЕРНОГО ОБТЕКАНИЯ ПЛАСТИН ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ МЕТОДОМ ДИПОЛЬНЫХ ДОМЕНОВ

Сыроватский Д.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

talismanium@gmail.com

Бессеточный численный метод, основанный на представлении вихревой пелены дискретными дипольными частицами, применен для расчета обтекания идеальной жидкостью бесконечно тонких пластин, совершающих вынужденные колебательные и вращательные движения. Преимуществом разработанных распараллеленных вычислительных кодов по сравнению с известными, использующими вихревые отрезки и т. п. вихревые элементы для 3D течений, является то, что, будучи полностью Лагранжевым, алгоритм обеспечивает солёноидальность поля завихренности и точное выполнение закона сохранения импульса в неограниченном пространстве. Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП Министерства образования и науки РФ (соглашение 14.576.21.0079, проект RFMEFI57614X0079).

К ТЕОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТНОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ ЕЕ ВСПЛЫТИИ В ВОДЕ

Тазетдинов Б.И.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

bulatbirsk@yandex.ru

Изучается задача всплытия газогидратной частицы в воде. Рассмотрены два предельных механизма образования гидратной корки на поверхности гидратной частицы. Выявлено, что основным механизмом гидратообразования является диффузионный механизм переноса воды через гидратную корку. Результаты численного моделирования соответствуют экспериментальным данным, которые могут быть использованы как тестовые.

ДВИЖЕНИЕ СУДНА ПРОТИВ ВОЛН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА ОБРУШЕНИЯ ВОЛН НА НАКЛОННОЙ ПЛАСТИНЕ

Такмазян А.К., Прокофьев В.В., Филатов Е.В., Якимов А.Ю.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

takmazian@gmail.com

Представлена новая схема волнового движителя, в которой механизм тяги связан не с качкой судна, а с взаимодействием волн с элементами конструкции судна. Построена модель катамарана, оснащенная погруженной наклонной пластиной, установленной между корпусами. Обнаружен эффект движения судна против волн, средняя скорость которого немонотонно зависит от длины волн. При возвышении кромки пластины над уровнем поверхности воды судно начинает двигаться в противоположном направлении – по волнам. Наблюдаемые в эксперименте эффекты обнаружены также и в численном моделировании в пакете XFlow, в котором использован бессеточный метод решетки Больцмана.

ОПТИМИЗАЦИЯ В ПРОБЛЕМЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Таковицкий С.А.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

c.a.t@tsagi.ru

Представлен прямой метод оптимизации элементов сверхзвукового летательного аппарата, основанный на локальной линеаризации зависимости газодинамических функций от геометрических параметров. Получены решения задач по уменьшению связанного с объемом волнового сопротивления, вихревой и волновой составляющих сопротивления, обусловленного созданием подъемной силы, балансирующей потерь. Рассмотрены примеры оптимизации при геометрических и аэродинамических ограничениях, в условиях аэродинамической интерференции. Выполнено сопоставление результатов теоретического анализа и численной оптимизации. Работа выполнена в рамках проекта “High Speed Experimental Fly Vehicles – International” (HEXAFLY-INT), стимулирующего международное сотрудничество по исследованиям гражданского высокоскоростного воздушного транспорта. HEXAFLY-INT, координируемый ESA-ESTEC, поддерживается ЕС в рамках 7-ой Рамочной программы по Теме 7 Транспорт, Контракт: АСР3-GA-2014-620327. Проект также поддерживается Министерством промышленности и торговли Российской Федерации. Дополнительная информация по HEXAFLY-INT может быть найдена на сайте http://www.esa.int/techresources/hexafly_int. Исследование также поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (13-01-00854).

НЕУСТОЙЧИВОСТИ И ВОЛНЫ В МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЯХ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ РАЗДЕЛА

Тактаров Н.Г., Рунова О.А.

Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева, г. Саранск

colonnt@mail.ru

Сформулирована и исследована математическая модель неустойчивости и распада струи газа в магнитной жидкости в приложенном магнитном поле, направленном вдоль оси струи. Найденные условия, при которых возмущения поверхности струи становятся неустойчивыми и приводят к ее разрушению на отдельные пузыри газа. Показано, что с увеличением магнитного поля размер образующихся пузырей возрастает, а скорость их роста и частота возникновения уменьшаются. Эта задача представляет интерес в связи с изучением кипения магнитных жидкостей. Исследована неустойчивость цилиндрического фронта вытеснения одной магнитной жидкостью другой жидкостью, движущихся в пористой среде в приложенном магнитном поле.

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ РЕАКТИВНОЙ СТРУИ СО СТРЕЛОВИДНЫМ КРЫЛОМ НА КРЕЙСЕРСКОМ УЧАСТКЕ ПОЛЕТА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ СОПЛА НАД КРЫЛОМ

Талызин В.А., Лаврухин Г.Н.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

talyzin@tsagi.ru

Представлены результаты экспериментального изучения интерференции реактивной струи со стреловидным крылом на крейсерском участке полета в компоновке, в которой двухконтурное сопло расположено над стреловидным крылом. Уникальный стенд, использованный при экспериментальных исследованиях, позволяет определять характеристики крыла и модели сопла независимо друг от друга. В работе представлены полученные интегральные характеристики системы «крыло–сопло». Также проведен сравнительный анализ исследуемой компоновки с «классической», при которой реактивное крыло расположено под крылом дозвукового пассажирского самолета.

УЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ СДВИГА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ БАЛОК

Тарасов В.Л.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

vl-tarasov@yandex.ru

Рассматривается задача оптимизации изгибаемых стержней, состоящая в отыскании распределения материала вдоль оси стержня, дающего минимальный объем материала при ограничении на средний прогиб. В расчетной модели учитываются деформации сдвига по схеме Тимошенко. Методом неопределенных множителей Лагранжа получены условия оптимальности, позволяющие качественно оценить распределение материала в оптимальной конструкции. Показано, что учет деформаций сдвига исключает вырождение сечений, но приводит к увеличению объема материала. Приведены решения для консоли при распределенной и сосредоточенной нагрузке.

МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МНОГОФАЗНЫХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Ташкинов М.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

m.tashkinov@pstu.ru

Проведено моделирование механического поведения многокомпонентных композитов на основе стохастического подхода с учетом особенностей их микроструктуры. Получены новые аналитические выражения для решения стохастической краевой задачи в упругой и упругопластической постановке. Для частных случаев композитов вычислены значения статистических характери-

стик полей напряжений и деформаций, соответствующих различным условиям нагружения и физико-механическим характеристикам компонент. Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-5172.2015.1), а также гранта РФФИ №14-01-96024-р_урал_a.

ОДНОМЕРНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ В КАНАЛАХ

Таюрский А.А., Гавриков М.Б.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

tayurskiy2001@mail.ru

Рассмотрены стационарные течения несжимаемой двухкомпонентной вязкой, электропроводной плазмы, для описания которых использованы уравнения электромагнитной гидродинамики (ЭМГД), учитывающие инерцию как ионов, так и электронов. Исследованы три типа течений: 1. Цилиндрически симметричные течения в круглой бесконечной трубе; 2. Цилиндрически симметричные течения между двумя соосными цилиндрами; 3. Плоско-симметричное течение между двумя параллельными пластинами, находящимися в постоянном поперечном магнитном поле.

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОНТОГЕНЕЗА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Тверье В.М.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

tverier_55@perm.ru

Рассмотрен фактор развития и функционирования зубочелюстной системы человека – биомеханическое давление. Проблемы взаимосвязи между блоками зубочелюстной системы могут быть решены в рамках междисциплинарного подхода с помощью биомеханического моделирования. Выделен круг задач, постановка которых использует разработанный подход: определение усилий мышц и реакции височно-нижнечелюстного сустава, моделирование естественного и искусственного вскармливания детей, моделирование перестройки трабекулярной костной ткани, моделирование диска височно-нижнечелюстного сустава как пороупругого тела. Показана возможность использования результатов в концепции виртуального физиологического человека. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-01-04844.

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЭНЕРГИИ УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В ГЕКСАГОНАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Телятник Р.С., Кукушкин С.А., Осипов А.В.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт-Петербург,

Санкт-Петербургский академический университет

statphys@ya.ru

На основе точного выражения тензорной функции Грина упругого поля, полученной Лифшицем–Розенцвейгом для гексагональной среды, и приближённого для кубической, выведена точная формула для энергии взаимодействия пары точечных дефектов жёстко сферической формы в гексагональном кристалле. Кривая зависимости этой энергии от угла расположения дефектов представлена для разного сочетания упругих констант и сопоставлена с кривыми для кубической среды в соосных сферических координатах на примере атомных вакансий в политипах нитрида алюминия AlN с использованием расчётов вычислительной квантовой химии. Работа поддержана грантами РНФ №4-22-00018, РФФИ №13-02-12040 офи_м, президента РФ МК-5261.2014.1.

К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Телятников И.С.¹, Колесников М.Н.²

Южный научный центр РАН¹, г. Краснодар

Кубанский государственный университет², г. Краснодар

ilux_t@list.ru

Контактирующие литосферные структуры с прямолинейными разломами моделируются составными двумерными пластинами на трехмерной упругой подложке и исследуются методами теории смешанных задач упругости. Рассмотрена задача о вертикальных колебаниях полугораниченных пластин, контактирующих вдоль прямой, на поверхности упругого слоя, а также статическая задача для такой же структуры при заданной вертикальной поверхностной нагрузке. Использован упрощенный метод блочного элемента. Получены представления решений, описывающие смещения поверхности и позволяющие изучить влияние на напряженно-деформированное состояние структуры свойств ее элементов и характеристик разломов.

УЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР ПРИ РАСЧЕТЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Темирбеков Е.С.

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

temirbekove@mail.ru

Одним из методов силового расчета плоских рычажных механизмов является МКЭ. Однако он не применяется для пространственных рычажных механизмов. Этот момент в литературе по МКЭ почему-то не затрагивают. Вся проблема в том, что кинематические пары таких механизмов ориентированы в пространстве по-разному. А матрица жесткости модели формируется в единой системе координат. Это не позволяет сформировать ее так, чтобы учитывалось отсутствие некоторых компонент усилий в кинематических парах. Здесь дается подход, использующий МКЭ для силового анализа пространственных рычажных механизмов.

Идея заключается в том, что основная система уравнений равновесия метода конечных элементов решается в локальных системах координат кинематических пар.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЛОСКИХ ОБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Терауд В.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

ldrnww@gmail.com

Проведено экспериментальное исследование деформирования плоских образцов в условиях высокотемпературной ползучести. В экспериментах применялись образцы гантелевидной формы из алюминиевого сплава Д16Т, деформируемые при 400 С. Было выяснено, что равномерная деформаций образцов происходит только в течение 20–40% от длительности до разрушения, после чего появляется значительная неоднородность деформирования. Были зафиксированы моменты образования макротрещин в образцах. Предложено ввести понятия «быстрая» и «долгая» локализация. Показано, что плоские образцы по сравнению с образцами круглого поперечного сечения, более длительно деформируются равномерно по своей рабочей части.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В МНОГОФРАКЦИОННЫХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ГАЗОВЗВЕСЯХ

Терегулова Е.А., Губайдуллина Д.Д.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

teregulova@inbox.ru

Изучено распространение акустических волн в смесях газа с частицами разных материалов, когда каждая фракция частиц является полидисперсной. Представлена математическая модель, получены дисперсионное соотношение, равновесная и замороженная скорости звука, низко- и высокочастотные асимптотики линейного коэффициента затухания, рассчитаны дисперсионные кривые. Проанализировано влияние параметров дисперсной фазы на диссипацию и дисперсию звуковых волн. Проведено сравнение с экспериментом.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ К РЕШЕНИЮ ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Терентьев А.Г., Казакова А.О.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

kazakova_anastasia@bk.ru

Ранее авторами для решения краевых задач для полигармонического уравнения был предложен численный алгоритм, основанный на интегральных соотношениях для полигармонических функций и методе граничных элементов. В настоящей работе показана возможность применения разработанного численного алгоритма к решению задач теории упругости. Рассмотрены задача кручения призматического стержня, задача о плоской деформации и задача об изгибе тонкой пластинки.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КРИТИЧЕСКИХ ДИСТАНЦИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Терехина А.И.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

terekhina.a@icmm.ru

Предложена модификация теории критических дистанций для описания процессов разрушения металлических материалов, имеющих как прямую, так и обратную скоростную чувствительность. Проведены экспериментальные исследования механического поведения образцов из титановых и алюминиевых сплавов с концентраторами напряжений. В результате предложен эффективный метод оценки динамической прочности образцов с концентраторами напряжений в диапазоне скоростей деформирования от 10^{-3} до 10^4 сек⁻¹.

О СООТНОШЕНИИ СКОРОСТЕЙ ДИССИПАЦИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ ТУРБУЛЕНТНЫХ ЭНЕРГИЙ. СРАВНЕНИЕ ПОДХОДОВ

Терехина Л.Д., Орлов В.А.

Ульяновский государственный университет

puankarel@yandex.ru

Исследуется зависимость отношения мощностей диссипации кинетической и магнитной турбулентных энергий от магнитного числа Прандтля с помощью аналитической спектральной модели магнитогидродинамической турбулентности. Кроме познавательных целей, данная задача представляет интерес в плане сравнения различных подходов моделирования турбулентности. Получаемые результаты сравниваются с результатами прямого численного моделирования течений и спектральной модели, использующей коллективные переменные.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ИМПАКТНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ СТРУЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА

Терехов В.И., Калинина С.В., Шаров К.А.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск
sharov@itp.nsc.ru

Представлены результаты экспериментального исследования течения и теплообмена кольцевых импактных струй. Исследования полей течения проводились с помощью Particle Image Velocimetry (PIV). Для измерения теплообмена использованы миниатюрные градиентные датчики теплового потока. Основное внимание работы направлено на изучение течения в области торможения потока вблизи преграды, на развитие в струе турбулентных пульсаций и связи полученных данных о структуре полей течения с измерениями теплоотдачи. Показано, что замена круглого сопла соплом кольцевой формы в рассмотренном диапазоне условий приводит к росту интенсивности пульсаций скорости в осевой зоне струи и интенсификации теплообмена в лобовой области преграды, при этом величина эффекта интенсификации зависит от характеризующих систему параметров.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ВОЗМУЩЕНИЙ ПРИ $M=2$ В РАМКАХ СЛАБОНЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ

Терехова Н.М.

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск
terekh@itam.nsc.ru

Моделируется область нелинейной эволюции возмущений в сверхзвуковом пограничном слое при $M=2$. Рассмотрены две модели слабонелинейного взаимодействия – субгармонический трехволновый резонанс (нелинейность первого порядка) и модель парных комбинационных связей (второго порядка). Рассмотрена продольная динамика контролируемых и естественных вихревых возмущений для группового триплета, составленного из 29 простых. В рамках второй модели рассмотрена нелинейная эволюция двух возмущений повышенной интенсивности с описанием их самовоздействия и перекрестного комбинационного взаимодействия.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ КОНВЕКЦИИ

Терешко Д.А., Алексеев Г.В.

Институт прикладной математики ДВО РАН, г. Владивосток
ter@iam.dvo.ru

Исследуются обратные задачи и задачи управления для нестационарных уравнений тепловой конвекции, рассматриваемых при граничных условиях Дирихле для скорости и смешанных краевых условиях для температуры. Указанные задачи формулируются как задачи условной минимизации функционалов качества, адекватно описывающих исходные постановки. Роль управления играет поток тепла на части границы области течения. С использованием методов оптимального управления выводится система оптимальности, представляющая собой необходимые условия экстремума первого порядка. Предлагается численный алгоритм решения рассматриваемых задач и проводится анализ результатов проведенных вычислительных экспериментов.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА РАЗМЯГЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ИЗМЕНЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Терпугов В.Н.¹, Соколов А.К.²

Пермский государственный национальный исследовательский университет¹
Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Екатеринбург
terpugov@psu.ru

Обоснована важность учета эффекта размягчения резины (эффекта Маллинза) при физическом и вычислительном моделировании резинотехнических изделий. Для более точного осуществления расчетов предложено модифицировать модель Огдена–Роксбурга, заменив константы на функции, которые при этом подбирать на основе данных эксперимента. Модифицированная модель внедрена в пакет ANSYS, и с ее помощью выполнен сравнительный анализ изменения напряженно-деформированного состояния в автомобильной шине, определенного с учетом и без учета эффекта размягчения резины. Несмотря на то, что эффект размягчения резины был впервые описан в работе Baussa и Кари в 1903 для ненаполненных эластомеров, при моделировании и проектировании реальных изделий его влиянием на напряженно-деформированное состояние (НДС) обычно пренебрегают. Хорошо известно, что наполнение каучуков ультрамелкодисперсным наполнителем приводит к существенному улучшению прочностных и усталостных характеристик материала. При этом значительно увеличивается и эффект размягчения. Обсуждается важность учета эффекта размягчения при исследовании НДС резинотехнических изделий и рассматривается способ уточнения модели Огдена–Роксбурга при ее использовании для вычислительного моделирования. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 13-01-96016 p_урал_a и № 14-08-96013 p_урал_a, а также Министерства образования Пермского края по соглашению С–26/627.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СЖИГАНИЯ ГАЗОВ В ЖИДКОСТИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тесленко В.С., Дрожжин А.П.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

teslenko@hydro.nsc.ru

Представлены результаты разработки методов сжигания горючих газов непосредственно в жидкости с целями улучшения энергоэффективности использования углеводородных топлив для создания принципиально новых энергетических устройств и систем. На примере импульсных методов сжигания газовых смесей в камерах сгорания затопленных в воду показаны возможности разработки новых технологий для создания принципиально новых водных движителей и тепловых генераторов. Экспериментально показано, что за один цикл сжигания стехиометрической пропан-кислородной смеси в цилиндрических и конических камерах сгорания генерируются два–три импульса силы на тяговую стенку, что и обеспечивает удельный импульс до 10^5 сек.

КОНИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ С ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНОЙ ЧЕПМЕНА–ЖУГЕ И ИХ ОБЪЕДИНЕНИЕ С ДРУГИМИ КОНИЧЕСКИМИ ТЕЧЕНИЯМИ. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ АНАЛОГИ

Тилляева Н.И.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

ntill@ciam.ru

В рамках идеального (невязкого и нетеплопроводного) газа изучены осесимметричные конические течения (КТ) и их автомодельные нестационарные аналоги (НА). В КТ и их НА наряду с ударными волнами (SW) допускаются детонационные волны Чепмена–Жуге (DWJ). Новые элементы – введение DWJ и объединение нескольких КТ в одно. Оригинальный ряд НА и все их объединения. Используемые подходы и опирающийся на них теоретический анализ иллюстрируются примерами численного построения изучаемых течений в плоскостях их независимых переменных. Иллюстрации включают линии тока (для КТ), траектории частиц (для НА), С-характеристики и их огибающие, SW и DWJ.

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАНОКЛАССА НА НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТАХ

Тимбай И.А., Белоконов И.В.

Самарский государственный аэрокосмический (национальный исследовательский) университет

им. С.П. Королева

timbai@mail.ru

Исследуется неуправляемое движение относительно центра масс космического аппарата нанокласса, движущегося по низкой круговой орбите. Выведены функции распределения и плотности распределения максимального угла атаки наноспутника для Рэлеевского и равномерного распределений величины начальной поперечной угловой скорости для плоского движения наноспутника. Показано, что при малом начальном значении угла атаки и при незначительной закрутке относительно продольной оси, можно с достаточной точностью использовать аналитические функции распределения максимального угла атаки, полученные для случая плоского углового движения, и в случае пространственного движения.

О РАЗРЕШИМОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПОЛОГИХ НЕОДНОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК В РАМКАХ СДВИГОВОЙ МОДЕЛИ С.П. ТИМОШЕНКО ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Тимергалиев С.Н.

Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Набережные Челны

Samat_tim@mail.ru

Исследована разрешимость геометрически нелинейных, физически линейных краевых задач для упругих пологих изотропных неоднородных оболочек со свободными краями в рамках сдвиговой модели С.П. Тимошенко. Цель работы – вывод необходимых и достаточных условий существования решений задач. Метод исследования заключается в сведении исходной системы уравнений равновесия к одному нелинейному операторному уравнению, разрешимость которого устанавливается с использованием принципа сжатых отображений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В МИКРОКАНАЛАХ И СОПЛАХ МИКРОДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОНТИНУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

Тимохин М.Ю., Иванов И.Э.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

timokhin@physics.msu.ru

Численно исследуется переходный по числу Кнудсена ($0.001 < Kn < 0.5$) режим течения одноатомного газа в микроканалах и микросоплах. Движение газовых сред в данных каналах широко встречается при функционировании актуаторов и сенсорных элементов в устройствах микроэлектро-механических систем (МЭМС), в микроракетных двигателях для космических аппаратов весом от 1 г. до 10 кг, а также в технологических установках генерации кластерных ионов. Для моделирования течений используется два метода, реализующие континуальный подход. Первый метод основан на системе уравнений Навье–Стокса с гранич-

ными условиями скольжения и скачка температуры на твердой стенке, реализующий расчет плоских двумерных и осесимметричных течений. Второй метод основан на решении системы регуляризованных моментных уравнений R13 применительно к плоскому двумерному случаю. С помощью данных методов решены задачи о течении в плоских и осесимметричных микросоплах и в микроканалах (одно- и многостадийный насосы Кнудсена и др.). Работа поддержана РФФИ (гранты № 01-13-00533а и №14-01-31079) и Правительством РФ (договор №14.Z50.31.0019).

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ ТИТАНАТА БАРИЯ

Тимошенко П.Е.¹, Панькин А.В.¹, Леви М.О.²

Южный федеральный университет, Физический факультет¹, г. Ростов-на-Дону

Южный научный центр РАН², г. Краснодар

P.E.Timoshenko@GMail.com

Рассматривается задача распространения поверхностной акустической волны в пьезоэлектрической пленке титаната бария на подложке из оксида магния при наличии электродов. Задача моделируется в пакете COMSOL Multiphysics™, основанном на методе конечных элементов. Выполнено сравнение результатов расчетов дисперсионных зависимостей, выполненных аналитическим методом, с результатами моделирования в пакете COMSOL Multiphysics™. Представлено влияние деформации несоответствия (misfit strain) пленки при комнатной температуре на две первые низкочастотные поверхностные акустические моды.

АЭРОТЕРМОБАЛЛИСТИКА МЕТЕОРНЫХ СКОРОСТЕЙ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ БОЛЬШИХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ НА АТМОСФЕРУ И ПОВЕРХНОСТЬ ЗЕМЛИ

Тирский Г.А.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

tirskiy@imec.msu.ru

Решается комплексная задача аэротермобаллистики крупных космических тел, включающая движение тела с переменной массой, его дробление и тепловой взрыв в полете, падение баллистической и взрывной ударных волн на поверхность планеты, поднятие газообразных продуктов испарения метеороида в виде горячего плюма в верхние слои атмосферы и взаимодействие его с озоном воздуха [4], приводящее к хемилюминисцентным реакциям и в итоге к свечению ночного неба. На основе решения уравнений теории упругости был проведен вычислительный эксперимент по изучению формирования и распространения сейсмического следа в земной коре, вызванного взрывом челябинского метеорита. Сравнение с сейсмограммами в г. Обнинске дало хорошее совпадение численных результатов с наблюдениями.

КЛЕЕВАЯ КОМПОЗИЦИЯ С ДОБАВКАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Титов С.А.¹, Вермель В.Д.¹, Корнев Ю.В.², Никитина Е.А.²

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского¹, г. Жуковский

Институт прикладной механики РАН², г. Москва

s_titov@inbox.ru

Исследуется возможность применения наномодифицированной клеевой композиции (НМК) в соединениях авиационных конструкций. В ходе компьютерного моделирования методом квантовой механики показано, что эффективной добавкой для повышения механических сдвиговых показателей клеевой композиции на основе эпоксидной матрицы, являются открытые углеродные нанотрубки. Методом наноиндентирования установлено, что введение углеродных нанотрубок в клеевые композиции приводит к увеличению их упругих свойств на 20–25 %. Экспериментально показано, что применение НМК в болтовых соединениях приводит к повышению прочности соединения на 18 % и усталостной долговечности не менее чем в 4 раза.

АНАЛИЗ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ МЕТОДАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Тихомиров В.М., Самошкин А.С.

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

twm@stu.ru

Проведен анализ нелинейной контактной задачи, моделирующей взаимодействие арматуры с бетоном. На основе метода конечных элементов построен вычислительный алгоритм, с помощью которого решены задачи выдергивания и обжатия бетонных конструкций арматурой. Бетон моделировался упруго-пластичным телом, характеристики которого определялись на основе базовых экспериментов. Сравнение расчетных данных с результатами экспериментов показало адекватность разработанного алгоритма.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПУТНИКА С НЕЖЕСТКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ И ЕЕ АДАПТАЦИЯ ДЛЯ БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Ткачев С.С.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

stevens_l@mail.ru

Решается задача построения математической модели спутника с упругими элементами на управляемом шарнире. При этом фактически рассматриваются две модели: первая для проведения точных расчетов, вторая – адаптированная для бортового компьютера спутника, которая может быть использована при решении бортовыми средствами задачи управления и идентификации углового движения спутника. Спутник представляется в качестве связки трех тел: твердое тело (корпус спутника), упругое тело с

жестким креплением и упругое тело с шарнирным креплением. Для описания упругих деформаций используются собственные моды колебаний. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-11-00621.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕЙФА ЧАСТИЦЫ ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ГАЗА В ОТКРЫТОЙ ТРУБЕ В БЕЗУДАРНО-ВОЛНОВОМ РЕЖИМЕ ВБЛИЗИ РЕЗОНАНСА

Ткаченко Л.А., Зарипов Р.Г.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

luda_tkachenko@inbox.ru

Экспериментально исследовано движение плоской частицы в трубе и во внешнем поле около открытого конца при вынужденных продольных колебаниях газа в безударно-волновом режиме. Получены зависимости координаты частицы от времени для различных длин амплитуд и частот возбуждения. Показано, что вблизи поршня частица движется к открытому концу, а у открытого конца частица движется к поршню, совершая продольные колебания. Вне трубы частица движется от открытого конца во внешнее волновое поле практически без колебаний. Определено положение внутри трубы, при котором частица колеблется по гармоническому закону без дрейфа в какую-либо сторону вдоль оси.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ДВУМЕРНОЙ И ЛОКАЛИЗОВАННОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ НА ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПЕРЕХОД НА ПЕРЕДНЕЙ КРОМКЕ СКОЛЬЗЯЩЕГО КРЫЛА

Толкачев С.Н., Каприлевская В.С.

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

г. Новосибирск

tolkachevst@gmail.com

Исследовано развитие стационарных и вторичных возмущений при возбуждении трёхмерной и двумерной шероховатостями. Показано, что двумерная шероховатость оказывает дестабилизирующее влияние на возмущения, индуцированные впереди стоящей трёхмерной шероховатостью. При этом сама двумерная шероховатость способна приводить к появлению стационарных структур, а затем и вторичных возмущений, частотный диапазон которых лежит ниже, чем при возбуждении стационарных вихрей трёхмерной шероховатостью. Развитие вторичных возмущений приводит к турбулизации течения.

ТРЕХКОНТИНУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ СУСПЕНЗИИ

Толмачева К.И.

Московский научно-исследовательский центр Шлюмберже, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

k.i.tolmacheva@mail.ru

В рамках трехконтинуального подхода построена модель фильтрации суспензии в пористой среде с учетом осаждения частиц и сопутствующего уменьшения проницаемости. Новым элементом построенной модели является учет пористости среды, образованной осажденными частицами и доступной для течения чистой жидкости. На основе численных расчетов проведены параметрический анализ профиля концентрации осажденных частиц и сравнение с расчетами в рамках упрощенной модели, не учитывающей движение жидкости между осажденными частицами. Моделирование экспериментов по закачке коллоидных суспензий в пористую среду показало, что новая модель с одним свободным параметром описывает экспериментальные данные лучше, чем существующая модель. Отличие максимально в окрестности передней границы пористого образца, наиболее подверженного загрязнению включениями.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАБОТЕ ШТАНГОВОЙ УСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ ОСЛОЖНЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Топольников А.С.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

tandrew@anrb.ru

Предложена и реализована математическая модель расчета динамических нагрузок, действующих на полированный шток станка-качалки при работе штангового насоса. Главное отличие предложенной модели от применяемых подходов является детальный учет всех действующих сил и движения жидкости в подплунжерном пространстве и колонне насосно-компрессорных труб, а также моделирование осложняющих факторов: утечки в клапанах, влияние газа и эмульсии, заклинивание плунжера и проч. Получено удовлетворительное согласование результатов моделирования с фактическими данными на основе сравнения поверхностных динамограмм. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-97014.

СИЛЬНОЕ РАСШИРЕНИЕ-СЖАТИЕ РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЛИНИЮ КАВИТАЦИОННЫХ ПУЗЫРЬКОВ

Топорков Д.Ю., Халитова Т.Ф.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

top.dmr@gmail.com

Рассматривается влияние гидродинамического взаимодействия расположенных в линию (в виде стримера) кавитационных пузырьков на изменение их формы при их однократном сильном совместном расширении-сжатии. Изучаются особенности влияния

взаимодействия пузырьков в ходе их расширения, в процессе их последующего сжатия, исследуется зависимость этого влияния от расстояния между пузырьками, числа взаимодействующих пузырьков, их взаимного расположения, начальной формы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНО-УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ФРИКЦИОННОМ НАГРУЖЕНИИ ТЕЛ С ПОКРЫТИЯМИ

Торская Е.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

torskaya@mail.ru

Предложена модель разрушения тела с покрытием по контактно-усталостному механизму, реализуемому в процессе многоциклового фрикционного нагружения периодической системой инденторов. Исследуется влияние изнашивания, имеющего природу, отличную от усталостной, на процесс накопления повреждений в покрытии и подложке; показано, что в этом случае уменьшается скорость накопления повреждений в покрытии, но эта скорость на границе раздела покрытия с подложкой не меняется либо увеличивается. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00372.

РАСПЫЛИВАНИЕ ТОПЛИВА И СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ТЕЧЕНИЯХ ЗА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ СТАБИЛИЗАТОРОМ

Третьяков В.В.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

tretjak@ciam.ru

Исследована гидродинамика течения, мелкость распыливания и распределение топлива в следе за газодинамическим стабилизатором. Проведены опыты по определению характеристик, создаваемых рассматриваемым устройством топливных факелов и пространственных распределений капельножидкого топлива в следе за ним. Численными расчетами выявлена структура течения и найдены распределения топлива за стабилизатором при варьировании величины закрутки потока в завихрителе и относительной скорости поперечного вдува струй с целью выяснение возможностей регулирования выходными параметрами завихрительного фронтного устройства. Проведено сравнение расчетных и экспериментальных результатов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАКРИТИЧЕСКОЙ СТАДИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И КРУЧЕНИИ

Третьяков М.П.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

cem_tretyakov@mail.ru

Проведены исследования закономерностей механического поведения конструкционных материалов на стадии закритического деформирования при растяжении и совместном растяжении с кручением. Рассмотрены условия реализации стадии разупрочнения для частных случаев растяжения, кручение и растяжения с кручением с учетом нагружающей системы и получено опытное подтверждение зависимости степени реализации ниспадающих участков диаграмм деформирования от величины её жесткости. Рассмотрены методические вопросы проведения испытаний с построением полных диаграмм деформирования и получены новые экспериментальные данные о поведении ряда конструкционных сталей на закритической стадии деформирования при различных напряженно-деформированных состояниях.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПВРД С ПУЛЬСИРУЮЩИМ РЕЖИМОМ ЗАПУСКА

Третьяков П.К.¹, Забайкин В.А.¹, Прохоров А.Н.²

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова², г. Москва

paveltr@itam.nsc.ru

Для запуска двигателя, после разгона летательного аппарата (ЛА) до скоростей полёта, соответствующих числам Маха $M=4,6-4,8$, необходимо создание определённых условий, обеспечивающих надёжность воспламенения и стабильность горения при дальнейшем полёте. Предполагается, что при увеличении скорости полёта ЛА до значений чисел $M=6-7,5$ реализуется переходный режим горения в ПВРД, когда дозвуковая скорость потока в камере сгорания (КС) становится сверхзвуковой. Как правило, для облегчения инициирования и стабилизации горения топлива, применяются различные способы, в том числе и газодинамические. Рассматривается новый способ запуска двигателя, обеспечивающий переход к сверхзвуковому течению в КС. Приводятся экспериментальные данные, подтверждающие его эффективность.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРОЦЕССОВ НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Третьякова Т.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

cem.tretyakova@gmail.com

Выполнено экспериментальное исследование закономерностей механического поведения конструкционных материалов при пространственно-временной неоднородности пластического деформирования на основе применения бесконтактной трёхмерной цифровой оптической системы анализа полей деформаций. Получены данные о закономерностях пластического деформирования металлов (стали 20 и сплава АМг2м) в условиях проявления эффектов запаздывания текучести и прерывистого деформирования

в зависимости от геометрии образцов, условий и режимов нагружения, а также от свойств нагружающей системы. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-31387, № 13-08-00304.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ СВЯЗАННЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОУПРУГОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Трещёв А.А., Делягин М.Ю.

Тульский государственный университет

taa58@yandex.ru

Для апробации нового конечного элемента в среде MATLAB разработана прикладная программа, с помощью которой решены задачи о связанном термомеханическом деформировании оболочек положительной гауссовой кривизны, квадратных и круглых в плане, выполненных из конструкционного графита АРВ, при симметричной и несимметричной нагрузках и различных условиях закрепления. Поправки в величины максимальных нормальных напряжений на поверхностях оболочек за счёт разнотермостойкости достигают 46 %, а за счёт связанности – 12 %.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЗА КРУГЛЫМ КОРОТКИМ ДИФфуЗОРОМ С ПРОНИЦАЕМОЙ ПЕРЕГОРОДКОЙ В ВЫХОДНОМ СЕЧЕНИИ

Трифонов В.В., Навознов О.И., Тепловодский С.Х.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

trifonovvl@mail.ru

Исследованы характеристики коротких круглых диффузоров, в которых диаметр канала увеличивается в 3 раза на длине, не превышающей половины входного диаметра. Отсутствие отрыва потока в диффузоре обеспечивается за счёт специально подобранного профиля канала и постановки на выходе диффузора гидравлического сопротивления в виде проницаемой перегородки. Сразу после диффузора формируется осесимметричное течение. Потери давления на перегородке могут быть меньше входного скоростного напора, при этом после диффузора достигается восстановление более 20 % входного скоростного напора. Такие диффузоры можно применять для формирования заданного профиля скорости с низким уровнем пульсаций.

МЕХАНИЗМ ГЕНЕРАЦИИ БРЫЗГ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ ПРИ СИЛЬНОМ ВЕТРЕ

Троицкая Ю.И.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

yuliya@hydro.appl.sci-nnov.ru

С помощью высокоскоростной видеосъемки выявлен доминирующий механизм генерации брызг в приводном слое атмосферы при сильном ветре. Показано, что он связан с развитием особого типа неустойчивости границы раздела воды и воздуха, который известен, как “bag-breakup instability”. Вблизи поверхности воды наблюдались специфические объекты, представляющие собой «мембраны» из водной пленки, раздуваемые воздушным потоком. Проведены первые исследования статистики «мембран». На основе упрощенного теоретического анализа неустойчивости сдвиговых потоков на границе раздела воды и воздуха обсуждается простой критерий подобия для “bag-breakup instability” на границе раздела воды и воздуха при сильном ветре.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДЕЛОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ СИЛАНА

Тропин Д.А.

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

г. Новосибирск

d.a.tropin@itam.nsc.ru

Найдены пределы (верхние и нижние) воспламенения смесей силан–кислород и силан–воздух при давлениях от 0.05 до 1.1 атм и температурах от 350 до 640 К на основе модели детальной химической кинетики Ч. Вестбрука. Показано слабое влияние на эти пределы (их устойчивость) процесса гибели радикалов ОН в рамках Аррениусовской модели кинетики. Выявлено влияние состава смеси силан–воздух на пределы воспламенения. Показано, что при увеличении доли силана в такой смеси изменение предельных температур воспламенения немонотонное.

ПОЛУЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТОВ СЛОЕВ СМЕШЕНИЯ И СТРУЙ

Трошин А.И.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

ai-troshin@yandex.ru

Рассмотрено описание слоев смешения и струй в рамках системы уравнений Рейнольдса, замкнутой дифференциальной моделью для напряжений Рейнольдса SSG/LRR-ω. Установлено, что подстройки коэффициентов модели недостаточно для существенного уточнения в описании этих течений. Требуется модификация уравнения для характерной частоты турбулентности, учитывающая продольную неоднородность среднего поля скорости и параметров турбулентности. Представлены результаты расчетов дозвуковой затопленной плоской струи с использованием стандартной и модифицированной моделей. Показано значительное уточнение в описании профиля скорости слоя смешения и длины начального участка струи. Работа поддержана грантом РФФИ 14-01-31546 мол_а.

РЕАКЦИИ ТРЕНИЯ В КОНТАКТЕ ДВИЖИТЕЛЯ С ГРУНТОМ ПРИ ПОВОРОТЕ МАШИНЫ

Трояновская И.П.

*Челябинская государственная агроинженерная академия, Южно-Уральский государственный
(национальный исследовательский) университет, г. Челябинск*

tripav@rambler.ru

В контакте движителя с грунтом возникают силы, 80% которых приходится на силы трения. При повороте машины, при приведении всех элементарных сил трения к центру получаются результирующая сила и результирующий момент. Поскольку природа этих силовых факторов единая – трение, то значения силы и момента взаимосвязаны. Сила может достигать своего предельного по сцеплению значения только при отсутствии момента, т. е. при прямолинейном движении. На повороте значение максимальной силы всегда меньше, чем по пределу сцепления.

МНОГОУРОВНЕВЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Трусов П.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

tpv@matmod.pstu.ac.ru

В последние 15–20 лет значительная часть исследователей, специализирующихся в области построения определяющих соотношений (ОС), разделяют утверждение о главенствующей роли в установлении реакции материала на воздействия его микроструктуры. В связи с этим широкое распространение получили ОС, основанные на введении внутренних переменных, под которыми понимаются параметры, явным образом характеризующие микроструктуру. К данному классу конститутивных моделей (КМ) относятся и многоуровневые модели, основанные на физических теориях пластичности, интенсивно развиваемые и используемые в настоящее время, особенно – для исследования процессов интенсивного пластического деформирования (к сожалению, в основном – в зарубежных работах).

ИТЕРАЦИОННАЯ ПРОЦЕДУРА РЕАЛИЗАЦИИ ВАРИАЦИОННОГО ПРИНЦИПА КАСТИЛЬЯНО ДЛЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОГРУЖЕНИЯ

Труфанов Н.А., Кузнецова Ю.С.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Suhodolchik@mail.ru

Изложены основные положения метода геометрического погружения в напряжения применительно к решению краевой задачи теории упругости изотропного однородного тела с произвольной формой границы. Основная идея метода заключается в построении сходящейся итерационной процедуры, позволяющей получать решение в области сложной пространственной конфигурации как последовательность решений задач в некоторой более простой по форме (канонической) области. Получена дифференциальная формулировка задачи в канонической области, соответствующая основному вариационному уравнению, доказана теорема о сходимости, на примере модельных плоских задач упругости в напряжениях продемонстрированы возможности метода.

ТЕОРИЯ ОТРЫВА ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА В НЕСТАЦИОНАРНЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТЕЧЕНИЯХ

Тугазаков Р.Я.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

renatsan@yandex.ru

Построена теория отрыва потока идеального газа при нестационарном обтекании выпуклого угла и пространственном стационарном обтекании V-образного крыла в режиме сверхзвуковых передних кромок, как при угле скольжения, так и без него. Аналитически найдены условия отрыва в обеих задачах. Отмечен единый механизм образования отрывного обтекания: столкновение двух потоков разной плотности или скорости, движущихся вдоль обтекаемой поверхности; образование при этом контактной поверхности, сворачивающейся в вихрь, который всплывает над рассматриваемой поверхностью. Приведены численные результаты и сравнение с экспериментом.

АКУСТИЧЕСКАЯ КОАГУЛЯЦИЯ АЭРОЗОЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ И КРИОСТАТИРОВАНИЯ НИЗКОКИПАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Тукмаков А.Л., Тонконог В.Г., Арсланова С.Н.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

tukmakov@imm.knc.ru

Рассматривается новая технологическая схема газификации криогенных жидкостей, основанная на адиабатическом расширении жидкости в канале переменного сечения и позволяющая одновременно с получением пара, снижать температуру жидкой фазы. Эффективность процесса зависит, в частности, от полноты разделения несущей (пар) и дисперсной (капли, твердые частицы) фаз в инерционных сепараторах. Для повышения качества сепарации предлагается на входе сепаратора разместить рабочий участок, в пределах которого осуществляется акустическое воздействие на парокапельную среду, приводящее к укрупнению частиц конденсированной фазы вследствие коагуляции. Приведены результаты численных расчетов процесса коагуляции на основе полидисперсной многоскоростной многотемпературной модели газозвеси, обосновывающие предлагаемое техническое решение.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОТОКА В МОДЕЛИ СИГМОВИДНОГО СИНУСА ЧЕЛОВЕКА

Тулупов А.А.¹, Горев В.Н.²

*Институт «Международный томографический центр» СО РАН¹, г. Новосибирск
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,
г. Новосибирск*

taa@tomo.nsc.ru

Методом магнитно-резонансной томографии исследовали модель сигмовидного синуса человека. Получены магнитно-резонансные томограммы в трех поперечных и в двух продольных сечениях на разных уровнях. Показано, что данная венозная сосудистая структура формирует на выходе из полости черепа поток с сильной продольной завихренностью. При этом вращение потока формируется за счет сложной асимметричной формы канала.

ИНИЦИИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ВОДОРОДА В ОСЕСИММЕТРИЧНОМ СОПЛЕ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ТЕЛОМ

Туник Ю.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

tunik@imec.msu.ru

Рассматривается возможность инициирования и стабилизации детонационного горения водородовоздушных смесей, поступающих в осесимметричное сопло с высокой сверхзвуковой скоростью при наличии в нем центрального тела «конус–цилиндр–конус» и «цилиндр–конус». Численное моделирование проводится на базе двумерных газодинамических уравнений Эйлера для осесимметричного течения многокомпонентной реагирующей смеси газов. Показано, что центральное тело может служить эффективным инструментом инициирования и стабилизации детонационного горения, обеспечивающего тягу при числе Маха набегающего потока от 7 до 9.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОДНЯТОГО ДИФфуЗИОННОГО ПЛАМЕНИ ПРОПАНА НЕСТАЦИОНАРНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Тупикин А.В., Третьяков П.К., Козулин В.С.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

tupikin@itam.nsc.ru

Известно, что при горении углеводородных топлив концентрация заряженных частиц в пламени достигает 10^{12} см⁻³. Это дает возможность управлять процессом горения с помощью внешнего электрического поля (ЭП). Воздействие на пламя, в значительной степени, зависит от конфигурации ЭП. В работе представлены экспериментальные результаты по управлению положением точек поджога поднятого диффузионного пламени пропана ЭП с изменяемой во времени пространственной конфигурацией.

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ НА ДЕФОРМИРУЕМОМ НЕОДНОРОДНОМ ОСНОВАНИИ КОНЕЧНОЙ ТОЛЩИНЫ

Тураев Х.Ш., Тошев С.К., Убайдуллоев О.М.

*Государственный Самаркандский архитектурно-строительный институт, г. Самарканд,
Узбекистан*

hodja2002@umail.uz

Приводится расчет конструкции с помощью технической теории, на основе вариационного метода В.З. Власова. Простота математического аппарата и четкость расчетной схемы, позволяет рассматриваемую теорию представить весьма гибкой и дает возможность решать не только задачи по расчету балок и плит на упругом неоднородном основании, но и ряд более сложных задач, например, задачи расчета балок, плит и оболочек с учетом упругоползучих или упругопластических свойств грунта-основания, вопросы динамики и устойчивости сооружений на деформируемом основании с учетом вышеуказанных факторов. Предлагаемая теория с успехом может быть применена для вечномерзлых грунтов и в горном деле при решении задач, относящихся к определению напряжений и деформаций в однослойных и многослойных пластах горных выработок.

ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АСИМПТОТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НЕУПРУГОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Туркова В.А.

Самарский государственный университет

TurkovaVera2015@yandex.ru

Обсуждаются инкрементальные и прямые методы определения асимптотического поведения неупругих элементов конструкций в условиях циклического нагружения. Представлены методы нахождения диапазонов нагрузок, при которых реализуются различные режимы асимптотического поведения конструкции: приспособляемость, знакопеременная пластичность и прогрессирующее пластическое течение. В пакете SIMULIA Abaqus выполнено пошаговое циклическое нагружение образцов с концентраторами напряжений. Представлены прямые методы определения стабилизированного состояния образца под действием периодической нагрузки: метод декомпозиции остаточных напряжений; метод, основанный на теории оптимального контроля.

РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО ЦИФРОВОГО СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА – ПАКЕТА ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА CAE FIDESYS. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ С НАУЧНЫМИ ШКОЛАМИ

Тутушкин А.С.

Генеральный директор инжиниринговой компании Фидесис, г. Москва

Описывается структура CAE Fidesys. Отмечается использование в пакете двух расчетных ядер на основе метода конечного элемента и на основе метода спектрального элемента. Подчеркивается, что CAE Fidesys может быть запущен в семействах операционных систем Windows и Linux с подтвержденной эффективной работоспособностью на программно-аппаратных платформах ведущих производителей. Отмечается, что в рамках продвижения пакета доступны по адресу <http://www.cae-fidesys.com/ru> его бесплатная полнофункциональная версия (в течение одного месяца) и подробное руководство пользователя с пошаговыми примерами. Сообщается об использовании пакета проектными предприятиями горнодобывающей, машиностроительной, нефтегазовой отраслей. Приводятся предлагаемые компанией варианты внедрения специализированных отраслевых решений, в том числе, совместно с ведущими специалистами отрасли. Подчеркивается, что пакет поддерживает форматы входных данных всех мировых лидеров в области инженерного проектирования и анализа. Отмечается наличие интеграции с отечественным пакетом для моделирования гидродинамики FlowVision компании Тесис и пакетом многопараметрической оптимизации rSeven компании Дата-дванс, что создает для предприятия законченное решение в области инженерного анализа, а также интеграции пакета с отечественными системами инженерного проектирования, например, NanoCAD. Отмечаются наличие промышленного облачного сервиса, запущенного для международного рынка и ориентированного на массового пользователя <https://www.sim4design.com>, и его интеграция с платформой облачного проектирования www.onshape.com. Для пользователя это дает возможность проведения серьезных расчетов на любых гаджетах с использованием удаленного облачного ресурса. Сообщается о запуске в тестовом режиме (до выбора бизнес-модели продвижения) облачного решения, ориентированного на расчётчика и исследователя. Данное облачное решение может использоваться как основа для внутрикорпоративного облачного решения и применяться вузами. Предлагаются варианты сотрудничества с научными школами в области численных методов (включая разрывный метод Галеркина, изогометрический анализ), моделей прочности (возникновение и развитие дефектов, включая задачи усталостной прочности), проектирования композиционных материалов и элементов конструкций из них, оценки прочностных и ресурсных характеристик и выбора оптимальной формы изделий, получаемых с использованием аддитивных технологий. Предлагаются варианты использования CAE Fidesys в вузах.

СИММЕТРИЧНОСТЬ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ДЕЙСТВИЮ ПОЗИЦИОННЫХ СИЛ

Тхай В.Н.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

tkhai@ipu.ru

Рассматривается механическая система, подверженная действию потенциальных и неконсервативных позиционных сил и описываемая уравнениями Лагранжа второго рода. Показано, что все одночастотные колебания (периодические движения) являются симметричными и в невырожденном случае образуют семейства, на которых период зависит только от одного параметра. Приведены примеры. В частности, результат применен к задаче о классификации и построении нелинейных колебаний системы маятников, точки подвесов которых принадлежат неподвижной горизонтальной прямой, а сами маятники последовательно связаны пружинами.

ГРАФОВЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОСТРОЕНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ТРЕХМЕРНЫХ УПРУГИХ ТЕЛ

Тырымов А.А.

Волгоградский государственный технический университет

Tyumov2010@yandex.ru

Рассматривается численный метод расчета полей деформаций и напряжений трехмерных упругих тел, дискретной моделью которых служит ориентированный граф как идеализация гипотетических приборов, необходимых для измерения деформированного состояния тела. Вывод определяющей системы уравнений основан на использовании фундаментальных законов Кирхгофа для графов и применении специальным образом сконструированных несингулярных взаимно обратных матриц. Графовый метод позволяет построить линейную аппроксимацию деформаций (соответствует квадратичной функции перемещений) на восьми-узловом шестигранном элементе с 24 степенями свободы. В традиционном подходе метода конечных элементов (МКЭ) для такой аппроксимации требуется элемент, имеющий 20 узлов (60 степеней свободы). В результате определяющая система уравнений графового метода содержит уравнений примерно в 3 раза меньше по сравнению с системой, выведенной традиционным способом МКЭ.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ В ПОТОКЕ ОКИСЛИТЕЛЯ

Тюренкова В.В.¹, Смирнова М.Н.²

Научно-исследовательский институт системных исследований РАН¹, г. Москва

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

tyurenkova.v.v@yandex.ru

Задача изучения пограничных слоев с химическими реакциями при горении топлива в потоке газообразного окислителя возникают при исследовании многих процессов. К таким процессам относятся, например, горение топлива в гибридных ракетных двигателях. В данной работе рассматривается горение поверхности твердого горючего в потоке окислителя и распространение пламени по поверхности горючего материала. Распределение температуры и скорости выше материала определяется в рамках теории

пограничного слоя. Предполагается, что режим горения газозафазный, и химические реакции происходят на поверхности диффузионного пламени. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-29-06055.

КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СИЛИКАТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИХ АГРЕГАЦИЮ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Тютюнников А.А.¹, Никитин С.М.², Яновский Ю.Г.¹

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

artem@himki.net

В рамках квантово-механического исследования рассматривались структурные, энергетические и механические свойства межфазных слоев композитов, состоящих из полибутадиенстирола и наночастиц силикатных наполнителей. Моделирование проводилось в рамках кластерного метода и подхода микроскопической координаты трения, реализованных в разработанном в ИПРИМ РАН оригинальном пакете программ NDDO/sp-spd. В компьютерном эксперименте подбирали модификации поверхности силикатов, которые уменьшали агрегацию частиц наполнителя и улучшали физико-механические свойства композиций в целом. Были рассмотрены как физическая сорбционная, так и химическая модификация частиц наполнителей. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00457.

ЭЛЕКТРОВРАЩЕНИЕ СФЕРИЧЕСКОЙ КАПЛИ ВЯЗКОЙ СЛАБОПРОВОДЯЩЕЙ ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ В ПОСТОЯННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Тятюшкин А.Н.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

tan@imec.msu.ru

Теоретически исследуется электровращение сферической капли вязкой слабопроводящей поляризуемой жидкости, взвешенной в несмешивающейся с ней вязкой слабопроводящей поляризуемой жидкости, в постоянном электрическом поле. Учитывается влияние поверхностных электротоков на границе раздела жидкостей. Поверхностное натяжение капли считается достаточно большим, чтобы можно было пренебречь деформацией капли под действием приложенного электрического поля и электрогидродинамического течения. Плотность полного поверхностного электротока является суммой плотностей поверхностного тока проводимости и поверхностного конвективного тока. Считается, что ток проводимости подчиняется закону Ома.

О ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ФРАГМЕНТАЦИИ КВАЗИХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ДЛИТЕЛЬНОСТИ НАГРУЖЕНИЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Уваров С.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

usv@icmm.ru

В процессе исследования фрагментации образцов из хрупких материалов (кварц, циркониевая керамика, гранит) в условиях динамического нагружения при регистрации фактолюминесценции было обнаружено, что фактолюминесценция продолжается в течение времени, на один–два порядка превосходящего время нагружения. Эксперименты проводились на разрезном стержне Гопкинсона–Кольского в диапазоне скоростей нагружения 400–3000 с⁻¹ и на газовой пушке со скоростью соударения 300 м/с. Интенсивность фактолюминесценции не спадала монотонно после прекращения нагрузки, а, наоборот, после резкого спада начинала нарастать, достигая пикового значения через определенное время, и только потом начинала спадать.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЕ

Углич П.С.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

puglich@inbox.ru

Рассмотрена обратная задача об определении предварительных напряжений в круглой упругой пластинке по известному прогибу на заданной частоте. Разработан вычислительный аппарат для решения прямой задачи. Приведен сравнительный анализ результатов, полученных с помощью проекционного метода Ритца и метода пристрелки. Для решения обратной задачи предложен подход на основе проекционного метода Галеркина. Приведены результаты вычислительных экспериментов на основе метода Галеркина для различных законов распределения предварительных напряжений и граничных условий. Серия вычислительных экспериментов показала применимость проекционного подхода к решению обратной задачи о реконструкции предварительных напряжений.

ЯВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ПОЛЗУЧЕСТИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НАСЛЕДСТВЕННО-УПРУГОГО ТЕЛА

Унгарова Л.Г.

Самарский государственный технический университет

algluiza@gmail.com

Рассмотрена обобщённая линейная модель вязкоупругого тела с памятью, основанная на использовании аппарата дробного дифференцирования Римана–Лиувилля. Для некоторых нелинейных вариантов дробных аналогов реологических моделей найдены явные аналитические решения задачи ползучести. Проведён сравнительный анализ полученных решений в стадии нагружения и разгрузки. Доказана непрерывная зависимость решений от порядка дробности при его устремлении к единице, изучена асимптотика решений. Указана методика идентификации параметров дробных реологических моделей по результатам экспериментальных данных. Приведено описание вычислительного комплекса, решающего задачу идентификации в линейном случае.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АЭРОТЕРМОВЕНТИЛЯЦИИ В ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ

Усачов А.Е.

Научно-исследовательский Московский комплекс Центрального аэрогидродинамического института им. Н.Е. Жуковского, г. Москва

usachov_a@mtu-net.ru

Исследована вентиляция в замкнутом отсеке пространства, в котором находятся люди и объекты, выделяющие тепло, с помощью методов численного моделирования. На основе пакета прикладных программ VP2/3 был разработан и применен численный алгоритм моделирования неизотермических турбулентных течений вязкого газа. Для моделирования нестационарного турбулентного течения численно решаются уравнения Рейнольдса, замкнутые с помощью дифференциальной *k*- модели турбулентности в SST модификации Ментера. Верификация работоспособности математических моделей и численных алгоритмов проводилась путем сравнения полученных результатов расчета с данными эксперимента.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВРАЩЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ, ДВИЖУЩЕЙСЯ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ПО ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ОРБИТЕ

Усманов З.Д.

Институт математики им. А. Дзюраева АН Республики Таджикистан, г. Душанбе

zafar-usmanov@rambler.ru

Предложена математическая модель для изучения собственного вращения тела в гравитационном поле. Моделирование основывается на интерпретации тела в виде материальной точки переменной массы и на описании динамики точки посредством вариационной задачи Лагранжа на условный экстремум. В применении к невозмущенному движению, когда масса точки остается неизменной и её движение происходит по параболической орбите, удаётся получить в явном виде выражение угловой переменной через истинную аномалию и четыре произвольные константы интегрирования. В рамках предложенной математической модели устанавливаются характер собственного вращения в частных случаях и его особенности при уходе тела на бесконечность.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ТЕОРИИ ПОВЕРХНОСТНОЙ УПРУГОСТИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТЕЛ С ВНУТРЕННИМИ ГРАНИЦАМИ РАЗДЕЛА

Устинов К.Б.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

ustinov@ipmnet.ru

Представлен подход к рассмотрению поверхностных явлений, заключающийся в анализе влияния всех компонент напряжений на процесс деформирования внутренней либо внешней поверхности. Представлена новая, более общая, чем ранее, замкнутая система уравнений поверхностной (интерфейсной) теории упругости, в том числе при наличии собственных деформаций. Основное отличие используемых определяющих соотношений от традиционных состоит в том, что в них помимо напряжений и деформаций, действующих в плоскости поверхности раздела, входят напряжения и деформации, нормальные к этой плоскости. На основе предложенной модели рассмотрены задачи о деформировании бесконечного тела с шарообразным включением при наличии внешнего поля и собственных деформаций во включении и промежуточном слое. Работа выполнена при поддержке Программы ОЭММУ РАН 4.11.

ГЕНЕРАЦИЯ ВОЛН ТОЛЛМИНА–ШЛИХТИНГА ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ ПОТОКА

Устинов М.В.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

ustinov@tsagi.ru

Решена задача о порождении волн Толлмина–Шлихтинга в пограничном слое на плоской пластине турбулентностью набегающего потока. В отличие от традиционного подхода использована модель турбулентности, допускающая наличие во внешнем потоке возмущений – вихревых мод, фазовая скорость которых отличается от его скорости. При этом волны Толлмина–Шлихтинга порождаются в окрестности нижней ветви нейтральной кривой в результате резонансного взаимодействия с вихре-

выми модами. На основе решения задачи о генерации неустойчивых возмущений вихревой модой найдены интегральные пульсации скорости в пограничном слое, порождаемые турбулентностью потока.

КОЛЕБАНИЯ ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ СО СЛОЖНОЙ ФОРМОЙ МЕРИДИАНА

Устинов Ю.А., Макаров С.С., Ватульян К.А.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

makarov-sergey-rostov@mail.ru

Приводятся результаты исследований собственных крутильных и продольно-радиальных колебаний оболочек вращения со сложной формой меридиана. В качестве объектов исследования были выбраны гофрированные оболочки вращения с разнообразными законами изменения радиуса срединной поверхности. Рассмотрены изотропные и ортотропные оболочки, а также оболочки переменной толщины. Исследовано влияние различных физических и геометрических параметров на собственные частоты и формы колебаний. В случае крутильных колебаний получены асимптотические формулы, описывающие зависимость собственных частот от параметров оболочки.

ЗАДЕРЖКА РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ОТКОЛЕ

Уткин А.А.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

a.utkin51@gmail.com

Рассматривается задача откольного разрушения на основе критерия инкубационного времени. Обсуждаются некоторые эффекты разрушения, наблюдаемые в ряде экспериментов. Установлено, что фиксируемая при проведении экспериментов задержка разрушения получает объяснение в рамках структурно-временного подхода. Найдены условия ее возникновения.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАЛЛАХ

Уткин А.В.¹, Ожгибесов М.С.², Уткин В.Б.³

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,

г. Новосибирск

Nanyang Technological University², Singapore

Новосибирский государственный технический университет³

utkin@itam.nsc.ru

Метод молекулярной динамики дает хорошую возможность для детализированных исследований на субмолекулярном уровне особенностей фазовых переходов и механизма формирования наноструктур, а также позволяет получать их термомеханические характеристики. Одним из наиболее сложных моментов при выполнении моделирования в рамках метода молекулярной динамики является значительное расчетное время задачи даже для сравнительно небольших систем атомов. В представленной работе рассматриваются различные подходы к созданию высокоэффективных параллельных алгоритмов, позволяющие как существенно ускорить сам процесс численного расчета, так и увеличить размер моделируемой системы.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ С ОБЛАКОМ ЧАСТИЦ

Уткин П.С.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

pavel_utk@mail.ru

Проведено численное исследование взаимодействия ударной волны с плотным облаком частиц. Математическая модель основана на системе уравнений Баера–Нунциато с алгебраическими источниками, связанными с межфазной силой трения, в правых частях. Ключевым элементом вычислительного алгоритма является использование метода Годунова для системы уравнений Баера–Нунциато. Получены основные качественные характеристики процесса взаимодействия ударной волны с плотным облаком частиц, а именно формирование отраженной и прошедшей волн при наличии движения облака. Рассчитанные количественные характеристики процесса – амплитуды и скорости волн – соответствуют данным натурального эксперимента.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ СТРУНЫ ПО ДВУМ СОБСТВЕННЫМ ЧАСТОТАМ КОЛЕБАНИЙ

Утяшев И.М.¹, Ахтямов А.М.²

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН¹, г. Уфа

Бакирский государственный университет², г. Уфа

utyashevim@mail.ru

Решена задача идентификации вида и параметров краевых условий для краевой задачи о колебаниях струны. Показано, что для идентификации как вида, так и параметров краевых условий достаточно двух собственных частот. Найдено множество корректности данной задачи и доказана корректность ее по Тихонову. На основе доказанной теоремы предложен метод подбора решения задачи, который позволяет отыскивать приближенные решения при больших погрешностях исходных данных. Продемонстрирована связь решения поставленной задачи с аналитической и многомерной геометриями.

О КОНСТРУИРОВАНИИ РЕШЕНИЙ В НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ЗАДАНЫМИ НА КОНЕЧНОМ ПРОМЕЖУТКЕ ВРЕМЕНИ

Ушаков В.Н.¹, Ухоботов В.И.², Ушаков А.В.¹, Паршиков Г.В.¹

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН¹, г. Екатеринбург

Челябинский государственный университет²

ushak@imm.uran.ru, ukh@csu.ru, aushakov.pk@gmail.com, grigory.parshikov@uran.ru

Рассматривается конечномерная нелинейная управляемая система на конечном промежутке времени, на управление которой наложены геометрические ограничения. Изучается задача о сближении системы с целевым множеством в последний момент времени. Задача о сближении, как известно, является одной из центральных и базовых задач теории управления. Эффективное аналитическое описание ее решения возможно лишь для простых управляемых систем, поэтому в докладе рассматривается вопрос о конструировании управлений, обеспечивающих приближенное решение задачи о сближении. Приводятся примеры нелинейных механических систем, для которых построено такое управление. Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект №15-16-1-13), при поддержке РФФИ (проект №14-01-00486_а), а также при поддержке РНФ (проект №15-11-10018).

РАДИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО СТОЛБА ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА В ПОЛЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ

Фадеев С.А., Кашапов Н.Ф., Сайфутдинов А.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

fadeev.sergei@mail.ru

Представлена самосогласованная модель положительного столба тлеющего разряда в трубе с учетом влияния акустических колебаний. Данная модель позволяет провести расчеты основных параметров тлеющего разряда в поле акустической волны. Учет акустических колебаний в плазме тлеющего разряда проводился с помощью вихрей, т. е. акустических течений, которые появляются благодаря пограничному слою около стенок, где скорость движения уменьшается от значения в звуковой волне в середине трубки до нуля на стенке трубки, и сильному температурному градиенту по радиусу разрядной трубы.

РАСЧЕТ РАЗВЕРТЫВАЕМОГО РЕФЛЕКТОРА КАК МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ЭЛЕМЕНТОВ

Файзуллин Ф.Р.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

jake-take@yandex.ru

Рассмотрены особенности решения задачи определения прочности трубчатых элементов структурной конструкции рефлектора. Анализ прочности трубчатых стержневых элементов предлагается вести в два этапа. На первом этапе ведется расчет раскрытия конструкции в предположении, что все ее элементы являются абсолютно твердыми телами. На втором этапе исследуется напряженно-деформированное состояние упругой конструкции во времени при заданных (полученных на первом этапе) начальных условиях.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧЕТЫРЕХОСНОЙ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ

Файзутдинов Р.Н., Спиридонов И.О.

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева

igor.georg.2@gmail.com

Разработаны соотношения для вывода математической модели четырехосной стабилизированной платформы, прикрепленной к подвижному телу с помощью амортизаторов. Разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизированно выводить в символьном виде нелинейные уравнения движения стабилизированной платформы в форме Лагранжа и передаточные матрицы линеаризованной системы. Полученные нелинейная и линеаризованная модели, позволяющие выработать требования к конструкции и параметрам систем пассивной амортизации и активной стабилизации линии визирования ПОЭН. Приведены примеры расчетов.

КОНВЕКЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ДВИЖЕНИЕМ ЗАРЯЖЕННЫХ МАКРОЧАСТИЦ В ПОТОКЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЫ

Файрушин И.И., Шамсутдинов А.Р., Даутов И.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

fairushin_ilnaz@mail.ru

Проведено исследование электрического разряда в потоке термической пылевой плазмы с частицами оксида алюминия. Показано, что наличие заряженных пылевых частиц оксида алюминия вызывает конвективный электрический ток в направлении движения потока плазмы. Установлено, что частицы несут некоторый положительный заряд.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ГИПЕРУПРУГИХ ТЕЛ

Фахрутдинов Л.Р., Султанов Л.У.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Bishchumbek@gmail.com

Рассматривается методика исследования больших деформаций гиперупругих материалов с использованием меры деформации Фингера. Приводится кинематика движения среды. Большое внимание уделено алгоритму получения линеаризованных физических соотношений в напряжениях Коши–Эйлера. Рассмотрен пример получения линеаризованных физических соотношений в напряжениях Коши–Эйлера для материала, описываемого потенциалом Муни–Ривлина. Численная реализация основана на методе конечных элементов в рамках инкрементального метода с использованием 8-миузлового изопараметрического КЭ. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №15-01-08733, №15-01-05686.

РАСЧЕТ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОКРИСТАЛЛА АЛЮМИНИЯ

Федоров А.В., Шульгин А.В.

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

г. Новосибирск

fedorov@itam.nsc.ru

Проблема описания течений нановзвесей с учетом их физико-химических превращений представляет значительный интерес в силу ожиданий известных преимуществ таких сред по ряду важных для приложений параметров. Для построения соответствующих математических моделей необходимо знание, например, теплофизических параметров, характеризующих нанокристаллы. Для этой цели в работе используется метод молекулярной динамики, что позволило определить теплоемкости и коэффициенты теплопроводности для разных размеров частиц. Проведено сопоставление полученных данных с экспериментальными и с немногочисленными расчетными данными других авторов. В некоторых случаях достигнута удовлетворительная корреляция между ними.

ОБОБЩЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕННОГО ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ ДЛЯ КРУГЛОГО И ПЛОСКОГО ПОТОКОВ

Федоров Н.А.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

niknadin@yandex.ru

Для турбулентного течения распределение скорости по сечению потока может описываться логарифмическим и степенным законами. Логарифмический профиль скорости считается универсальным, т. к. может быть применим практически для всех Рейнольдсовых чисел течения. Степенной закон распределения не является универсальным и для его применения необходимо предполагать надежными методами определения показателя степени. Исходя из допущения об эквивалентности степенного и логарифмического профилей, предложен способ определения показателя степени для распределения скоростей в плоском и круглом потоках.

ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ В ДВУХФРАКЦИОННОЙ СМЕСИ ЖИДКОСТИ С ПОЛИДИСПЕРСНЫМИ ПАРОГАЗОВЫМИ ПУЗЫРЬКАМИ

Федоров Ю.В.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

kopperfild@ya.ru

Представлена математическая модель, определяющая распространение звуковых волн в двухфракционной смеси жидкости с полидисперсными парогазовыми пузырьками разных сортов с учетом фазовых превращений в каждой фракции. Записана система интегро-дифференциальных уравнений возмущенного движения двухфазной смеси, получено дисперсионное соотношение. Приведены результаты сравнения дисперсионных кривых фазовой скорости и коэффициента затухания для смеси воды с паровоздушными и парогелиевыми пузырьками при различных значениях начальной концентрации пара в пузырьках. Представлено сравнение теории с существующими экспериментальными данными для смеси воды с пузырьками пара.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОНИКАНИЯ УДАРНИКОВ С РЕАКЦИОННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРЕГРАДЫ

Федорова Н.А., Федоров С.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

sergied-64@mail.ru

На основе разработанной расчетной модели проанализирована возможность увеличения глубины проникания ударников в металлические преграды при скоростях взаимодействия в пределах 1000 м/с за счет размещения внутри ударника наполнителя из реакционного материала, в котором на определенной стадии проникания происходит энерговыделение с образованием сильно сжатых газообразных продуктов реакции. Показано, что на прирост глубины проникания можно рассчитывать, если предотвратить значительное радиальное расширение стенок камеры с продуктами реакции. Для этого необходимо, чтобы энерговыделение происходило после заглубления камеры с наполнителем в формирующуюся в преграде каверну ниже уровня лицевой поверхности.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН, ОБРАЗОВАВШИХСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗРЫВА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Федорова Н.Н.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

nfed@itam.nsc.ru

Приведены результаты математического моделирования распространения образовавшихся в результате взрыва заряда взрывчатого вещества ударных волн в открытой среде в окрестности расположенных на подложке призматических конструкций. В качестве инструмента моделирования использованы различные модули программного комплекса ANSYS. Рассмотрены тестовые случаи, включающие несколько призматических тел, имитирующих городскую застройку. Описаны волновые картины течений, реализующихся в результате распространения ударных волн с учетом многократного отражения и дифракции волн от подложки и других тел. Проведено сопоставление полученных численных результатов с экспериментальными данными.

СИНТЕЗ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДВУХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ФАЗОВУЮ ПЕРЕМЕННУЮ И УПРАВЛЕНИЕ

Федюков А.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

teleinsasha2@rambler.ru

Решается задача синтеза регуляторов, которые обеспечивают робастную стабилизацию объекта с ограничениями на фазовые переменные и управление. Подход основан на применении метода функций Ляпунова и аппарата линейных матричных неравенств. Сформулированы достаточные условия для существования таких регуляторов. В качестве примера приведено решение задачи синтеза робастного управления для двухмассовой системы с неопределенностью в случае, когда есть ограничение на отклонение одной из масс и ограничение на управление.

ЭВОЛЮЦИЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ОГРАНИЧЕННОМ АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ

Федяев Ю.С.

Орловский государственный университет

FedyayevYS@gmail.com

Исследуется плоскопараллельная задача эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в однородном анизотропном слое пористой среды. Полагается, что при движении одна жидкость полностью замещает другую. На границе раздела жидкостей капиллярные силы пренебрежимо малы. Область фильтрации ограничена прямолинейным контуром питания или непроницаемой границей. Задача сводится к решению системы интегрального и дифференциального уравнений при заданном начальном условии. Построен численный алгоритм решения этих уравнений на основе метода дискретных особенностей. Изучена эволюция границы раздела жидкостей к эксплуатационной скважине.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ТЕЛ НА ПРЯМОЙ С СУХИМ ТРЕНИЕМ

Фигурина Т.Ю.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

t_figurina@mail.ru

Рассматривается движение системы трех или более одинаковых точечных масс вдоль прямой с сухим трением, возникающее при изменении конфигурации системы. Решена задача оптимального управления системой с целью максимизации ее сдвига за фиксированное время при нулевых скоростях и совпадении положений всех точек в начале и конце движения, в случае отсутствия ограничений на силы взаимодействия масс. Показана неединственность оптимального решения и построено такое оптимальное решение, при котором расстояние между любыми двумя точками не превосходит заданного значения на всем интервале движения.

НОВЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ОБЛАСТЕЙ РАССЕИВАНИЯ НЕУПРАВЛЯЕМЫХ ТЕЛ В АТМОСФЕРЕ

Филатьев А.С.¹, Голиков А.А.¹, Петроковский С.А.²

*Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского¹, г. Жуковский
Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева²,*

г. Москва

filatyev@yandex.ru

На основании теоретического анализа и результатов численного моделирования обоснованы физическая природа и условия топологических изменений областей рассеивания точек приземления неуправляемых тел в сравнении с традиционными «эллипсами рассеивания». Демонстрируются неодносвязные, серповидные и другие неканонические области рассеивания, типичные для аэродинамических форм отделяемых частей ракет космического назначения и их фрагментов.

ПРИБЛИЖЕННЫЙ УЧЕТ ВЫСШИХ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Филимонов А.В., Якушев В.Л.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

filimonovanton@icad.org.ru

При расчете реакции зданий и сооружений на сейсмические воздействия методом разложения по формам собственных колебаний, как правило находятся и учитываются только несколько низших форм колебаний. Однако согласно п. 5.9 СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах» для сложных систем необходимо учитывать «остаточный член» или влияние высших форм колебаний. Способ учета отброшенных форм колебаний при расчете линейно-спектральным методом рассмотрен во многих работах. Недостатком данного подхода является то, что остаточный член формируется для определенного направления сейсмического воздействия и требует модификации алгоритма расчета линейно-спектральным методом.

В данной работе предложена методика формирования «остаточного члена» в виде «псевдоформ», которые являются инвариантами к направлению сейсмического воздействия. Учет высших форм колебаний осуществляется путем добавления к найденным формам колебаний дополнительных «псевдоформ» и не требует модификации алгоритмов разложения по собственным формам колебаний. При разработке алгоритма и его тестировании удалось сформировать «псевдоформы» в обобщенном виде, позволяющем их использование не только для расчета линейно-спектральным методом, но и методом разложения во временной области. Методика реализована автором в программном комплексе STARK ES и доступна для массового применения.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТЕ ПРИ КУСТОВОМ СПОСОБЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СЕВЕРНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Филимонов М.Ю., Ваганова Н.А., Гусарова В.В.

Институт математики и механики УрО РАН, г. Екатеринбург

fmy@imm.uran.ru

Предложена новая математическая модель по долгосрочному прогнозу последствий, связанных с освоением нефтегазовых месторождений, расположенных в зонах распространения вечной мерзлоты. В модели учитывается максимальное число климатических, физических и техногенных факторов, влияющих на распространение тепловых полей в мерзлом грунте от различных инженерных систем (добывающих и нагнетательных скважин, охлаждающих устройств, факельных систем), размещенных на кустовой площадке. На основании экспериментальных данных и численных расчетов показано, что разработанный по этой модели программный комплекс, использованный при обустройстве 8 месторождений, адекватно описывает эти процессы.

ГИБРИДНЫЕ ПЕРФТОРИРОВАННЫЕ МЕМБРАНЫ МФ-4СК, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОТРУБКАМИ ГАЛЛУАЗИТА

Филиппов А.Н.¹, Афонин Д.С.¹, Кононенко Н.А.²

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина¹, г. Москва

Кубанский государственный университет², г. Краснодар

filippov.a@gubkin.ru

Изучены транспортные свойства новых гибридных материалов для топливных элементов и катализа на основе сульфокатионитовой мембраны МФ-4СК и нанотрубок галлуазита. Физико-химические параметры композитных мембран были рассчитаны по экспериментальным данным диффузии растворов NaCl через мембраны в воду с использованием подхода Нернста–Планта и метода наименьших квадратов. Для уточнения результатов расчетов возможен учет обоих диффузионных слоев. Показано, что добавление нанотрубок галлуазита в объемную матрицу перфорированных мембран заметно влияет на их обменную емкость, а также на структурные и транспортные характеристики модифицированных мембран. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №14-19-01045.

КРИТИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ ВКЛЮЧЕНИЙ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ В ЭФФЕКТЕ ТРАНСФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ КЕРАМИК

Филиппов Р.А.

Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт Петербург

rmnfilippov@gmail.com

Предложена модель трансформационного упрочнения керамик с учетом энергетического барьера, преодоление которого является условием фазового превращения включений ZrO₂. Предложены способы оценки величины барьера на основе анализа экспериментальных данных. Определен диапазон размеров включений ZrO₂ в Al₂O₃- и WC-матрицах в зависимости от величины энергетического барьера, рабочих температур и внешней нагрузки. Введение энергетического барьера в модель позволяет определять диапазон размеров включений, обеспечивающих трансформационное упрочнение керамик и согласующихся с экспериментальными данными.

ЗАПРЕЩЕННЫЕ ЗОНЫ В СЛОИСТЫХ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ ФОНОННЫХ КРИСТАЛЛАХ И ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН

Фоменко С.И., Голуб М.В.

*Кубанский государственный университет, Институт математики, механики и информатики,
г. Краснодар
sfom@yandex.ru*

Исследуется распространение упругих волн в периодических и квазипериодических композитах (фононных кристаллах) со слоистым плоскопараллельным и цилиндрическим строением, для которых в высокочастотных диапазонах возбуждения наблюдаются запрещенные и разрешенные зоны. Рассматривается влияние на волновые процессы функционально-градиентной неоднородности между слоями ячеек кристалла, а также наличие локальных и распределенных дефектов, а также случайных нарушений периодичности. Приводится классификация запрещенных и разрешенных зон и результаты параметрического анализа в зависимости от параметров падающего поля, свойств материалов, составляющих ячейку, геометрии слоев и параметров повреждения.

МЕМБРАННО-СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ОБОГАЩЕНИЯ ГЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА. ИДЕЯ, НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

Фомин В.М.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. СО РАН, г. Новосибирск
fomin@itam.nsc.ru*

В Восточной Сибири России открыты газоносные месторождения природного газа, содержащие гелий до 0,2% от общего объема газа. Эти месторождения сосредоточены в основном в зоне Красноярского края и Республике Саха (Якутия). В настоящее время в промышленном масштабе гелий извлекают из природного газа на основе криогенной технологии, и активно изучаются мембранные. Следует заметить, что если не будет найден и научно обоснован некриогенный способ выделения гелия из природного газа, то добыча и дальнейшее использование природного газа будет экономически не выгодно. Автором предложена в качестве альтернативной криогенной мембранно-сорбционная технология, объединяющая в себе короткоцикловую адсорбцию и мембранное разделение. Процесс осуществляется по адсорбционно-циклическим схемам, а извлечение гелия из газовой смеси достигается за счет его селективного проникновения во внутреннюю полость сферических частиц, выполняющих роль мембранных элементов.

РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СРЕД

Фортова С.В., Долуденко А.Н., Сон Э.Е.

*Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва
adoludenko@gmail.com*

Представлены результаты нескольких работ, связанных со сдвиговой и релей-тейлоровской неустойчивостями. Рассматривается начальная стадия возникновения турбулентности в трехмерном сдвиговом слое сжимаемой невязкой среды. Показано, что механизм зарождения турбулентности имеет принципиально трехмерную природу. В численном моделировании неустойчивости Релея-Тейлора рассматривается многомодовое возмущение поля скорости контактной границы двух сред, в том числе и с различной реологией. Представлены результаты моделирования неустойчивости при высокоскоростном соударении свинцовой пластины с пластиной другого, более легкого металла. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-01441.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ВЯЗКОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ КАСКАДОВ В СДВИГОВОМ СЛОЕ

Фортова С.В.¹, Пронина А.П.²

*Институт автоматизации проектирования РАН¹, г. Москва
Московский физико-технический институт², г. Долгопрудный
sfortova@mail.ru*

Проведен численный анализ развития вихревых каскадов в пространственном сдвиговом слое невязкой среды в зависимости от способа определения и величины искусственной вязкости. На развитой стадии турбулентности проведен спектральный анализ распределения кинетической энергии и подтвержден закон $-5/3$ Колмогорова. Исследованы пульсационные и корреляционные функции течения. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 14-11-00719), Программы № 29 Российской академии наук.

ЭВОЛЮЦИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЮЩЕГОСЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

Фортуна С.В., Елисеев А.А., Калашникова Т.А., Колубаев Е.А.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск
s_fortuna@mail.ru*

Представлены результаты экспериментальных исследований микроструктуры и измерений микротвёрдости неразъёмных соединений из термически упрочняющегося алюминиевого сплава Д16Т. Соединения сформированы посредством сварки трением с перемешиванием при различных технологических режимах. Выявлены закономерности эволюции микроструктуры и вклад структурных характеристик сплава в значения микротвёрдости.

ТЕНЗОР ХИМИЧЕСКОГО СРОДСТВА И КИНЕТИКА ФРОНТА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В УПРУГИХ И НЕУПРУГИХ ТЕЛАХ

Фрейдин, А.Б.^{1, 2, 3}, Вильчевская Е.Н.^{1, 2}, Волкова Д.О.^{1, 3}, Демидов И.В.¹

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет²

Санкт-Петербургский государственный университет³

alexander.freidin@gmail.com

Для химической реакции, локализованной на фронте реакции в открытой системе деформируемое тело произвольной реологии – газообразная компонента, после записи балансов массы, импульса и энергии, выводится выражение для производства энтропии, позволяющее получить формулу для тензора химического сродства, которым определяются как химическое равновесие, так и кинетика фронта превращения. При этом напряжения и деформации влияют на скорость реакции через сродство. Исследуется кинетика распространения фронта реакции в упругих и неупругих телах. Показывается, что механические напряжения, в зависимости от величины и знака, могут ускорять, замедлять и блокировать химическую реакцию. Исследуется влияние кривизны поверхности на скорость распространения фронта. Дается объяснение эффектам замедления реакции при уменьшении диаметра нанопроволок. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-00687.

КАСКАДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМО В РАЗВИТОЙ МГД ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Фрик П.Г.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

frick@icmm.ru

Представлен ряд новых результатов, полученных в лаборатории физической гидродинамики института механики сплошных сред УрО РАН, касающихся свойств развитой МГД-турбулентности и моделей генерации космических магнитных полей. В первой части доклада представлены результаты лабораторных экспериментов по изучению турбулентных потоков жидких металлов (галлия, натрия) в замкнутых каналах. В этих экспериментах были впервые выполнены прямые измерения турбулентных коэффициентов переноса магнитного поля в турбулентных потоках металла – эффективной турбулентной диффузии и эффективной электродвижущей силы и изучено явление турбулентного диамагнетизма, состоящего в вытеснении магнитного поля из области наиболее интенсивной турбулентности. Вторая часть доклада посвящена новым моделям развитой магнитогидродинамической турбулентности и результатам исследования МГД-турбулентности при экстремальных значениях чисел Рейнольдса. Показано, что внесенная возбуждающей турбулентностью силой перекрестная спиральность снижает эффективность турбулентного каскада энергии и приводит к накоплению энергии в турбулентном потоке, а поведение МГД турбулентности на поздних стадиях вырождения может кардинально меняться в результате внесения небольшой магнитной спиральности на начальном этапе эволюции.

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Фролов В.А., Редькина К.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королёва

frolov_va_ssau@mail.ru

Численно-аналитический метод решения задач потенциальных течений основан на совместном использовании метода конформных отображений и метода дискретных особенностей. Идея метода состоит в разделении поверхности обтекаемого тела на две части, одна из которых преобразуется во вспомогательной плоскости комплексного переменного на круг, а другая поверхность разбивается на граничные элементы. В пределах граничных элементов размещаются дискретные особенности, интенсивности которых рассчитываются из условий непротекания на поверхности тела. Применение конформного отображения позволяет записать комплексный потенциал течения, который полностью определяет решение задачи.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ КРУГЛОЙ ТРУБЫ В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Фролов О.Ю., Шрагер Г.Р.

Томский государственный (национальный исследовательский) университет

frolov@ftf.tsu.ru

Исследуется фонтанирующее неизотермическое течение вязкой жидкости, реализуемое при заполнении круглой трубы. Математическую основу описания течения образуют уравнения Навье–Стокса, уравнение неразрывности и уравнение энергии с соответствующими начальными и граничными условиями. Задача решается численно с помощью конечно-разностного метода. Приводятся результаты параметрических исследований полей температуры, вязкости, динамических и кинематических характеристик потока в зависимости от значений определяющих безразмерных параметров. Демонстрируются деформация и ориентация элементов жидкости в потоке.

ЗАДАЧИ ОБ УПРУГОМ РАВНОВЕСИИ СОСТАВНЫХ ТОЛСТОСТЕННЫХ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНЫХ СФЕР, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАССОВЫХ СИЛ И ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ, И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Фукалов А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

mr_aa@mail.ru

Получены точные аналитические решения задач о равновесии толстостенных трансверсально-изотропных составных сфер с жестко закрепленной или закрепленной только в радиальном направлении (при наличии скольжения без трения) внешней поверхности, находящихся под действием массовых сил и внутреннего давления. Полученные решения позволили проанализировать влияние геометрии монолитных крепей сферических горных выработок, свойств железобетона и окружающего массива осадочных пород на распределения напряжений в поперечных сечениях, провести оценку начальной прочности на основе многокритериального подхода, описывающего различные механизмы разрушения, и определить области, где оно может быть инициировано. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ–Урал № 14-01-96029.

НОВОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ ЭВОЛЮЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА СТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ДВУХ СЛОЕВ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Хабахпашев Г.А.¹, Архипов Д.Г.²

Новосибирский государственный университет¹

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН², г. Новосибирск

theory@itp.nsc.ru

Рассмотрен двухслойный ламинарный поток в плоском канале, когда вязкие жидкости предполагаются несжимаемыми и несмешивающимися. Исследована устойчивость линейных гравитационных волн на границе раздела. Выполнено сравнение полученных аналитических решений с численными решениями уравнений Орра–Зоммерфельда. Показано, что неустойчивость возникает при появлении критического слоя. На основе аналитических решений линейной задачи выведено новое слабонелинейное эволюционное уравнение для описания динамики умеренно длинных возмущений границы раздела с учетом вязкой диссипации в нестационарных пограничных слоях на всех границах системы и перекачки энергии из основного потока.

ОСОБЕННОСТИ НАГРЕВА ДВИЖУЩИХСЯ СРЕД ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Хабибуллин И.Л., Назмутдинов Ф.Ф., Садыкова Л.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

mmx_@mail.ru

Рассматриваются особенности нагрева движущихся сред электромагнитным излучением. Исследуется температурное поле при поглощении электромагнитных волн в поляризующихся средах. Показано, что в зависимости от вида функции плотности потока электромагнитной энергии возможны различные режимы нагрева: линейный и нелинейные режимы нагрева, режимы температурных автоволн и бегущих температурных волн.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ НИТЕЙ И ТКАНЕЙ ТОЛСТОЙ КИШКИ

Хайдарова Л.Р., Коссович Л.Ю.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

liyanahaidarova@gmail.com

На сегодняшний день нет единой хирургической тактики по восстановлению целостности кишечника. В данной работе проведено конечно-элементное моделирование анастомоза толстого кишечника «конец в конец» с применением однорядного и двухрядного швов. Численный эксперимент проведен с учетом анатомо-геометрических и биомеханических свойств толстого кишечника. Представлены картины распределения поля перемещений и эквивалентных напряжений стенки органа. В ходе проведенного анализа было выявлено, что при хирургическом лечении толстой кишки целесообразней использование однорядного шва.

ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН, ВСКРЫВШИХ СЛОИСТЫЕ ПЛАСТЫ, НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

Хайруллин М.Х.¹, Бадертдинова Е.Р.², Шамсиев М.Н.¹

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН¹

Казанский национальный исследовательский технологический университет²

khairullin@imm.knc.ru

Решается обратная коэффициентная задача по определению фильтрационных параметров слоистого нефтяного пласта, вскрытого вертикальной скважиной. Предлагаются два численных метода решения на основе методов регуляризации. В качестве исходной информации в первом методе используются текущие дебиты и забойные давления, замеренные в каждом пропластке, а во втором – кривые изменения температур, снятые в скважине после ее пуска.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВАРИАЦИОННОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ТРЕХМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Хайруллин Ф.С., Сахбиев О.М.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

X_farid@mail.ru

Излагаются основные особенности численной реализации вариационного метода определения напряженно-деформированного состояния трехмерных конструкций, основанного на использовании функций с конечными носителями произвольной степени аппроксимации, который позволяет производить расчеты конструкций с криволинейными граничными поверхностями, а также составных конструкций. Ранее авторами был представлен вариационный метод определения напряженно-деформированного состояния трехмерных упругих конструкций, основанный на методе расчета тонких оболочек. В данной работе излагаются особенности численной реализации данного метода, возможности его применения, приводятся примеры решения задач.

О СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ С УТОНЧЕННОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТЬЮ И ПРИКРЕПЛЕННОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МАССОЙ

Хакимов А.Г.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

hakimov@anrb.ru

Рассматриваются изгибные колебания круглой пластины, в которой имеется центральный круговой участок с меньшей толщиной и прикрепленной распределенной массой. Используется уравнение, определяющее форму осесимметричных изгибных колебаний пластины постоянной толщины. Частотное уравнение следует из граничных условий для защемленной пластины и условий сопряжения областей с разной толщиной. Получено, что с уменьшением толщины центральной части пластины и с увеличением величины прикрепленной распределенной массы происходит уменьшение низших волновых чисел. По трем собственным частотам изгибных колебаний определяются радиус, толщина утонченной центральной области пластины и величина прикрепленной распределенной массы.

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНЕ ПАРАДОКСА В ПРИМЕРЕ ПЭНЛЕВЕ–КЛЕЙНА

Хакимуллина Л.Ш.

Казанский государственный энергетический университет

hackimullina.lara@yandex.ru

На примере Пэнлеве–Клейна доказано, что в так называемых «парадоксальных» областях несуществования решения задач динамики применение кулоновского закона трения ведёт к несоблюдению аксиомы независимости действия сил и, как следствие, к нарушению принципа Даламбера–Лагранжа. Выявлено, что причиной возникающих противоречий является зависимость давления движущихся тел на связь, следовательно, и кулоновского трения от их ускорения, что обусловлено конструктивными особенностями и параметрами систем. Выявлен механический смысл неравенств, определяющих указанные области.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Харисламова Л.У.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

lejsanh@yandex.ru

Пленки, мембраны и покрытия широко встречаются в природных конструкциях, например, кожура различных овощей и фруктов – все это тонкие структуры. Представляет интерес исследование механических свойств биологических мембран, в частности, для оценки и контроля качества плодов, а также при их транспортировке и хранении. Получают распространение полимерные композиционные материалы, позволяющие получать материалы с новыми уникальными свойствами. В работе отмечаются экспериментальные методы изучения механических свойств биологических тканей. Разработан двумерный экспериментальный метод определения механических характеристик экзоскелета (кожицы) яблок, а также полимерных композиционных материалов.

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ–СТОКСА ДЛЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ В СЛОЕ МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПЛАСТИНАМИ, СБЛИЖАЮЩИМИСЯ ПО СТЕПЕННОМУ ЗАКОНУ

Харламова И.С.

Институт гидродинамики Академии наук Чешской Республики, г. Прага

kharlamova@ih.cas.cz

Исследуется осесимметричное поле скорости вязкой жидкости в слое между двумя плоскостями. Расстояние между плоскостями меняется по произвольному степенному закону $h \sim t^s$. В результате решения краевой задачи в виде рядов по степеням числа Рейнольдса построены точные частные решения уравнений Навье–Стокса, а также графически представлены профили продольной и поперечной скоростей между плоскостями. Подробно изучены законы движения плоскостей для параметра $s = 1/2, 1, 2$. Показано, что при раздвижении пластин возникает противоток; найдены критические числа Рейнольдса, при котором он возникает.

К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДЕННОСТИ И ЕЕ КИНЕТИЧЕСКОМ УРАВНЕНИИ ДЛЯ ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТА ИЗ ХРУПКИХ КОМПОНЕНТ

Хвостунков К.А.

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, механико-математический
факультет*

khvostunkov@gmail.com

Определены функция поврежденности и ее кинетическое уравнения для трехкомпонентной сплошной среды. Разработан случай трехуровневой поврежденности волокнистого композита, учитывающей: деградацию сплошности зоны контакта волокно-матрица при периодических нагрузках; разрушение волокон в дефектных зонах; изменение поврежденности матрицы. Исследован предел диссипации энергии с учетом отслоения и вытягивания волокон. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-01431.

КОМПЬЮТЕРНОЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ АНОМАЛИЙ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Хе А.К.¹, Элиава Ш.Ш.³, Пилипенко Ю.В.³

*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск,
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет²
НИИ нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко³, г. Москва*

alekhe@hydro.nsc.ru

Выполнено компьютерное моделирование нестационарной гемодинамики в сосудах с аневризмами. По данным реальных пациентов, полученных при медицинских обследованиях и во время операции, восстановлена 3D геометрия аномалии, вычислены гидродинамические параметры потока крови (скорость, линии тока, давление, сдвиговые напряжения, поток энергии), а также деформации и напряжения стенок сосуда. Расчёты выполнены для трёх случаев: при наличии аневризмы, после установки стента, изменяющего геометрию сосуда, и через год после операции. Также проведены расчёты при наличии множественных аневризм. Проведено сравнение гидродинамических и механических характеристик для различных конфигураций. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-01-00036).

ОБ АЛГОРИТМАХ И РЕАЛИЗАЦИЯХ ИМИТАЦИОННЫХ МЕТОДОВ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЗАДАЧ О ТЕЧЕНИЯХ РАЗРЕЖЕННЫХ ГАЗОВ

Хисамутдинов А.И.¹, Велькер Н.Н.²

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН², г. Новосибирск*

khisamutdinovAI@ipgg.sbras.ru

Представлено развитие алгоритма A1 статистического моделирования течений разреженного газа. Алгоритм реализует имитационные методы Монте-Карло с расщеплением «по группам частиц», ориентированные на течения с малыми числами Кнудсена. Последние уменьшают трудоёмкость вычислений и содержат лишь два источника систематической погрешности по отношению к сглаженному уравнению Больцмана. В данной модификации алгоритма, во-первых, по-иному определен критерий выбора временного шага расщепления QUOTE; во-вторых, алгоритм адаптирован для решения стационарных задач. С применением нового алгоритма рассмотрена пространственно-двумерная задача о продольном обтекании пластины.

УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ТЕЛА ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СТРУИ

Хисматуллина Н.А.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

nailya_hism@mail.ru

Рассматривается осесимметричное ударное воздействие на упругопластическое тело высокоскоростной струи жидкости, образующейся на поверхности кавитационного пузырька при его схлопывании на поверхности тела. Тело моделируется изотропным полупространством, струя – цилиндрическим столбом жидкости с полусферическим концом. Проиллюстрирована динамика при поверхностного слоя тела и деформация его поверхности. Показано, что в результате удара струи возникает ямка. Проведено исследование влияния предела текучести на характер изменения деформации поверхности тела. Показано, что с уменьшением предела текучести поверхность становится волнообразной, формируется выступ на кромке ямки.

ОБ ИЕРАРХИИ ТОНКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В УПРУГИХ ТЕЛАХ

Хлуднев А.М.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

khlood@hydro.nsc.ru

Рассматриваются задачи равновесия упругих тел, содержащих тонкие упругие включения с возможным отслоением в рамках моделей с неизвестной областью контакта. Установлена разрешимость краевых задач и исследован предельный переход по параметрам жесткости тонких включений. В частности, в пределе получены задачи о равновесии упругого тела с жесткими и полужесткими включениями, а также с включениями нулевой жесткости. Указанные предельные переходы позволяют построить полную иерархию тонких включений в упругих телах при наличии отслоений.

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ СТОЛКНОВИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДВУХФАЗНОЙ СРЕДЫ К ЗАДАЧАМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УДАРНЫХ ВОЛН С ПЫЛЕВЫМИ СЛОЯМИ

Хмель Т.А.

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

г. Новосибирск

khmel@itam.nsc.ru

На основе физико-математической модели двухфазной среды, основанной на молекулярно-кинетических подходах для описания хаотического движения и столкновений частиц, и разработанной численной технологии исследуются процессы взаимодействия ударных волн с пылевыми слоями. Рассматриваются задачи диспергирования оболочек и пылевых слоев, лежащих на плоской поверхности, под воздействием ударных волн. Анализируется вклад столкновительной динамики частиц. Показано, что столкновения могут быть одним из факторов подъема пыли с поверхности и размазывания неровностей на поверхности при диспергировании оболочек. Столкновительное давление, возникающее при уплотнении слоя, может способствовать агломерации.

О ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ РЕЗОНАНСОВ ТРЕТЬЕГО И ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКОВ НА ДВИЖЕНИЯ ГАМИЛЬТОНОВОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Холостова О.В.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

khlostova_o@mail.ru

Рассматриваются движения периодической по времени гамильтоновой система с двумя степенями свободы в окрестности положения равновесия, устойчивого в линейном приближении. Предполагается, что в системе реализуются одновременно слабый резонанс третьего и сильный резонанс четвертого порядков. Исследуется характер движений приближенной (модельной) системы. Выявлены области значений параметров, для которых все движения системы, начинающиеся в достаточно малой окрестности равновесия, ограничены, получена оценка области ограниченности. В качестве приложения рассмотрена задача о треугольных точках либрации плоской эллиптической ограниченной задачи трех тел в случае рассматриваемого кратного резонанса.

ПРЯМОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ И НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ НА ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЕ ПРИ ЧИСЛЕ МАХА ПОТОКА $M=6$

Хотяновский Д.В., Кудрявцев А.Н.

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

г. Новосибирск

khotyanovsky@itam.nsc.ru

На основе полных нестационарных уравнений Навье–Стокса сжимаемого газа проводится прямое численное моделирование линейных и нелинейных стадий развития неустойчивых возмущений различных мод и начальных стадий ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое на плоской пластине при числе Маха набегающего потока $M = 6$. Показано существенное влияние наклонных неустойчивых возмущений на инициирование ламинарно-турбулентного перехода. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №14-11-00490.

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И АТТЕСТАЦИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО СООТНОШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ Ю.Н. РАБОТНОВА

Хохлов А.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

andrey-khokhlov@ya.ru

Выведены уравнения семейств основных кривых (деформирования, релаксации, ползучести, обратной ползучести и др.) определяющего соотношения (ОС) Работнова с двумя материальными функциями (МФ), аналитически изучены их общие качественные свойства в зависимости от параметров нагружения и свойств МФ. На основе их сравнения с типичными экспериментальными кривыми классов вязкоупругопластичных материалов выведены минимальные ограничения на МФ, обеспечивающие адекватное описание базовых реологических эффектов, выявлены сферы влияния МФ, индикаторы применимости ОС и те эффекты, которые ОС не может описать ни при каких МФ. Арсенал возможностей ОС сопоставлен с арсеналом линейного ОС вязкоупругости.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССООБМЕНА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Храмченков М.Г., Храмченков Э.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

mkhramch@gmail.com

Рассмотрена трехмерная задача о фильтрационном массообмене в деформируемой пористой среде с пористым скелетом переменной массы. Построена математическая модель процесса. Разработан программный комплекс для проведения численного моделирования. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-47-02343.

О СИММЕТРИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАЗИКРИСТАЛЛОВ

Христич Д.В.

Тулский государственный университет

dmitrykhristich@rambler.ru

Показано, что в отношении линейных термоупругих свойств икосаэдрические квазикристаллы ведут себя как изотропные материалы. Линейное термоупругое поведение аксиальных квазикристаллов идентично поведению кристаллов гексагональной сингонии или трансверсально-изотропного материала. Полученные теоретические результаты подтверждаются известными экспериментальными данными по определению упругих свойств квазикристаллов. Показано, что учёт нелинейности упругих свойств аксиальных квазикристаллов позволяет установить их отличие от гексагональных материалов.

ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ И СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРИ ИЗЛОЖЕНИИ КУРСОВ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

Хроматов В.Е., Серков С.А., Новикова О.В., Сбытова Е.С.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

KhromatovVY@mpei.ru

Представлены вопросы изучения в курсах дисциплин механико-математического цикла историко-биографических сведений об ученых-основоположниках научных направлений. Приведен алгоритм построения дисциплин прикладной механики в виде таблиц и структурно-логических схем, особенности организации практических занятий и самостоятельной работы студентов с использованием современного математического обеспечения ПК.

МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ ИХ СТРУКТУРНОГО ИЗМЕНЕНИЯ

Хусанов Б.Э.

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент

mexanika.nuu@yandex.ru

Результаты экспериментальных исследований и обзорные работы подтверждают переменность механических характеристик грунта. По результатам опытов построено поведение модуля упругости в зависимости от деформации, где значения модуля изменяются по экспоненциальному закону по мере возрастания деформации. Исходя из этих соображений, разработаны нелинейные модели деформирования грунтов для одномерного движения грунта. При этом модуль упругости рассматривается как функция от некоторого параметра, характеризующего степень структурной нарушенности грунта при деформировании. В данной работе, исходя из этих соображений и следуя принципу построения моделей деформирования в механике сплошных сред, предложены определяющие уравнения нелинейного закона сдвигового деформирования грунтов и горных пород, учитывающие структурные изменения грунтов. Определены способы задания констант, входящих в разработанное уравнение состояния грунта или горной породы. Разработаны также дилатансионные уравнения объемного деформирования грунта, учитывающие структурное разрушение при деформировании, и построены определяющие соотношения для грунта и горных пород с учетом релаксационных свойств среды.

МЕТОДЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРЕХФАЗНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Цепаев А.В.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

alex_tsepaev@mail.ru

Рассмотрены важные задачи подземной гидромеханики – задачи многофазных многокомпонентных течений жидкостей в пористых средах. Для их решения предлагаются новые алгоритмы и методы решения, основанные на методах декомпозиции. Алгоритмы реализованы на вычислительных системах нового поколения – гетерогенных суперкомпьютерах, построенных на основе современных центральных процессоров и графических ускорителей.

К ПРОБЛЕМЕ ПОСТАНОВКИ КОРРЕКТНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ МЕЖДУ ПОРИСТОЙ СРЕДОЙ И ОДНОРОДНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Циберкин К.Б.¹, Колчанова Е.А.², Любимова Т.П.²

Пермский государственный национальный исследовательский университет¹

Институт механики сплошных сред УрО РАН², г. Пермь

kbsiberkin@psu.ru

Задача об устойчивости течения однородной несжимаемой жидкости над слоем пористой среды имеет широкий спектр приложений. Фундаментальным остаётся вопрос о постановке граничных условий между пористой средой и внешним потоком. Изучение стационарных течений не позволяет определить физически корректные условия. Представлены результаты исследования устойчивости стационарного течения при различном описании фильтрации и взаимодействия потоков. Показано существенное различие структуры нейтральных кривых и значений критических чисел Рейнольдса, полученных для двух моделей фильтрации.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СЕМЕЙСТВА СТАЦИОНАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ В ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ

Цибулин В.Г., Немцев А.Д.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

tsybulin@math.rsu.ru

Для трехмерной задачи конвекции многокомпонентной жидкости в пористой среде проводится вычислительный эксперимент по анализу ответвления семейств стационарных движений и исследованию их устойчивости. Дискретизация уравнений в естественных переменных основана на схеме смещенных сеток. Исследована конвекция двухкомпонентной жидкости в пористом параллелепипеде с двумя противоположными теплоизолированными боковыми гранями. Проанализировано возникновение семейства стационарных плоских конвективных движений и его устойчивость к трехмерным возмущениям, найдены параметры, при которых возможно устойчивое сосуществование плоских и существенно трехмерных движений. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-01-00470.

О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЙ С КРУПНОМАСШТАБНОЙ ВИХРЕВОЙ СТРУКТУРОЙ

Циркунов Ю.М., Романюк Д.А., Лобанова М.А.

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. С.-Петербург*

Yury-Tsirkunov@rambler.ru

Рассматриваются ламинарные и турбулентные течения с крупномасштабной вихревой структурой. Численно исследуется поперечное обтекание цилиндра с образованием в следе вихревой дорожки Кармана, течение в системе решеток профилей «ротор–статор» применительно к входной ступени компрессора авиадвигателя на различных режимах работы, течение в струйно-вихревом следе за самолетом. Используются различные модели течений: полные уравнения Навье–Стокса, уравнения Рейнольдса с SST-моделью турбулентности Ментера и уравнения Эйлера. Анализируется роль пограничного слоя на обтекаемой поверхности, а также влияние физической, турбулентной и схемной вязкости на формирование вихревой структуры течений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ТЕЧЕНИЯ НЕФТИ И РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В ГЛИНОСОДЕРЖАЩИХ КОЛЛЕКТОРАХ

Чагиров П.С.

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва

p.chagirov@gmail.com

Проведен анализ ионообменных процессов между закачиваемым агентом и глиносодержащей породой, что позволило получить зависимость фильтрационно–ёмкостных свойств (ФЕС) пласта от глиносодержания, ионного состава и минерализации закачиваемой воды. Показано, что смена гидрохимического режима разработки пласта приводит к преобразованию структуры порового пространства и, как следствие, к изменению ФЕС коллектора. На основе микромеханического описания процесса течения жидкостей в пористой среде получены зависимости пористости и относительных фазовых проницаемостей от типа и концентрации солей в закачиваемом флюиде. Показана эффективность использования слабоминерализованной воды и растворов солей высокоактивных металлов в качестве вытесняющих жидкостей.

ВЛИЯНИЕ СИЛ ИНЕРЦИИ И ГРАВИТАЦИИ НА ДЕФОРМАЦИЮ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ, ЗАЩЕМЛЕННОГО ОДНИМ КОНЦОМ В КОРПУСЕ ОРБИТАЛЬНОГО ГИРОСТАТА

Чайкин С.В.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск

schaik@yandex.ru

Рассматривается в ограниченной постановке движение по кеплеровой круговой орбите в ньютоновском центральном поле сил гиристора с защемленным в его корпусе одним концом упругим стержнем. Первоначально прямолинейная ось недеформированного стержня помещается в плоскости симметрии главного центрального эллипсоида инерции механической системы, а нерастяжимый стержень подвергается малым пространственным деформациям. При определенных предположениях в обратной постановке изучены специальные относительные равновесия системы, которые возможны лишь при определенных значениях гиристорического момента. В этих равновесиях деформированная ось стержня лежит в плоскости, перпендикулярной местной вертикали или в плоскости орбиты. Рассмотренные равновесия определяют влияние инерции и гравитации на деформацию стержня.

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ПОСТАНОВКЕ КОШИ

Чанышев А.И., Абдулин И.М.

Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск

a.i.chanyshev@gmail.com

Рассматривается класс упругопластических задач, когда на одной и той же границе тела задаются одновременно и вектор напряжений Коши, и вектор смещений. С математической точки зрения, данная задача является задачей Коши. Показывается существование, единственность решения, непрерывность от входящих данных. Для случая задачи Галина (двухстороннее сжатие пластины с круговым отверстием) определяется НДС в области пластичности по данным на контуре отверстия, упругопластическая граница, напряжения, деформации, смещения в области упругости.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКОВ РОТОРА В СРЕДЕ LABVIEW

Чахалян А.С.

г. Гюмри, Армения

chaxalyan84@list.ru

Представлено описание спроектированного и изготовленного опытного образца роторного узла с комбинированными опорами. Описаны изготовленные испытательный стенд, датчики, измерительные системы для регистрации частоты вращения роторов, амплитуды колебаний основного ротора и подвески дисковой опоры в среде LabView. Представлены результаты экспериментальных исследований и их сопоставления с теоретическими данными.

ДИНАМИКА И СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЙ: РАСЧЕТ И ТЕНЕВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Чашечкин Ю.Д.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

yulidch@gmail.com

Проводится сравнение теневых наблюдений и расчетов двумерных картин обтекания полосы и равномерно вращающегося диска стратифицированной, потенциально или актуально однородной несжимаемой жидкостью. Классификация компонент течений проведена по данным линейной модели. Прослежена эволюция структуры полей базовых физических величин в широком диапазоне определяющих параметров задачи, включающем ламинарные, волновые и переходные вихревые режимы течений. Приводится пример формирования периодических вихревых структур в кольцевом течении около вращающегося диска.

МЕТОД ГЛОБАЛЬНО-ЛОКАЛЬНОГО РАСЧЁТА И ОПТИМИЗАЦИИ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Чедрик В.В., Туктаров С.А.

Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

imperio1986@mail.ru

Описан глобально-локальный подход к решению задач расчёта и оптимизации силовых конструкций, позволяющий осуществить связь между расчётными моделями различных уровней. Он продемонстрирован на примере оптимизации конструкции композиционного кессона и расчёта НДС его нижней панели. Показано, что оптимизация по условиям прочности и устойчивости подкреплённой панели с применением такого подхода, позволяет получить конструкцию меньшей массы по сравнению с традиционными методами проектирования.

ПРЕДЕЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ МЕТОДОВ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ОБОЛОЧЕК

Чеканин В.В.

Государственный ракетный центр им. В.П. Макеева, г. Миасс

v.chekanin74@yandex.ru

Для преодоления ограничений на точность методов расчета устойчивости подкреплённых оболочек, обусловленных рядом статистических факторов, предложены корректирующие функции, содержащие нормализованный параметр нагрузки в степени, близкой к единице, и адекватно определенные с использованием опытных данных степени параметров проектирования. Такие методы расчета сочетают практически идеальное сглаживание опытных данных и возможность синтеза проектных версий оболочек.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЖУРНЫХ ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНЫХ И КЭ СХЕМ

Чекмарев Д.Т., Жидков А.В., Зефилов С.В., Крутова К.А., Спирин С.В.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

4ekm@mm.unn.ru

Дается описание метода построения эффективных вариационно-разностных и КЭ схем решения трехмерных статических и динамических задач теории упругости и пластичности. Численные схемы с расположением ячеек, покрывающих расчетную область с регулярными промежутками, позволяют существенно сократить вычислительные затраты и лишены ряда недостатков, присущих традиционным КЭ схемам с линейной и полилинейной аппроксимацией перемещений. Рассматриваются варианты схем на базе 4-узловой и 10-узловой конечных элементов в виде тетраэдра. Эффективность предлагаемых схем иллюстрируется решениями тестовых задач и сравнением с решениями на основе традиционных схем метода конечных элементов.

КВАТЕРНИОННАЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЙ ЗАДАЧИ ДВУХ ТЕЛ И ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

Челноков Ю.Н.

Институт проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов

ChelnokovYuN@gmail.com

Дается краткий анализ проблем регуляризации в небесной механике и астродинамике. Излагается новый кватернионный метод регуляризации уравнений возмущенной пространственной задачи двух тел, использующий идеальные прямоугольные координаты Ганзена, переменные Леви-Чивита, кеплеровскую энергию, кватернион ориентации идеальной системы координат и новое время. Предлагается кватернионный метод регуляризации уравнений возмущенной пространственной ограниченной задачи трех

тел в переменных Кустанхаймо–Штифеля. Получены новые локальные регулярные кватернионные уравнения этой задачи. Обсуждаются проблемы глобальной кватернионной регуляризации уравнений пространственной ограниченной задачи трех тел.

ОБ АППРОКСИМАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЛАКСАЦИОННЫХ КРИВЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТОНКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН

Ченцов А.В., Попов А.Л.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

chentsov@ipmnet.ru

При анализе кривых релаксации напряжений в тонких полимерных волокнах, использованы ступенчатые экспоненциальные аппроксимации смежных участков релаксационной кривой, обобщением которых является адаптивная экспоненциальная аппроксимация кривой, содержащая всего два аппроксимирующих параметра. Представлена методика, позволяющая прогнозировать рост деформаций и снижение напряжений в волокне в режиме совместной релаксации и ползучести при длительных, в том числе, неконтролируемых стадиях его пребывания на испытательной установке.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОНАЛЬНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ТЕЧЕНИЕ И ШУМ СТРУЙ

Чепрасов С.А.

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

cheprasov@ciam.ru

Представлены результаты расчетно-экспериментального исследования влияния тональных возмущений на течение и шум струи. На основе результатов численного моделирования методом крупных вихрей установлено, что относительно малые по амплитуде монохроматические пульсации полного давления внутри сопла приводят к значительному увеличению узкополосного шума сверхзвуковой струи. Анализ результатов лабораторного эксперимента по измерению спектров продольной скорости в ядре низкоскоростной струи показал, что акустические возмущения, генерируемые вентилятором внутри сопла, приводят к образованию интенсивных тональных гидродинамических возмущений в струе.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ МОЗГА

Черевко А.А.¹, Михайлова А.В.²

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет²

cherevko@mail.ru

На основании клинических данных мониторинга кровотока, полученных в ИГиЛ СО РАН и ННИИПК во время нейрохирургических операций, построена модель гемодинамики, связывающая изменения по времени давления и скорости в артериальной сети сосудов головного мозга. Модель представляет собой уравнение нелинейного осциллятора (обобщенное уравнение Ван-дер-Поля), скорость играет роль управления. Коэффициенты уравнения, определяемые методами обратных задач, находятся индивидуально для каждого пациента. Модель показала свою универсальность на данных, полученных в нейрохирургических операциях.

ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЛОКОМОЦИЯМИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

chern@ipmnet.ru

Рассматриваются многозвенные локомоторные роботы, способные перемещаться в сопротивляющихся средах за счет изменения их конфигурации, вибрационные роботы, движущиеся за счет колебаний внутренних тел относительно корпуса, а также мобильные роботы, способные двигаться по поверхностям произвольного наклона, по стенам, потолкам, в трубах. Приводятся математические модели, описывающие движение мобильных роботов по поверхностям с сухим трением и в средах с вязким сопротивлением. Дается решение ряда проблем управления и оптимизации локомоций для роботов описанных типов. Обсуждаются опыт и перспективы применения мобильных роботов, а также связанные с ними биомеханические аспекты.

МИКРОГИДРОДИНАМИКА СТЕСНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО ТЕКСТУРИРОВАННЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ И РЕГУЛЯРНЫМ ПОРИСТЫМ СЛОЯМ

Чернышев И.В.

Волгоградский государственный университет

igor_chernyshev@mail.ru

Проведено численное моделирование течения вязкой жидкости в узком плоском канале в окрестности микрорельефной границы. Текстурированная поверхность моделировалась различными видами оребрения нижней границы канала, моделью регулярной пористой среды являлись упорядоченные двумерные упаковки стержней. В результате прямых численных расчетов найдены микроскопические гидродинамические поля скорости и давления во всей области течения. Последующим усреднением получены обобщающие макроскопические зависимости для таких параметров, как проницаемость, коэффициент скольжения, коэффициент сопротивления и др., для ряда сред с различной текстурой внешней поверхности, структурой порового пространства и сорбционной активностью материала. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Волгоградской области (проекты № 14-01-00624, № 13-01-97065 р_поволжье_a).

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ СИСТЕМ И СТРУКТУР В ЗАДАЧАХ АЭРОГАЗОДИНАМИКИ И ВЗРЫВОЗАЩИТЫ

Чернышов М.В.¹, Данилов Н.А.²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого¹

НПО Специальных материалов², г. Санкт-Петербург

mvcher@mail.ru

Рассматриваются теоретические результаты, достигнутые современной теорией экстремальных ударно-волновых систем, структур и взаимодействия газодинамических разрывов, а также их приложения в задачах сверхзвуковой аэродинамики, исследования сверхзвуковых струйных течений, оптимизации фугасного действия взрывных ударных волн и создания взрывозащитных устройств.

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ИНДЕНТИРОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ НАГРУЖЕННОСТИ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Чернятин А.С.¹, Разумовский И.А.²

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана¹

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН², г. Москва

cas@inbox.ru

Рассмотрена модельная задача о вдавливании сферического индентора в упругопластическое полупространство. По полям остаточных перемещений точек поверхности, зарегистрированных после удаления индентора, определяются изначально действующие в поверхностном слое полупространства напряжения и величина предела текучести материала. Для этого используется подход (и разработанный программный комплекс), основанный на минимизации расхождений между исходными данными (перемещениями) и результатами численного решения соответствующей краевой задачи.

Проведена оценка влияния погрешности исходных данных на точность определения искомых параметров, на основании чего показана практическая перспективность подхода.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН ЧЕРЕЗ ГРАНИЦУ РАЗДЕЛА СРЕД С ДИСЛОКАЦИЯМИ ПРИ УСЛОВИИ НЕИДЕАЛЬНОГО КОНТАКТА

Чертова Н.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

chertova@ispms.tsc.ru

На основе уравнений полевой теории дефектов, описывающих динамику дислокационного континуума, рассмотрены закономерности распространения плоских гармонических волн через границу раздела сред с дислокациями в случае неидеального контакта. Определены коэффициенты отражения и преломления волн смещений и волн поля дефектов, характеризуемого тензором плотности и тензором плотности потока дислокаций. Исследованы зависимости полученных коэффициентов от параметров граничащих сред и коэффициентов граничной жесткости. Проведен сравнительный анализ особенностей прохождения волн через границу раздела сред с дислокациями при условиях идеального и неидеального контакта. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг. и при поддержке гранта 14-19-00718 Российского научного фонда.

МОДЕЛЬ НЕСТАЦИОНАРНОГО ПСЕВДОСКАЧКА В БАРОТРОПНОМ ТЕЧЕНИИ ГАЗА

Чесноков А.А., Ляпидевский В.Ю.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

chesnokov@hydro.nsc.ru

Построена математическая модель нестационарного псевдоскачка в баротропном течении газа в длинном плоском канале или сопле, описывающая непрерывный переход от сверхзвукового к дозвуковому течению. Модель основана на двухслойной схеме течения с массообменом, включающей потенциальное сверхзвуковое ядро и турбулентный пограничный слой. Проанализирована структура стационарных решений и численно найдены течения перед препятствием, представляющие эволюцию псевдоскачка при периодическом изменении выходного сечения канала. Проведена верификация предложенной модели на основе сравнения с известными экспериментальными данными.

ЭВОЛЮЦИЯ МАЛЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Чивилихин С.А.¹, Амосов А.С.², Мелихов И.Ф.¹, Погосян Т.Н.¹

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)¹

Научный центр Корнинг², г. Санкт-Петербург

sergey.chivilikhin@gmail.com

Исследована релаксация малого локального возмущения свободной поверхности высоковязкой жидкости под действием силы тяжести и поверхностного натяжения. Показано, что объем возмущения поверхности полупространства обращается в нуль за времена, малые по сравнению со временем релаксации возмущения. Объем возмущения поверхности слоя конечной толщины

остается неизменным. Выявлены качественные особенности релаксации коротковолновых и длинноволновых возмущений поверхности. Исследована потеря устойчивости поверхности вязкой жидкости при наличии диффузионного потока массы из газовой фазы. Получены условия формирования упорядоченных и фрактальных структур на поверхности жидкости.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАПОЛНЕНИЯ «КУПОЛА – СЕПАРАТОРА» УГЛЕВОДОРОДАМИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙ В ЗОНЕ МОРСКОГО ДНА

Чиглинцев И.А., Насыров А.А.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

nasaza@mail.ru

В работе рассматриваются теоретические основы функционирования «купола–сепаратора», предназначенного для сбора и последующего отбора газо-нефтяных выбросов при возникновении аварий на морском дне, когда термобарические условия благоприятны для образования газогидрата. Построена математическая модель, описывающая процесс наполнения и откачки углеводородов из купола, а также описана динамика изменения температуры фаз.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВСПЛЫТИЯ ГАЗОВЫХ ПУЗЫРЬКОВ, СОПРОВОЖДАЕМОЕ ОБРАЗОВАНИЕМ ГИДРАТА

Чиглинцева А.С., Русинов А.А.

Бирский филиал Башкирского государственного университета

changelina@rambler.ru

Предложена теоретическая модель процесса миграции метановых пузырьков в воде при термобарических условиях образования гидрата. Получены и проанализированы численные решения для двух предельных случаев, когда скорость образования гидратной корки на поверхности пузырька лимитируется интенсивностью отвода тепла, выделяющегося в процессе гидратообразования, окружающей жидкостью, и диффузией газа через гидратную корку. Изучена особенность эволюции полей температур окружающей воды.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ПО В.П. ГОРЯЧКИНУ

Чиненова В.Н., Тюлина И.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

v.chinenova@yandex.ru

Излагаются воззрения академика Василия Прохоровича Горячкина (1868–1935) по проблеме механики сельскохозяйственных машин.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЛН С ТЕРМОКАПИЛЛЯРНЫМИ СТРУКТУРАМИ В СТЕКАЮЩЕЙ НАГРЕВАЕМОЙ ПЛЕНКЕ ЖИДКОСТИ

Чиннов Е.А.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск

chinov@itp.nsc.ru

Представлены результаты синхронного измерения полей температуры и толщины вертикально стекающих пленок воды в условиях нагрева со стороны подложки. Проанализировано взаимодействие гидродинамических волн с термокапиллярными структурами. Определены условия, при которых течение пленки резко меняет характер при пороговом изменении плотности теплового потока. Деформация фронта происходит на начальном участке нагрева в результате сложного взаимодействия волны с термокапиллярными структурами, образующимися в остаточном слое около передней кромки нагревателя. В результате этого взаимодействия происходит постоянное перемещение струй в направлении поперек потока, что способствует затягиванию разрыва пленки и предотвращению кризиса теплообмена.

УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЗВУКОВОГО УДАРА, СОЗДАВАЕМОГО ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ПУТЁМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ОБТЕКАНИЯ

Чиркашенко В.Ф., Волков В.Ф., Харитонов А.М.

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

khar@itam.nsc.ru

Охлаждение обтекаемой поверхности модифицированного степенного тела (на 50°C) изменяет структуру течения в окрестности промежуточной висячей ударной волны (УВ) и на 12% уменьшает интенсивность звукового удара (ЗУ). Распределенная инъекция хладагента с поверхности, в зависимости от схемы и режима истечения позволяет уменьшить интенсивность ЗУ до 40%. Обсуждаются методы интенсификации криогенного воздействия. Показано, что тандемная компоновка расположения двух крыльев на фюзеляже, позволяет путем вариаций основных параметров (соотношение площадей и взаимное расположение крыльев) обеспечить существенное уменьшение интенсивности ЗУ.

ПОДМОДЕЛИ ОБОБЩЕНИЯ МОДЕЛИ ЛЕЙТА ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Чиркунов Ю.А.

Новосибирский государственный технический университет

chr101@mail.ru

Найдены все подмодели обобщения модели Лейта волновой турбулентности, допускающие непрерывную группу Ли преобразований, действующую на множестве решений уравнений этих подмоделей. Для каждой подмодели получены формулы производства решений, содержащие произвольные постоянные и найдены все инвариантные подмодели. Все существенно различные (не связанные точечными преобразованиями) инвариантные решения, описывающие эти инвариантные подмодели, либо найдены в явном виде, либо их отыскание сведено к решению нелинейных интегральных уравнений. Для полученных инвариантных подмоделей исследовано распространение фронта плотности кинетической энергии турбулентности, для которого в начальный момент времени для фиксированного значения волнового числа заданы: либо энергия турбулентности и ее градиент, либо энергия турбулентности и скорость ее изменения. При некоторых дополнительных условиях установлены существование и единственность решений краевых задач, описывающих данные процессы. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, по государственному заданию №2014/138, проект № 435 и гранта № НШ-2133.2014.1 в рамках Программы Президента РФ по поддержке ведущих научных школ.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРЫВНОГО МЕТОДА ГАЛЕРКИНА В ЗАДАЧАХ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ

Чугунов А.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

arsain@ya.ru

Описаны возможные методы применения разрывных методов Галеркина (DG) к задачам газовой динамики с негладкими решениями. Подобно всем методам высоких порядков, DG подвержен проблеме нефизических осцилляций. Подобные осцилляции могут возникать в областях, где решение теряет гладкость. Рассмотрены разные подходы к борьбе с нефизическими осцилляциями. Можно применять методы монотонизации к численному представлению решения, использовать искусственную вязкость, а также, применять различные методы реконструкции решения.

О БИСТАБИЛЬНЫХ РЕЖИМАХ ОБТЕКАНИЯ ГЛУБОКИХ ЛУНОК

Чулюнин А.Ю., Синявин А.А., Ромашова Н.Б.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

chulyu-n@mail.ru

Методами физического и численного моделирования исследуется структура течения при обтекании сферической лунки на плоской стенке. В зависимости от отношения глубины к диаметру входного сечения лунки наблюдаются симметричные и несимметричные режимы обтекания. В последнем случае происходит аperiodическое переключение между «правосторонним» к «левосторонним» состояниями течения в лунке. Показано, что с помощью дополнительного внешнего воздействия (рецептора, установленного на дне лунки) можно зафиксировать любой из несимметричных режимов. Рассчитаны интегральные характеристики обтекания лунки. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Правительства России № 14.Z50.31.0003.

ГЕМОДИНАМИКА СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Чупахин А.П.¹, Кривошапкин А.Л.², Орлов К.Ю.², Чеботников А.В.¹

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН¹, г. Новосибирск

НИИ патологии кровообращения им. Е.Н. Мешалкина², г. Новосибирск

alexander190513@gmail.com

Представлены результаты измерения параметров кровотока в сосудах головного мозга во время нейрохирургических операций. Разработана методика обработки экспериментальных данных. Разработан аппарат диаграмм «давление – скорость», «расход – поток энергии». Проведено моделирование гемодинамики во время операций, позволяющее оценить успешность.

УСТАНОВИВШИЕСЯ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ТЕЧЕНИЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ТОРОИДАЛЬНОМ КАНАЛЕ

Чупин А.В.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

chupin@icmm.ru

Проведено прямое численное исследование течений несжимаемой вязкой жидкости внутри тороидального канала, вращающегося вокруг внешней оси симметрии. Разобраны случаи установившегося и развивающегося течений при различных видах воздействий, вызывающих движение вдоль канала. Особое внимание уделено ранее игнорировавшемуся случаю толстого тора. Проведено сравнение с аналитическими методами и данными экспериментов. Сравнение с известной аппроксимацией Дина выявило области параметров, в которых для задания течения недостаточно одного параметра. Приведены карты установившихся режимов течения. В нестационарном случае обнаружено временное нарушение симметрии течения относительно центральной плоскости.

О ТРАНСФОРМАЦИИ ЗОНЫ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОКОЛО ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНОВИДНОГО ДЕФЕКТА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ ОБРАЗЦА

Шабанов А.П., Шакиртов М.М.

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

shabanov@211.ru

Численно исследовалось изменение напряженно-деформированного состояния области, примыкающей к вершине трещиновидного дефекта для образца, изготовленного из циклически упрочняющегося материала. Показано, что в процессе циклического нагружения размеры пластической зоны, возникшей на первом полупериоде, существенно уменьшаются, а напряжения в вершине дефекта независимо от характеристик внешней нагрузки изменяются по симметричному закону с возрастающей амплитудой. Зона предразрушения составляет примерно 20% от размеров области пластического деформирования, сформированной в конце первого полупериода первого цикла нагружения образца.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕОБРАЗОВАНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ МОСВД-РЕАКТОРЕ

Шабарова Л.В., Шапошников В.А.

Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Десятых РАН, г. Нижний Новгород

lubov_shabarova@mail.ru

Приведены результаты вычислительных экспериментов по исследованию нестационарного потока многокомпонентной газовой смеси в проточном вертикальном реакторе на основе трехмерной математической модели, учитывающей конвективный массо- и теплоперенос, сжимаемость, вязкость и теплопроводность компонентов, а также турбулилизацию газового потока. Установлены некоторые газодинамические причины образования вихрей в реакторе.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГРУЗОК В МЕХАНИКЕ РАЗРУШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗНОГО МАСШТАБА

Шабуневич В.И.

ОАО «Корпорация ВНИИЭМ», г. Москва

Viktor-tien@yandex.ru

Продemonстрированы дополнительные возможности динамической интерпретации масштабного эффекта, заключающиеся в том, что изменение масштаба исследуемого объекта влечет за собой, кроме обратно пропорционального изменения его собственных частот, также существенное увеличение приращений параметров напряженно-деформированного состояния на имеющихся резонансных пиках и появление новых значительных по величине низкочастотных резонансных пиков. Эти проявления масштабного эффекта могут объяснять снижение прочности и более раннее разрушение больших объектов по сравнению с малыми.

Показано значительное влияние поперечных перегрузок на параметры динамического напряженно-деформированного состояния объектов. Приведены результаты расчетов моделей плоских образцов разного масштаба с центральными прорезями. Влияние перегрузок на параметры НДС у вершин прорезей минимально для тонких образцов. Для толстых образцов это влияние существенно больше. Кроме обратно пропорционального уменьшения частот резонансных пиков при увеличении масштаба объектов происходит существенное увеличение приращений параметров напряженно-деформированного состояния на имеющихся резонансных пиках и появление новых значительных по величине низкочастотных резонансных пиков. Таким образом, эти проявления масштабного эффекта могут объяснять снижение прочности и более быстрое разрушение больших объектов по сравнению с малыми идентичными объектами.

НОВЫЙ МЕТОД ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ В МЕХАНИКЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Шавшуков В.Е.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

shavshukov@pstu.ru

Предложен новый подход к решению краевых задач механики неоднородных сред, основанный на аналогии между уравнениями механики для поликристаллической среды и уравнениями квантовой теории поля. Уравнение равновесия краевой задачи для тензора деформаций, записанное в интегральной форме, позволяет интерпретировать точное значение деформации в каждой точке выделенного зерна как результат многократного рассеяния однородной макродеформации на упругой неоднородности, обусловленной данным зерном, и на упругих неоднородностях всех остальных зерен. Последнее рассматривается как возмущение, по которому строится решение в виде ряда теории возмущений. Приведены численные примеры применения метода.

КОНСТРУКЦИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ОБОБЩЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА–ЯКОБИ НА КОМПАКТНОМ МНОЖЕСТВЕ

Шагалова Л.Г.

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г. Екатеринбург

shag@imm.uran.ru

Рассматривается уравнение Гамильтона–Якоби с фазовыми ограничениями. Предлагается конструкция непрерывного обобщенного решения этой задачи с помощью классических характеристик, стартующих с начального многообразия. Работа поддержана грантом РФФИ № 14-01-00168 и программой Президиума РАН «Математические задачи современной теории управления».

ДИФфуЗИОННЫЙ И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМЫ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ КОНТАКТЕ ГАЗА И ВОДЫ

Шагапов В.Ш.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

shagapov@rambler.ru

Рассмотрены два предельных режима гидратообразования. Согласно первому, температурные поля, связанные с выделением тепла за счет образования гидрата, успевают «растекаться» от поверхности контакта гидратного слоя с водой в окружающую водную и газогидратную среду. И процесс считается изотермическим. С ростом пропускной способности гидратного слоя начинают играть роль процессы теплопроводности. Наибольшая интенсивность образования гидрата лимитируется способностью воды отводить тепло, выделившееся за счет гидратообразования.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДВУХ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА, НАПОЛНЕННОГО НАНОВОЛОКНАМИ

Шадрин В.В., Комар Л.А.

Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

komar@icmm.ru

Проведено экспериментальное исследование резины, наполненной углеродными нановолокнами, предварительно тренированной в одном направлении. Показано, что эффект Маллинза у этого материала одинаково распространяется по всему материалу, не только вдоль оси начального растяжения. Это сильно отличается эластомер, наполненный даже небольшим количеством волокон от эластомеров, наполненных зернистым наполнителем — волокна вносят существенные изменения в структурную перестройку материала во время растяжения, и это отражается на его механических свойствах.

РЕАКЦИЯ СОСУДА НА ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ КРОВОТОКА И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ФАКТОРЫ

Шадрин Н.Х.

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, г. Санкт-Петербург

nkshsh@yandex.ru

На основе математической модели оценивается влияние снижения тонуса кровеносных сосудов при увеличении скорости течения крови на регуляцию сосудистого диаметра и объемной скорости кровотока. Рассматривается зависимость реакции на увеличение скорости от внутрисосудистого давления, реологических свойств крови и содержания в ней кислорода, объемной концентрации эритроцитов. Полученные оценки, характеризующие регуляцию сосудистого тонуса механическими стимулами без участия центральных и гуморальных механизмов, соответствуют данным экспериментов *in vivo* и могут быть востребованы при нарушениях местного кровоснабжения для выбора способа воздействия на сосудистое сопротивление.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОЙ МОДЕЛИ РЕЛАКСАЦИОННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ МЕТОДАМИ МОНТЕ-КАРЛО И ВЕРОЯТНОСТНО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ

Шакенов К.К.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

shakenov2000@mail.ru

Рассматривается модель фильтрации по простейшему неравновесному закону в упругой пористой среде. Ставятся трехмерные задачи Дирихле, Неймана и смешанная задача, и эти задачи численно решаются алгоритмами «блуждания по сферам», «блуждания по шарам» и «блуждания по решеткам» методов Монте-Карло и вероятностно-разностным методом.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОГО ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ВВЕРХ

Шаклеин А.А.

Институт механики УрО РАН, г. Ижевск

mx.oryx@mail.ru

Проведено моделирование сопряженной задачи распространения пламени вверх по поверхности горючего материала с учетом турбулентного течения, радиационного теплопереноса, модифицированной модели горения и пиролиза твердого полимерного материала. Оценен вклад излучения в общий процесс теплопередачи в твердый материал. Выявлен пульсационный профиль распределения теплового потока на поверхности. Обнаружен ярко выраженный максимум в распределении скорости пиролиза вдоль поверхности материала.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УРАВНЕНИЙ ТРЕХМЕРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Шалаев В.И.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

shalaev@falt.ru

Исследованы особенности уравнений трехмерного конического ламинарного пограничного слоя в плоскости симметрии. Рассмотрены особенности, возникающие во внешней части вязкого слоя. Обнаружен и изучен новый тип особенностей в пристеночной области, механизм формирования которых не зависит от внешних краевых условий. Исследована порождаемая особенностями физическая структура течения, включающая многослойную область вязко-невязкого взаимодействия и пограничную область, описываемую укороченными уравнениями Навье–Стокса. Получены и проанализированы аналитические решения уравнений для некоторых асимптотических областей. Рассмотрены различные тела, включая плоские треугольные крылья.

ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ГРАНИЦЫ СЛОИСТОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ С КОМПОНЕНТАМИ ИЗ УПРУГОГО И ВЯЗКОУПРУГОГО МАТЕРИАЛОВ

Шамаев А.С., Шумилова В.В.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

sham@rambler.ru

Рассматривается задача об отражении плоской звуковой волны, нормально падающей на плоскую границу гетерогенной среды, состоящей из периодически повторяющихся слоев изотропных упругого и вязкоупругого материалов. Предполагается, что толщина каждого отдельного упругого или вязкоупругого слоя намного меньше длины звуковой волны. Для исследования поставленной задачи используется усредненная модель гетерогенной среды, с помощью которой находятся частотные зависимости комплексных амплитуд отраженной и прошедшей волн в случае, когда слои параллельны или перпендикулярны фронту волны.

СЕМЕЙСТВА ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ КВАЗИКОРОСТЕЙ В ЗАДАЧЕ О ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ

Шамолин М.В.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

shamolin@rambler.ru

Изучается задача о движении тела в таком силовом поле, при котором линия действия силы, приложенной к телу, может менять свою ориентацию относительно тела. Подобные условия возникают при движении тела, так сказать, с «большими» углами атаки, в среде при струйном обтекании или при отрывном. Основным объектом исследования является семейство тел, часть поверхности которых имеет конусообразный участок, обтекаемый средой по законам струйного обтекания. При этом поток среды предполагается однородным. Изучены новые типы семейств фазовых портретов в пространстве квазискоростей в задачах о плоскопараллельном и пространственном движении твердого тела в сопротивляющейся среде. Получены достаточные условия устойчивости прямолинейного поступательного торможения твердого тела, а также достаточные условия рождения устойчивых (неустойчивых) автоколебаний около ключевого режима.

АВТОКОЛЕБАНИЯ В СИСТЕМЕ СТРУНА–СМЫЧОК

Шаповалов И.Л., Вильке В.Г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

nazarovich_90@mail.ru

Исследуются колебания тонкого растянутого стержня (струны) взаимодействующего со смычком, скользящим по струне с постоянной ортогональной к струне скоростью. Взаимодействие смычка и струны определяется гладким нелинейным законом трения с падающим участком характеристики. Движение системы описывается бесконечной системой связанных друг с другом обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений. Получены усредненные уравнения движения в канонических переменных действие–угол, найдены стационарные точки, соответствующие автоколебательным режимам, и исследована их устойчивость. Работа поддержана грантами РФФИ № 12-01-00536а и № 12-08-00637а.

РАЗВИТИЕ НЕУСТОЙЧИВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ УПРУГОЙ ПЛАСТИНЫ В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ ГАЗА

Шапошников Д.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

dmitry.s.shaposhnikov@gmail.com

Асимптотически исследуется развитие локализованных возмущений поверхности неограниченной упругой пластины, обтекаемой сверхзвуковым потоком невязкого газа. Задача рассмотрена в линейной постановке. Представлена зависимость усиления возмущений от групповой скорости при различных наборах параметров задачи. Анализ проведен при неявной зависимости частоты возмущений от волнового числа. Выявлено наличие различных седловых точек, попеременно определяющих асимптотику решения при изменении групповой скорости. Получена зависимость границы абсолютной неустойчивости от параметров задачи. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект «Современная математика и ее приложения» (соглашение № 14-50-00005).

КИНЕТИКА МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ В УПРУГИХ И НЕУПРУГИХ ТЕЛАХ

Шарипова Л.Л.¹, Фрейдин А.Б.^{1,2,3}, Волкова Д.О.^{1,3}

Институт проблем машиноведения РАН¹, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого²

Санкт-Петербургский государственный университет³

sleah@yandex.ru

Для малых деформаций исследуется кинетика движущихся межфазных границ в упругих и неупругих телах, в которых протекают под воздействием внешних нагрузок фазовые переходы мартенситного типа. Строятся модифицированные зоны фазовых переходов, которые формируются всеми деформациями, которые могут сосуществовать на межфазных границах, движущихся с известной скоростью. Это позволяет установить взаимосвязи между скоростью границы, ориентацией границы, деформациями на границе и энергетическим параметром (химической энергией), зависящим от температуры. Исследуется как упругие и неупругие деформации влияют на скорость распространения и ориентацию границы, а также ее тип (нормальная или сдвиговая). Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-00687.

ЭВОЛЮЦИЯ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ВЯЗКОУПРУГОЙ ПЛАНЕТЫ С ЯДРОМ

Шатина А.В., Шерстнев Е.В.

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА)

shatina_av@mail.ru

Исследуется движение системы «планета-спутник» в гравитационном поле сил взаимного притяжения. Планета моделируется телом, состоящим из твердого ядра и вязкоупругой оболочки. Спутник моделируется материальной точкой. Асимптотическим методом разделения движений строится приближенная система уравнений движения. Получено в явном виде решение квазистатической задачи теории упругости для деформируемой оболочки планеты. Выводится усредненная система дифференциальных уравнений, описывающая эволюцию параметров орбиты спутника. Данная задача является модельной для изучения приливной теории движения планет.

КРИТЕРИЙ РАЗРУШЕНИЯ В МОДЕЛИ МОНОКЛИННОЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Швед О.Л.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, г. Минск

swed@newman.bas-net.by

Конкретизированы предложенные ранее определяющие соотношения нелинейной упругопластичности для моноклинной среды. Рассмотрена задача простого сдвига в предположении, что материал является идеально упругопластическим. Данные для расчетов взяты по вольфраму, нагружение первоначально изотропной среды выполнено до момента разрушения. Описывается важное явление роста анизотропии при пластической деформации, приводящее к появлению макротрещины. Предполагается, что разрушение может произойти, только когда точка процесса в пространстве напряжений находится на поверхности текучести. Содержащее ее поверхность девиаторного сечения будет тогда активной. Точка на активной поверхности девиаторного сечения считается критической, если в ней становится кратным собственное значение критериального девиатор-оператора, по которому определяется собственный вектор, являющийся вектором нормали к поверхности девиаторного сечения. В этой точке вектор нормали становится неопределенным и критерий текучести теряет смысл, что трактуется как появление макротрещины. Основанием для этого является обоснованное определение поверхности девиаторного сечения, непротиворечивость предлагаемой модели среды и открывающиеся возможности описания проблемных течений при обработке металлов давлением. Проверка критерия разрушения состоит в отыскании критической точки на поверхности девиаторного сечения в основном трехмерном векторном подпространстве девиаторов напряжений. Для этого используется непрерывная знакопеременная функция, заданная в точках кривых пластичности для изотропной и анизотропной сред. Кривые пластичности расположены в плоскостях, полученных поворотом основной плоскости вокруг первого базисного вектора. Критическая точка при простом сдвиге появляется при повороте с величиной угла равной девяносто градусов. Для изотропной среды критическая точка всегда отсутствует, но возможен особый случай при разрушении, в частности путем всестороннего равномерного растяжения.

МНОГОУРОВНЕВЫЕ МОДЕЛИ НЕУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ С ОПИСАНИЕМ СТРУКТУРНОЙ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ И ПЕРЕХОДОВ К НЕЙ

Швейкин А.И., Шарифуллина Э.Р., Останина Т.В.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

alexsh59@bk.ru

Предложены трехуровневые модели поликристаллических металлов и сплавов, позволяющие описывать неупругое деформирование по различным механизмам (внутризеренное дислокационное скольжение, ротации решеток кристаллитов, зернограничное скольжение, фрагментация и дробление кристаллитов) и учитывающие эволюцию внутренней структуры материала, в зависимости от состояния которой реализуется либо неупругое деформирование с сохранением локальной топологии, либо сверхпластическое деформирование с её потерей. Модели применены для исследования некоторых процессов термомеханической обработки с анализом получаемых эффективных физико-механических эксплуатационных свойств в различных частях изделия.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИХРЕВОГО СЛЕДА ЗА КРЫЛОМ С ПЕРЕСЕКАЮЩИМИСЯ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

Шевченко А.М.¹, Давыдов А.А.², Голубев М.П.¹, Павлов Ал.А.¹, Шмаков А.С.¹
*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН², г. Москва
shevch@itam.nsc.ru

Выполнено численное и физическое моделирование течения при взаимодействии вихревого следа за крылом с системой ударных волн, генерируемых встречными клиньями с острой передней кромкой. Проведено исследование режимов интерференции при регулярном и маховском взаимодействии ударных волн. В расчётах получены подробные данные о полях параметров потока в ядре вихря и области взаимодействия. В эксперименте с помощью метода визуализации слабых пространственных неоднородностей получены интерферограммы течения, позволившие детально разрешить структуру течения и определить условия смены режимов.

РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАРЯЖЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА В УДАРНОМ СЛОЕ ПЕРЕД СПУСКАЕМЫМИ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ МЕТОДОМ ПРЯМОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНТЕ-КАРЛО

Шевырин А.А., Ващенко П.В., Кашковский А.В., Бондарьё Е.А.
*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
г. Новосибирск*
shevr@itam.nsc.ru

Разработана модель процессов ионизации для расчетов аэротермодинамики спускаемых космических аппаратов методом прямого статистического моделирования Монте-Карло. Сравнением результатов расчета плотности электронов около капсулы с летным экспериментом проведена верификация реализации разработанной модели в программном комплексе SMILE++. Проведен расчет обтекания спускаемого аппарата перспективной пилотируемой транспортной космической системы на высоте 90 км при скорости 11 км/с. Исследовано влияние процессов ионизации на структуру ударного слоя перед аппаратом. Работа выполнена в Новосибирском государственном университете при поддержке гранта Правительства РФ (Договор № 14.Z50.31.0019), проектов РФФИ 14-08-01252 и 15-58-52044.

ОСОБЕННОСТИ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЛИНЕЙНО УПРУГИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ ИЗ МИКРОПОЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шейдаков Д.Н.
Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
sheidakov@mail.ru

Исследуется устойчивость нелинейно упругих кругового стержня и цилиндрической трубы, находящихся под действием осевого сжатия и гидростатического давления. Для описания поведения указанных цилиндрических тел используется модель континуума Коссера. Рассмотрены случаи как однородных, так и неоднородных микрополярных тел, упругие свойства которых изменяются вдоль радиуса. Выведены линеаризованные уравнения равновесия, путем численного решения которых для стержня и трубы построены области устойчивости в плоскостях параметров нагружения. Проведен подробный анализ влияния размера тела, а также упругих параметров материала на бифуркацию равновесия микрополярных цилиндрических тел.

ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИЕ МИКРОПОЛЯРНЫЕ ЖИДКОСТИ

Шелухин В.В.
Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск
shelukhin@list.ru

Теория вязкопластической жидкости Бингама обобщается на случай учета микровращений и микроинерции с привлечением понятия континуума Коссера. Напряженное состояние характеризуется как несимметричным тензором Коши, так и тензором моментных напряжений. Поэтому такая жидкость обладает двумя предельными напряжениями, которые определяют условия появления сдвиговых деформаций и неоднородности микровращений. Получены результаты, которые показывают особенности течений буровых растворов, крови животных, жидкости гидроразрыва пласта с проппантом и других гранулированных жидкостей.

ФИГУРЫ ХЛАДНИ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН, ПЛАВАЮЩИХ НА МЕЛКОЙ ВОДЕ

Шемелина В.О., Сухинин С.В.
Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск
v.kulakova@outlook.com

В рамках линейной теории длинных волн на мелкой воде проведены исследования собственных и квазисобственных (частот рассеяния, полюсов резольвенты) изгибно-гравитационных колебаний круглой плавающей на поверхности жидкости пластины в бассейнах с осевой симметрией. Проведены сравнения собственных частот ограниченного бассейна и квазисобственных частот неограниченного бассейна, изучено влияние геометрических размеров бассейна и формы дна на частоты и фигуры Хладни. Получена форма собственных и квазисобственных изгибно-гравитационных колебаний для первых мод.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ КОНТАКТЕ ВОДЫ И ГАЗА

Шепелькевич О.А., Ялаев А.В.

Бирский филиал Башкирского государственного университета

oleg_rtl@mail.ru

Предложена концепция и соответствующее теоретическое построение для описания начального этапа формирования твердого гидратного слоя на границе контакта воды и гидратообразующего газа. Согласно представленной модели, этот этап (в дальнейшем будем его называть периодом индукции), сопровождается растворением газа в воде, а также формированием и ростом гидрата в объемной зоне на примесных частицах вблизи границы контакта.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Шершнёв А.А.¹, Кудрявцев А.Н.², Кашковский А.В.²

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет¹

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН²,

г. Новосибирск

antony@itam.nsc.ru

Разработана параллельная вычислительная программа для моделирования высокоскоростных течений сжимаемого газа на гибридных суперкомпьютерах, основанная на решении полных уравнений Навье–Стокса на криволинейных расчетных сетках с помощью современных схем сквозного счета. Проведено сравнение с обычной версией расчетного кода, измерена эффективность параллелизации. Работа выполнена в Новосибирском государственном университете при поддержке гранта Правительства РФ (Договор № 14.Z50.31.0019) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых.

О ФОКУСИРОВКЕ СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В ГАЗЕ

Шестаковская Е.С.

Южно-Уральский государственный (национальный исследовательский) университет,

г. Челябинск

leshest@list.ru

Граница сферической ёмкости с холодным идеальным газом в начальный момент времени начинает двигаться с отрицательной конечной скоростью. В результате распада произвольного разрыва в газ станет распространяться ударная волна. Заданная траектория ударной волны определяет структуру течения газа между её фронтом и границей. В рассмотренной постановке существенную роль играет граница газа, которая не рассматривалась в ранее известных решениях задачи о схождении ударной волны к центру симметрии и её отражении от центра.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗИНОКОРДНЫХ СЛОЕВ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ПРИ СИЛЬНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

Шешенин С.В., Козлов М.В., Скопцов К.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

sheshenin@mech.math.msu.su

Представлены 3D модели резинокордного слоя при малых и больших деформациях. В первом случае слой описывается соотношениями моментной теории. Адекватность модели обосновывается использованием асимптотического метода и экспериментально. Также построена модель для случая больших деформаций в рамках нелинейной упругости. В последнем случае разработана методика определения материальных параметров с использованием численных и обычных экспериментов. Предложен и реализован численный алгоритм решения нелинейных краевых задач на базе МКЭ и создана собственная программная реализация. На ее основе создано численное моделирование шин при сильном деформировании с учетом прогрессирующего разрушения. Работа поддержана грантами РФФИ № 13-01-00688, 15-01-05887, CRDF GAP 1582, 30017.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РАЗРУШЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Шилова А.И.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

cem.shilova@gmail.com

Изучена кинетика разрушения композиционных материалов на основе анализа сигналов акустической эмиссии (АЭ). В рамках исследования проведены механические испытания на растяжение и сжатие плоских образцов, изготовленных из углеродного композиционного материала с различной технологической обработкой тканого наполнителя. В процессе испытаний велась непрерывная запись сигналов акустической эмиссии. По полученным данным строились графики зависимости параметров АЭ (пиковая амплитуда, энергетический параметр) от перемещений. На основании анализа распределений параметров выделялись основные механизмы разрушения композитов в зависимости от обработки используемого наполнителя.

ВИХРЕВОЙ МЕХАНИЗМ УСКОРЕНИЯ ТРЕЩИН ПРОДОЛЬНОГО СДВИГА ДО СКОРОСТЕЙ, БЛИЗКИХ К СКОРОСТИ ПРОДОЛЬНОЙ УПРУГОЙ ВОЛНЫ В МАТЕРИАЛЕ

Шилько Е.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

shilko@ispms.tsc.ru

Представлены результаты численного изучения некоторых фундаментальных закономерностей динамического распространения трещин продольного сдвига. Показано, что физическим механизмом известного явления ускорения трещин сдвига до скоростей, близких к скорости продольной упругой волны в среде, является формирование вблизи вершины динамически растущей трещины коллективного упругого вихревого движения (упругого вихря) и достижение критической величины сдвиговых напряжений в его центральной области. Эмпирически получена зависимость критерия, определяющего возможность ускорения трещины продольного сдвига, от геометрических параметров исходной трещины и механических свойств среды.

ПОСТУПАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ИСЗ В СТАЦИОНАРНОМ ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ХИЛЛА

Шинибаев М.Д.¹, Беков А.А.¹, Рахимжанов Б.Н.²

АО «Национальный центр космических исследований и технологий»¹, г. Алматы, Казахстан

Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова², г. Кокшетау, Казахстан

bekov@mail.ru

Рассматривается поступательно-вращательное движение ИСЗ в стационарном поле тяготения Хилла. Получены полярные координаты центра масс ИСЗ в поле тяготения Хилла для рассмотренных типов движения. Исследовано вращательное движение ИСЗ относительно центра масс в поле тяготения Хилла. Найденные решения не содержат вековых членов, углы Эйлера получены как явные функции времени и представлены в виде первых членов рядов по степеням малых модулей эллиптических интегралов первого рода.

УПРАВЛЕНИЕ ГИПЕРЗВУКОВЫМИ ПОГРАНИЧНЫМИ СЛОЯМИ

Шиплюк А.Н.

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

г. Новосибирск

shiplyuk@itam.nsc.ru

Исследована возможность управления гиперзвуковыми слоями с помощью пассивных пористых покрытий. Эксперименты проводились на остром конусе с полууглом при вершине 7° при числе Маха набегающего потока $M_\infty = 5,8$ и малых углах атаки. Половина поверхности модели вдоль образующей покрыта пористым материалом, вторая половина представляет собой сплошную поверхность. В качестве пассивного пористого покрытия использовалось три слоя нейлоновой сетки с пористостью 44%. Обнаружено, что пассивное пористое покрытие может как уменьшить, так и увеличить амплитуду второй моды. Найденны значения протяженности, соответствующие максимальной эффективности пассивного пористого покрытия и значения протяженности, при которых амплитуда второй моды увеличивается. Обнаружено, что частота максимума амплитуды второй моды на пористой поверхности до 20% меньше чем сплошной. Показано, что в зависимости от положения участок с пористым покрытием может как стабилизировать, так и дестабилизировать вторую моду возмущений. Сравнение результатов эксперимента с расчетом показало, что установка пористого покрытия в области неустойчивости второй моды приводит к её стабилизации, а установка пористого покрытия в области, где второй моды нет, приводит к её дестабилизации. Экспериментальные исследования при малых углах атаки показали, что вторая мода остается доминирующей неустойчивостью в гиперзвуковом пограничном слое и эффективно стабилизируется пассивным пористым покрытием.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ПЕРЕЛЕТА НА ОРБИТЫ ВОКРУГ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЯ–ЛУНА С ПОМОЩЬЮ РЕЗОНАНСНЫХ СБЛИЖЕНИЙ

Широбоков М.Г., Трофимов С.П.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва

shmaxg@gmail.com

Разработана методика проектирования траекторий с околоземных орбит на (квази)периодические орбиты вокруг точки либрации L1 системы Земля–Луна. Для повышения высоты околоземной орбиты предполагается использование двигателей малой тяги и резонансных сближений, когда возмущение Луны с каждым оборотом космического аппарата вокруг Земли поднимает перигей его орбиты. В некоторый момент времени космический аппарат попадает на устойчивое многообразие, связанное с номинальной (квази)периодической орбиты вокруг точки L1. Варьирование элементов исходной околоземной орбиты позволяет найти их оптимальные значения и наилучшую дату старта. С помощью метода параллельной пристрелки полученная траектория адаптируется к эфемеридной модели движения тел Солнечной системы. Работа поддержана грантом РФ №14-11-00621.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ТИТАНАТА БАРИЯ

Широков В.Б.¹, Шаховой Р.А.², Юзюк Ю.И.²

Южный научный центр РАН¹, г. Краснодар

Южный федеральный университет², г. Ростов-на-Дону

shirokov-vb@rambler.ru

Исследовано влияние внешнего электрического поля на поведение материальных постоянных тонких пленок титаната бария. Материальные постоянные вычислены из уравнений пьезоэффекта, полученных в результате линеаризации нелинейных уравнений состояния феноменологической теории для титаната бария. Вычисления выполнены для вынужденной деформации -4×10^{-3} пленки титаната бария, расположенной на кубической подложке ориентации (001), в полях до 5×10^7 В/м, приложенных вдоль направления [100] в плоскости пленки.

УСТОЙЧИВЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ЗАРЯЖЕННОЙ КАПЛИ В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Ширяев А.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

aashiryaev@list.ru

Исследуется влияние наличия заряда на капле на устойчивость её поверхности в неоднородных электростатических полях. В качестве модели используется сферическая капля идеальной, идеально проводящей жидкости радиуса R с зарядом Q , помещённая в электростатическое поле. Рассчитаны равновесные формы капель в неоднородных электростатических полях – поле точечного заряда и поле точечного диполя. Показано, что с увеличением заряда на капле собственные частоты осцилляций снижаются, ослабляется устойчивость поверхности капли. Обнаружено также, что в более неоднородном поле (точечного диполя) возбуждается большее число связанных мод осцилляций. Осцилляции всего спектра ближайших мод становятся неустойчивыми одновременно с изначальной возбуждённой.

ОБРАТНЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ ПОПЕРЕЧНЫХ ТРЕЩИН

Шифрин Е.И.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

shifrin@ipmnet.ru

Рассматривается задача идентификации конечного числа поперечных трещин в упругом стержне по спектральным данным. Трещины моделируются пружинами, работающими на растяжение-сжатие. Податливости пружин отвечают размерам трещин. Доказано, что количество пружин, их положения и податливости однозначно определяются по двум спектрам, соответствующим продольным колебаниям с условиями на концах: свободный-свободный и закрепленный-свободный. Показано, что в случае, когда трещины малы и известен лишь один спектр, несмотря на то, что однозначно решить обратную задачу оказывается невозможно, но удастся эффективно оценить количество трещин, их положения и размеры. Рассмотрены численные примеры.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИФУРКАЦИЙ ПОВЕДЕНИЯ ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПЛАСТИНЫ В НЕСТАЦИОНАРНОМ ПОТОКЕ ГАЗА

Шишаева А.С.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

anastasiashishaeva@rambler.ru

Проводится численное исследование бифуркаций, возникающих при переходе от одного вида неустойчивости к другому при обтекании деформируемой пластины нестационарным потоком газа. Исследуются развитие колебаний пластины и адаптация амплитуды предельного цикла при изменении скорости потока, определяются точки бифуркации системы.

УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН НА ПОТОКЕ С ПОСТОЯННОЙ ЗАВИХРЕННОСТЬЮ

Шишина М.И.

Нижегородский государственный (национальный исследовательский) университет

им. Н.И. Лобачевского

java-jsp@yandex.ru

Рассматриваются волны на глубокой воде с постоянной завихренностью в области, ограниченной свободной поверхностью и бесконечно глубоким плоским дном. С помощью конформных переменных и техники конформных преобразований получена система точных интегро-дифференциальных уравнений, разрешенная относительно производных по времени, и эквивалентная ей система уравнений в переменных Дьяченко. Получено уравнение для профиля стационарных волн на потоке с постоянной завихренностью.

АППРОКСИМАЦИОННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ПРИ ВЗРЫВЕ ЗАРЯДОВ ТНТ МАССОЙ 0.075–5 КГ

Шишкин В.Н., Михайлин А.И.

НПО Специальных материалов, г. Санкт-Петербург

v.shishkin@mail.ru

Показано, что существующие эмпирические и полуэмпирические зависимости избыточного давления от расстояния до центра взрыва ВВ не в полной мере описывают изменения давления в ближней зоне взрыва. Предложена эмпирическая зависимость избыточного давления от расстояния, основанная на аппроксимации экспериментально полученных данных в полигонных условиях и показано, что предложенная зависимость, более точно описывает избыточное давление ударной волны в ближней зоне взрыва.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ГАЗОВОЙ КАВЕРНЫ В ГИДРОЛИНИИ

Шкапов П.М.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

spm@bmstu.ru

Искусственная газовая каверна, в случае замыкания ее на расположенном ниже по потоку местном гидросопротивлении, является самовозбуждающимся источником возмущений в связанной колебательной системе каверна–трубопровод. В предельном случае колебания рассматриваемой системы переходят в релаксационный режим в виде последовательных гидроударов с периодическим изменением средней осевой скорости потока жидкости в подводящем трубопроводе вплоть до изменения её направления. Важную роль в механизме автоколебаний в рассматриваемой системе играют волны на границе раздела фаз между жидкостью и газом на поверхности искусственной каверны.

КОНВЕКТИВНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ

Шмерлин Б.Я., Шмерлин М.Б.

Институт экспериментальной метеорологии Научно-производственного объединения

«Тайфун», г. Обнинск

shmerlin@rpatyphoon.ru

В постановке, максимально приближенной к постановке классической задачи Рэлея, рассмотрена задача о конвективной неустойчивости насыщенного водяным паром слоя атмосферы, содержащего конечную по горизонтали область, заполненную облачной средой. Конвективные движения в облачной среде и во влажном насыщенном воздухе сопровождаются выделением (поглощением) скрытой теплоты конденсации. Построены экспоненциально растущие со временем локализованные решения задачи. Они могут соответствовать формированию облачных кластеров как с восходящими, так и с нисходящими движениями в центре, а также формированию смерчей и «глаза бури» в тропических циклонах.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ ТЕЧЕНИЙ С КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ РЕЛАКСАЦИЕЙ И ДИССОЦИАЦИЕЙ В РАМКАХ МОДЕЛИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

Шоев Г.В.¹, Кустова Е.В.², Облапенко Г.², Бондарь Е.А.¹

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН¹,
г. Новосибирск*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет²

shoev@itam.nsc.ru

Обсуждаются вопросы численного моделирования сверхзвуковых и гиперзвуковых течений газа с учетом термохимической неравновесности в рамках модели сплошной среды (двухтемпературное приближение). Проводится сравнительный анализ численных результатов с использованием различных моделей для описания диссоциации двухатомных молекул азота и кислорода в бинарных газовых смесях. Результаты численного моделирования сравниваются с доступными экспериментальными данными. Работа выполнена при поддержке Правительства РФ (Договор № 14.Z50.31.0019).

МОДУЛЯЦИЯ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ВСЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКИ

Шомина О.В., Ермаков С.А., Капустин И.А.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

seamka@yandex.ru

Цель работы – исследование формы профиля скорости ветра, а также связи характеристик этого профиля с характеристиками волнения на поверхности воды в условиях нестационарной подстилающей поверхности. Измерение характеристик ветрового потока и поверхностного волнения проводились в кольцевом ветроволновом бассейне ИПФ РАН.

СИНГУЛЯРНОСТЬ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ В НИЗКО- И ВЫСОКОМОДУЛЬНЫХ ПОКРЫТИЯХ

Шоркин В.С.¹, Долгов Н.А.², Бесов А.В.³, Смирнов И.В.⁴

Государственный университет-учебно-научно-производственный комплекс¹, г. Орел

Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины², г. Киев

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины³, г. Киев

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»⁴

VShorkin@yandex.ru

Исследована сингулярность полей напряжений в образцах с покрытиями до и после отслоения. Низкомодульные покрытия при малых углах свободного края имеют только один действительный корень. У высокомодульных покрытий сингулярность полей напряжений имеет более сложный характер. Для таких покрытий при углах свободного края около 50° характерно наличие второго действительного корня, который соизмерим по порядку величины с первым действительным корнем. Эти корни соответствуют сильной и слабой сингулярностям. Сделан вывод, что сингулярность полей напряжений необходимо учитывать при расчете напряженного состояния в образцах с покрытиями.

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКОЛОЛУННОЙ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ

Шпекин М.И., Мухаметшин Ч.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

MichaelS1@yandex.ru

Рассмотрена задача определения параметров селеноцентрической орбиты, когда положения объекта на орбите находятся из фотограмметрического решения. На примере движения космического корабля «Зонд-8» показаны возможности использования свойств орбитального движения при создании селеноцентрической системы координат, а также при исследовании рельефа в районе моря Восточного на Луне. Полученный опыт используется в настоящее время для построения единой системы лунных координат на основе фотограмметрии снимков «Зондов» и кораблей «Аполлон».

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАНОРЕЗОНАТОРОВ

Штукин Л.В.¹, Беринский И.Е.¹, Индейцев Д.А.², Морозов Н.Ф.³, Скубов Д.Ю.¹

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого¹

Институт проблем машиноведения РАН², г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный университет³

lvtvsh4749@gmail.com

Основной целью исследования является построение достаточно простых электромеханических моделей нанорезонаторов – детекторов массы. Предложены принципиально новые схемы – дифференциальный резонатор и резонатор с параметрическим возбуждением. Учет нелинейных свойств, обусловленных физическими свойствами нанорезонаторов, приводит к появлению характерных срывов на резонансной кривой. В дифференциальном резонаторе возбуждаются колебания типа биений, при этом малым изменениям массы основного слоя соответствует значительное изменение частоты огибающей. В параметрическом резонаторе ширина резонансной зоны делается более узкой при уменьшении добротности.

ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОРСИОНА ВТУЛКИ БЕСШАРНИРНОГО НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА В ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ

Шувалов В.А.¹, Митряйкин В.И.²

ОАО «Казанский вертолетный завод»¹

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ)

им. А.Н. Туполева²

va-shuvalov@mail.ru

Дается постановка задачи исследования НДС многослойного торсиона втулки несущего винта вертолета в геометрически нелинейной постановке на основе МКЭ. Приводятся результаты расчета НДС. Отмечается совпадение результатов расчета с экспериментальными.

О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОРБИТАХ ЧАСТИЦЫ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЯ–ЛУНА–СОЛНЦЕ

Шувалова А.И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

a.shuvalova@yahoo.com

Рассмотрена пространственная задача о движении частицы под действием гравитационных сил системы Земля–Луна–Солнце. Введены малые параметры: эллиптичность орбит Луны и Земли, барицентра Земли–Луны; наклон орбиты Луны к плоскости эклиптики. Проведена оценка влияния малых параметров на возмущение частицы. Смоделирована траектория частицы в окрестности периодического решения плоской круговой задачи для различных значений малых параметров.

ДИНАМИКА ДВУХ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРАЦИЙ

Шувалова Д.А.

*Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
лаборатория вибрационной гидромеханики*

shuvalovada@gmail.com

Экспериментально исследуется влияние поперечных вибраций на поведение центрифугированной границы раздела несмешивающихся жидкостей разной плотности при вращении в горизонтальной цилиндрической полости. При вращении системы в гравитационном поле столб внутренней жидкости совершает инерционные круговые колебания, которые генерируют дифференциальное вращение границы раздела. При действии поперечных вибраций колебания возбуждаются резонансным образом и приводят к интенсивному дифференциальному вращению. В случае интенсивного движения (при медленном вращении или в резонансных областях) наблюдается деформация границы раздела, вызванная появлением двумерной азимутальной волны.

ЭЖЕКЦИЯ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ПРОБИВАНИИ ТОНКИХ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭКРАНОВ И МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВОДОЙ

Шумихин Т.А.¹, Мягков Н.Н.¹, Безруков Л.Н.²

Институт прикладной механики РАН¹, г. Москва

Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем², г. Москва

tshumikhin@gmail.com

Высокоскоростное столкновение метеороида или частицы космического мусора с поверхностью космического аппарата (КА) может приводить к выбросу высокоскоростных эжекционных частиц, которые не только представляют опасность для внешнего оборудования КА, но и, как принято считать, являются одним из основных источников мелкодисперсного мусора в околоземном космическом пространстве. Эти два негативных фактора обуславливают интерес к изучению свойств процесса эжекции, генерируемого ударом высокоскоростных тел субсантиметровых размеров. Представлен ряд экспериментов по изучению эжекции, возникающей при высокоскоростном пробивании алюминиевых ударников диаметром 6.35 мм алюминиевых пластин из сплава АМГ6 толщиной 1.45 мм и 3.00 мм при скоростях от 2.0 до 3.0 км/с. Для регистрации и улавливания частиц эжекции использовались алюминиевые пластины-свидетели и низкоплотные улавливатели из пенополистирола. Также были выполнены эксперименты со скоростной съёмкой процесса эжекции при ударе капли воды о поверхность воды со скоростью не более 3.4 м/с. Наблюдаемое морфологическое подобие между эжекционными потоками в случаях алюминия и воды позволило использовать результаты скоростной съёмки экспериментов с водой для интерпретации некоторых результатов, полученных в экспериментах с алюминием. По результатам экспериментов были сделаны следующие выводы: 1. Материал в эжекционном выбросе распределён неоднородно, концентрируясь в отдельные струи, которые формируют эжекционный конус (корону); 2. Эжекционная струя распадается на мелкие частицы, пространственное распределение которых задаётся начальной скоростью и направлением выбрасываемого в виде струй вещества; 3. Угол истечения струи относительно ударяемой поверхности в процессе эжекции увеличивается, достигая максимума, когда максимума достигает также и интенсивность струи; 4. В процессе эжекции струи могут попарно сливаться, что приводит к дополнительной локализации в пространстве эжектируемых частиц. Работа частично поддержана грантом МНТЦ 3412.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ПРИ ВЕТРОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С УЧЕТОМ ИНТЕНСИВНОГО ВИХРЕОБРАЗОВАНИЯ

Щеглов Г.А., Ермаков А.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

shcheglov_ga@bmstu.ru

Рассматривается связанная задача аэроупругости, описывающая вызываемые ветровой нагрузкой колебания прототипа стартового комплекса ракеты космического назначения. Разработан оригинальный алгоритм, основанный на использовании метода вихревых элементов для решения уравнений аэродинамики и метода разложения по собственным формам для решения уравнений динамики конструкции. Исследованы различные случаи ветрового воздействия. Показано, что вихреобразование вызывает значительные пульсации аэродинамических нагрузок и колебания, как всей конструкции, так и отдельных участков поверхности. Показаны различия в спектрах ветровых нагрузок для абсолютно жесткой и упругой конструкций.

О МЕХАНИЧЕСКОМ ПОДОБИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ОРБИТАЛЬНОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКОВ

Щербakov В.И.

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

vk114@mail.ru

Рассмотрена механика периодических движений космической тросовой системы – режим либрационных колебаний и режим ротации. В качестве физической модели объекта исследования выбран орбитальный маятник, точка подвеса которого совпадает с «бесконечно тяжелым» КА связки, который совершает движение по невозмущенной круговой орбите. В докладе отмечены характерные особенности механики орбитального маятника, которые проиллюстрированы сравнительным анализом с подобными параметрами периодических движений математического маятника. Приведен графический и количественный анализ временных характеристик периодических движений орбитального маятника.

УПРАВЛЕНИЕ НАНООБЪЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИЛ И СИЛ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Щербаков С.С.¹, Сосновский Л.А.²

Белорусский государственный университет¹, г. Минск, Республика Беларусь

ООО «НПО ТРИБОФАТИКА»², г. Гомель, Республика Беларусь

sherbakovss@mail.ru

Рассматривается численно-аналитический метод управления нанообъектами посредством электромагнитных сил Лоренца и межмолекулярного взаимодействия Ван-Дер-Ваальса. Манипулирование нанообъектом, не обладающим высокими электромагнитными свойствами, осуществляется подведением к нему под действием сил Лоренца заряженного (токопроводящего) посредника микро- или наноразмера, который захватывает объект за счет действия сил Ван-Дер-Ваальса. Последующее перемещение объекта происходит вместе с посредником. Предложено решение модельной задачи о захвате несущим электрический заряд посредником нанообъекта, переносе его в точку доставки под действием электрического поля и сбросе нанообъекта в данной точке.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ СКЛОНОВЫХ ПОТОКОВ

Эглит М.Э.¹, Якубенко А.Е.², Дроздова Ю.А.³

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова¹

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова²

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина³, г. Москва

m.eglit@mail.ru

Проведено математическое моделирование природных склоновых потоков, таких, как снежные лавины или быстрые оползни. Рассмотрены турбулентные потоки с учетом захвата ими материала дна. Движущаяся среда моделируется как неньютоновская жидкость, разные типы неньютоновских жидкостей соответствуют потокам разной природы. Используется трехпараметрическая модель Лушника–Павельева–Якубенко, обобщенная так, чтобы учесть нестационарность потока, сложные реологические свойства, наличие свободной поверхности и массообмен на нижней границе потока. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 13-08-00084, 15-01-00361).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИМ СКВАЖИНАМ

Эмих В.Н.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

emikh@hydro.nsc.ru

Создан комплекс двумерных многопараметрических краевых задач фильтрации нефти к горизонтальным трубчатым или щелевым скважинам в пластах с водоупором неограниченной протяженности при наличии жидкостей с иными физическими свойствами или газа, покоящихся под кровлей пластов или на их подошве. Для каждой задачи с использованием методов конформных отображений построены точные аналитические решения. На их основе разработаны алгоритмы и компьютерные программы расчёта характеристик исследуемых течений с их анализом, впервые выполненным в гидродинамической постановке.

Особое внимание при изучении течений уделяется критическим режимам, возникающим на грани дестабилизации подвижных границ потока с последующим попаданием в скважины посторонних жидкостей. При расчёте таких режимов обозначаются рамки реализации исследуемых течений в моделирующих эти течения краевых задачах и вместе с тем определяются максимально возможные значения дебита скважин. При наличии в потоке двух подвижных границ ключевую роль играет двойной критический режим, подлежащий первоочередному расчёту. С ориентацией на него рассчитывается затем простой критический режим при данной фактической глубине скважины. Фиксация параметров двойного критического режима техническими средствами позволяет определить объёмы приграничных жидкостей, не доступные для непосредственного измерения

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

Юдахин А.Е.¹, Кирсанов Ю.А.²

Казанский государственный энергетический университет¹ Казанский научный центр РАН²

aejudakhin@gmail.com

Аналитически рассмотрен процесс кратковременного переходного термического процесса в твердом теле в соответствии с тремя различными гипотезами: классической теории теплопроводности Фурье, гипотезы Каттанео–Вернотта и модели двухфазного запаздывания. Составлена краевая задача для описания процесса нагрева или охлаждения твердого тела (пластины, цилиндра, шара) после внезапного его погружения в горячую или холодную среду, соответственно. Дано аналитическое решение краевой задачи, учитывающее явление тепловой релаксации и демпфирования температуры. Представлен конкретный расчетный пример для каждой гипотезы, показывающий различия между ними.

ДИНАМИКА РОСТА ГИДРАТНОЙ ЧАСТИЦЫ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ГАЗА

Юмагулова Ю.А.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

ym_julia@mail.ru

Рассмотрена задача о росте гидратной частицы в водном растворе газа, интенсивность которого определяется диффузией газа к

ее поверхности. Получено аналитическое решение, позволяющее определить закон роста в зависимости от концентрации гидратообразующего газа в воде и гидрате, а также значения коэффициента диффузии.

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Юмашев О.Б., Паршина М.С.

Институт прикладной механики РАН, г. Москва

Mari@iam.ras.ru

Модификация поверхности частиц наполнителя является актуальной задачей. Новые области применения заставляют менять подход к получению новых наполнителей. Модификацию поверхности в планетарной шаровой мельнице применяют для белых наполнителей, таких, как порошки минеральных оксидов или синтетических соединений.

СОБСТВЕННЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ГАЗА ОКОЛО ПРЯМОЙ И КОСОЙ ОДНОМЕРНО-ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕТОК ПЛАСТИН

Юрковский В.С., Сухинин С.В.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

yvs2000@gmail.com

Компрессорные решетки, расположенные в газозвдушном тракте реактивного двигателя обладают собственными акустическими колебаниями, которые локализованы в межлопаточных каналах соответствующей решетки. В рамках гипотезы плоских сечений такие колебания описываются колебаниями около бесконечной, одномерно-периодической цепочки пластин. В работе представлены результаты исследований акустических колебаний около прямой и косой одномерно-периодической цепочки пластин в двумерном приближении, получены дисперсионные соотношения, найдена зависимость частот акустических колебаний от угла наклона пластин.

ЛОКАЛЬНОЕ МГД-ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ ГИПЕРЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ ПЛАСТИНЫ

Ядренкин М.А., Фомичев В.П.

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

г. Новосибирск

yadrenkin@itam.nsc.ru

Представлено обобщение результатов экспериментального исследования МГД-взаимодействия при гиперзвуковом обтекании пластины потоком воздуха и локальной ионизации газа на поверхности модели. Для ионизации использованы импульсный и высокочастотный разряды. Показано существенное влияние МГД-взаимодействия на ударно-волновую структуру течения в условиях эксперимента. С использованием параметра гидромагнитного взаимодействия определены характерные режимы МГД-взаимодействия с учетом силового влияния на поток: слабое, умеренное и сильное.

МЕТОД РАСЧЕТА УДАРНЫХ ВОЛН

Якимова М.Н.

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ технической физики

им. Е.И. Забабахина, г. Снежинск

yakimovamn@yandex.ru

При использовании однородных разностных методов для решения задач газовой динамики поверхность сильного разрыва замещается слоем конечной ширины. В этом слое величины непрерывным образом меняются от состояния перед фронтом до состояния за фронтом. Так как на ударной волне энтропия терпит разрыв, то встает вопрос о способе диссипации энергии в ударном слое. Одним из таких способов является метод Куропатенко, который основан на использовании в разностной схеме уравнений, справедливых на сильных разрывах. Метод реализован в различных разностных схемах. В работе приведена одна из разностных схем и указаны ее основные свойства. Работа выполнена под руководством В.Ф. Куропатенко.

АКУСТИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ АДИАБАТИЧЕСКИХ И ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Яковенко А.В., Губайдуллин А.А.

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича

СО РАН, г. Тюмень

annyakovenko@yandex.ru

Численно исследовано акустическое течение газа в цилиндрической полости при вибрационном воздействии. Рассмотрены случаи теплоизолированных стенок полости и стенок, поддерживаемых при постоянной температуре. Показано, что акустическое течение в «узких» трубах при частотах вибрации, меньших резонансной, существенно зависит от типа термических граничных условий. Нелинейные эффекты в свою очередь оказывают влияние на скорость акустического течения и его структуру.

Работа выполнена при финансовом содействии Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ РФ (Грант НШ-2669.2014.1).

ДВИЖЕНИЕ С ТРЕНИЕМ КАК РОБАСТНЫЙ И УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРОЦЕСС

Яковенко Г.Н.

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

yakovenkog@gmail.com

Математическая модель движения с трением содержит в качестве характеристики трения коэффициент трения. Как правило, информация о коэффициенте не является полной, поэтому движение с трением есть робастный процесс. Рассмотрен вариант, когда для коэффициента известны минимально возможное и максимально возможное значения (интервальная робастность). Рассмотрен также случай, когда коэффициент изменяется во времени (нестационарная робастность). На примере кёрлинга изучена ситуация, когда коэффициент трения играет роль управляющего параметра. Для математической модели кёрлинга проведён групповой анализ.

ВЛИЯНИЕ ВОЛН СЖАТИЯ НА ПРОЦЕСС УСКОРЕНИЯ ПЛАМЕНИ И ПЕРЕХОД ОТ МЕДЛЕННОГО ГОРЕНИЯ К ДЕТОНАЦИИ В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ

Яковенко И.С., Киверин А.Д.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва

yakovenko.ivan@bk.ru

Методами численного моделирования были исследованы свойства нестационарного пламени, распространяющегося в каналах, заполненных газообразными горючими смесями. На основе модели, описывающей фронт пламени как движущийся источник энергосвечения, было показано, что волны сжатия, излучаемые самим пламенем по мере движения, определяют динамику пламени в канале и эволюцию его структуры. Волны сжатия задают картину потока вблизи фронта пламени и устанавливают поля температуры и давления вблизи него, что в свою очередь определяет особенности эволюции пламени на различных стадиях его распространения.

АСИМПТОТИКА СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ НА СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ У ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ

Яковлева Е.М.

Самарский государственный университет

AdylinaEkaterina@yandex.ru

Проведен анализ напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины в материале со степенным определяющим законом в условиях смешанного нагружения. С помощью метода разложения по собственным функциям найдено напряженно-деформированное состояние вблизи вершины трещины в материале со степенными определяющими уравнениями. Метод разложения по собственным функциям приводит к нелинейной задаче на собственные значения, решение которой получено с помощью метода возмущений, в рамках которого вводится малый параметр, представляющий собой разность между собственным значением, отвечающим нелинейной задаче, и собственным значением, соответствующим невозмущенной линейной задаче.

РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ НЕСЖИМАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОРАМИ

Якубенко Т.А.

НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

yakubta@mail.ru

Рассматриваются упругие материалы, содержащие периодические системы пор. Изучаются процессы с характерным линейным размером, много большим, чем типичный размер пор и расстояние между ними. В этих процессах материал ведет себя как сжимаемый материал, не содержащий пор. Для нахождения эффективных модулей используются методы теории осреднения. Представлены результаты расчетов эффективных модулей для локально несжимаемых пористых материалов различной структуры. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-08023.

НОВАЯ ФОРМА УРАВНЕНИЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Якубович Е.И.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

sevayak@gmail.com

Предлагается система новых уравнений гидродинамики идеальной жидкости, описывающих деформацию бесконечно малого жидкого элемента и его вращение. Описываются свойства полученных уравнений.

МЕХАНИКА «ЛЕЧЕНИЯ» ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Якупов Н.М.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

yzsrr@kfti.knc.ru

Цикл работ на решение проблемы безопасной работы тонкостенных конструкций включает: диагностику и «лечение» конструкций, подверженных коррозии и воздействию физических полей, а также конструкций с локальными дефектами. Разработан экспериментально-теоретический метод определения механических характеристик тонкостенных элементов сложной структуры, а также вариант МКЭ оценки напряженно-деформированного состояния тонкостенных объектов сложной геометрии на базе трехмерных элементов. Выдвинута гипотеза «влияния деформаций на коррозию через изменение магнитных свойств». Разработан способ защиты от коррозии на базе магнитного поля и созданы устройства для снижения напряжений в дефектных областях.

МЕХАНИКА СИСТЕМЫ «ПОДЛОЖКА–ПЛЕНКА»

Якупов С.Н.

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

tamas_86@mail.ru

Разработан в двумерной постановке экспериментально-теоретический метод определения адгезии пленки в системе «подложка–пленка», учитывающий эллипсность основания и высоту подъема образуемого купола. Разработана установка и получены формулы для вычисления механических напряжений отрыва и среза, характеризующие адгезионные свойства рассматриваемой системы. Рассмотрен пример. Метод позволяет повысить точность определения адгезии в системе «подложка–пленка». Разработан эффективный инструмент определения механических характеристик покрытий, отдельно исследованы свойства подложки и пакета «подложка–покрытие». Исследованы полимерные пленки с нанопокрывом из оксида титана.

МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ВЗРЫВОВ ПРИ ВСКИПАНИИ ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТИ

Якуш С.Е.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва

yakush@ipmnet.ru

Предложена модель взрывного вскипания перегретой жидкости (физического взрыва) при разрушении резервуара высокого давления, основанная на предположении о локальном термодинамическом равновесии в системе пар-жидкость в процессе расширения вскипающей двухфазной смеси. Модель реализована численно в осесимметричной постановке. Приведены примеры расчетов, демонстрирующие характеристики типичных взрывов резервуаров высокого давления с углеводородными топливами, включая скорость расширения вскипающего облака и максимальное избыточное давление в возникающих ударных волнах. Проведено сравнение с имеющимися в литературе результатами натурных экспериментов, подтвердившее адекватность предложенной модели. Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 26 «Горение и взрыв».

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

Якушев В.Л.

Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

yakushev@icad.org.ru

Внутриглазное давление (ВГД) является важной характеристикой человеческого здоровья. За его счет обеспечивается стабильная форма глазного яблока и, как следствие, нормальное зрение. Повышение или понижение ВГД приводит к ухудшению зрительной функции глаз. Существуют специальные приборы для измерения ВГД – тонометр Маклакова, пневмотонометры, на основе электронографии. В докладе описывается математическая модель совместного нелинейного деформирования роговицы и склеры при измерении ВГД при различных граничных условиях, рассматривается оптическая схема пневмотонометра, обсуждаются методы интерпретации результатов измерений. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 13-01-00801.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТУПЕНИ КОМПРЕССОРА

Якушев Д.А.¹, Темис Ю.М.², Старцев А.Н.¹

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова¹, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана²

tejoum@ciam.ru

Разработана методика многокритериального оптимального проектирования ступени компрессора авиационного двигателя. Целью проектирования является получение ступени компрессора минимальной массы с максимальным аэродинамическим качеством, удовлетворяющей заданным запасам прочности и конструктивным ограничениям. Аэродинамическая оптимизация заключается в поиске формы лопатки, обеспечивающей оптимальную нагруженность лопатки. Задача конструктивной оптимизации состоит из минимизации массы и отклонения формы лопатки в рабочем положении от расчетной аэродинамической формы с учетом ограничений на уровень напряжений, а также в проектировании диска минимальной массы.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ТЕОРИИ ЖЕСТКИХ В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ ТОНКИХ ТЕЛ В МОМЕНТАХ ОТНОСИТЕЛЬНО СИСТЕМ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПОЛИНОМОВ

Якушев Р.С.¹, Никабадзе М.У.², Улукханан А.Р.²

Казанский (Приволжский) федеральный университет¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

sultanich@rambler.ru

Сформулированы гипотезы о жесткости в поперечном направлении тонких тел с одним малым размером. Из уравнений движения и определяющих соотношений нежестких тонких тел в моментах относительно систем ортогональных полиномов получены соответствующие определяющие соотношения и уравнения движения различных приближений в моментах для жестких в поперечном направлении тонких тел. Сформулированы постановки краевых задач для жестких в поперечном направлении тонких тел. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-01-00848-а, № 14-01-00317-а.

К ВОПРОСУ О ТЕПЛООБМЕНЕ В КИПАЮЩЕЙ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Яновский А.А.¹, Симоновский А.Я.², Холопов В.Л.³

Ставропольский государственный аграрный университет¹

Северо-Кавказский федеральный университет²

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова³

aa.yanovskiy@yandex.ru

Исследовано влияние однородного магнитного поля на процессы теплообмена при кипении магнитной жидкости на горизонтальной поверхности. Показано, что однородное магнитное поле существенно влияет на величину теплового потока, поступающего к кипящей магнитной жидкости. Изучены механизмы, обуславливающие изменение объема и частоты отрыва пузырьков пара, всплывающих в магнитной жидкости. Исследовано влияние магнитного поля на поведение капель магнитной жидкости растущих и всплывающих в немагнитной среде. Теоретически найдена равновесная форма и рассчитан объем капли магнитной жидкости, находящейся на горизонтальной пластине в немагнитной среде при различных значениях напряженности однородного постоянного магнитного поля. Полученные данные обобщены на процессы роста и отрыва пузырьков пара в кипящей магнитной жидкости. Обоснована связь между изменением частоты, объема, площади контакта пузырьков пара с теплообменной поверхностью под воздействием магнитного поля и интенсивностью процесса теплообмена в кипящей магнитной жидкости. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-01-00056.

ЛАБОРАТОРНОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В БИФУРКАЦИИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Янченко А.А.¹, Денисенко Н.С.¹, Тулупов А.А.^{1,2}

Новосибирский государственный университет¹

Международный томографический центр СО РАН², г. Новосибирск

aya.home.nsk@gmail.com

Представлены результаты натурных и численных экспериментов на лабораторной модели бифуркации сонной артерии (СА) с использованием аппарата CompuFlow. Жидкость, заполняющая модель СА по своим свойствам подобна крови. Движение жидкости обеспечивается специальным насосом способным воспроизводить течение аналогичное течению в кровеносном сосуде. Насос позволяет программировать произвольные зависимости расхода от времени, что дает возможность использовать клинические данные о течении в сосудах, полученные во время нейрохирургических операций в ННИИПК им. ак. Е.П. Мешалкина. Измерения проводились на двух аппаратных стендах: при помощи внутрисосудистого датчика Combo Wire (ННИИПК) и томографа Philips с силой поля 1.5 Т (МТЦ СО РАН). Построены графики зависимости скорости и давления от времени, фазовые диаграммы скорость-давление и расход-поток энергии. Эти диаграммы дают важную информацию о динамике течения. Проведены численные расчеты течения.

СВЯЗАННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ярцев Б.А.

ФГУП «Крыловский государственный научный центр», г. Санкт-Петербург

boris_yar@mail.ru

Приведены результаты численного исследования влияния ориентации армирующих волокон на величины собственных частот и коэффициентов механических потерь связанных колебаний симметричного и асимметричного коробчатых стержней. Показано, что в симметричном коробчатом стержне возникает изгибно-крутильно-продольно-сдвиговое взаимодействие, а в асимметричном коробчатом стержне возникают продольно-крутильное и изгибно-изгибное взаимодействия.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЫКОВОЧНОГО МЕХАНИЗМА «ШТЫРЬ–КОНУС» НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СТЫКОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Яскевич А.В.

ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева», г. Королев

Andrey.Yaskevich@rsce.ru

Описана модификация стыковочного механизма системы типа «штырь–конус», которая обеспечивает более низкий уровень контактных интерфейсных нагрузок и более узкий диапазон относительных угловых перемещений стыкующихся объектов. Модификация структуры и параметров стыковочного механизма выполнена с использованием математической модели процесса стыковки.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ КАВИТАЦИИ В ГИДРОСИСТЕМАХ, ДАЛЕКИХ ОТ МЕТАСТАБИЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Яцевич С.В.

Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский НИИ экспериментальной физики,

г. Саров

crowp@inbox.ru

Рассматривается проблема инициирования кавитации в гидросистемах, работающих в условиях, при которых рабочая жидкость далека от фазового перехода. Приводятся соображения, позволяющие свести рассмотрение к модели газожидкостной смеси с малым начальным газосодержанием, определяемым специальным образом. Дается алгоритм численной реализации модели. Приводятся результаты демонстрационного расчета.

ОРГАНИЗАТОРЫ

Российский национальный комитет
по теоретической и прикладной механике



ИММ КазНЦ РАН



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ



Правительство Республики Татарстан



СПОНСОРЫ



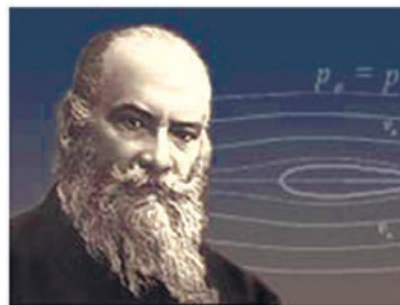
Среди организаторов и участников съезда находится **Центральный Аэрогидродинамический Институт им. проф. Н.Е. Жуковского**. ЦАГИ выступил спонсором съезда, ученые института представили доклады практически по всем разделам теоретической и прикладной механики.

Основатель ЦАГИ — профессор Императорского технического училища и Московского государственного университета Николай Егорович Жуковский — обладал очень глубокими познаниями в высшей математике и инженерных науках. Неудивительно, что вокруг этого человека сплотился коллектив студентов, одержимых идеей практического воздухоплавания. Его теоретические работы в области авиации, практический опыт создания аэродинамических труб в МГУ, ИМТУ и Кучино и проводившиеся в этих лабораториях исследования послужили фундаментом для развития авиационной науки в России.

В 1918 г. студенты и ученики Н.Е. Жуковского сумели убедить своего учителя обратиться к новым властям с предложением о создании в Советской России комплексного научного центра. Инициатива профессора Жуковского была поддержана руководителем Научно-технического отдела Высшего совета народного хозяйства Н.П. Горбуновым, и 1 декабря 1918 г. Центральный аэрогидродинамический институт (сокращенно — ЦАГИ) начал работу. После смерти Н.Е. Жуковского в 1921 г. ЦАГИ возглавил его соратник — С. А. Чаплыгин, видный ученый в области механики, внесший важнейший вклад в формирование научного облика института.

В последующие десятилетия структура ЦАГИ неоднократно менялась, оптимально приспособляясь к спектру решаемых задач и потребностям народного хозяйства, но в неприкосновенности оставалось одно — высочайшая научная школа и дух коллегиальности. Экспериментальная база института позволила в довоенный период проводить исследования по аэродинамике, гидродинамике, динамике полета и прочности летательных аппаратов. В ЦАГИ под руководством А.Н. Туполева в период 1924—1936 гг. были созданы такие этапные для отечественной авиации самолеты, как ТБ-1, ТБ-3 и другие.

Интенсивная работа института, направленная в предвоенные годы, в первую очередь, на прогресс самолетостроения, проходила в тесном сотрудниче-



стве с ОКБ и заводами. Еще в 1925 г. были завершены работы по формированию «Норм прочности самолетов» — важнейшего для развития авиации документа, который впоследствии постоянно совершенствовался по мере эволюции авиационной техники.

Для помощи конструкторам в ЦАГИ в 1937 г. был выпущен первый том «Справочника для конструкторов», в котором были систематизированы требования по аэродинамике самолета. «Гидромеханика гидросамолета» и «Прочность самолета» были изданы II и III томами в 1938–1939 гг. В условиях военного времени в 1943 г. ЦАГИ выпустил фундаментальное издание — «Руководство для конструкторов». Так результаты фундаментальных исследований внедрялись в повседневную работу конструкторов и проектантов, закладывая прочную основу научного подхода к самолетостроению.

Появление в середине 1930-х гг. высокоскоростных самолетов-монопланов потребовало расширения экспериментальной базы института. Площадку для строительства нового комплекса экспериментальных установок выбрали в пойме Москвы-реки неподалеку от дачной платформы Отдых. Первый камень в основание нового ЦАГИ был заложен в 1935 г., а уже через четыре года в строй вступил блок больших труб Т-101 и Т-104. Совершенно новой установкой стала аэродинамическая труба переменного давления Т-106, позволявшая получать большие околосветовые скорости.

Для сотрудников был построен жилой поселок, получивший в духе времени название Стаханов. Вскоре поселок стал городом центрального административного подчинения, который нарекли Жуковским, в честь основателя ЦАГИ. В 30–40-е гг. от ЦАГИ отделились ЦИАМ (1930 г.), ВИАМ (1932 г.), ЛИИ (1941 г.), ОКБ А.Н. Туполева (1936 г.), СибНИА (1946 г.) и ряд других, впоследствии всемирно известных организаций.

В годы Великой Отечественной войны ЦАГИ проводил инновационные исследования, направленные на повышение тактико-технических характеристик советских боевых самолетов, а также осуществлял модернизацию и совершенствование существующего авиационного парка. Естественно, особое внимание уделялось, в первую очередь, практическим запросам в соответствии с единственно правильным в то время лозунгом «Все для фронта, все для победы!» Но не останавливались и фундаментальные исследования, благодаря которым в первые послевоенные годы отечественная авиация совершила революционный скачок в область сверхзвуковых скоростей.

Чтобы не двигаться по этому пути вслепую, потребовалось создать арсенал новых аэродинамических труб и специальных стендов. Внедрению результатов исследований ученых ЦАГИ должны быть благодарны те десятки стран, куда экспортировались советские истребители МиГ-15, МиГ-17, МиГ-21, Су-7Б и др., а также зенитные ракетные комплексы. В конечном счете, тесный союз конструкторов ОКБ и ученых ЦАГИ обеспечил победы в небе Кореи, Северного Вьетнама, а позднее — Ближнего Востока. Аэродинамики и прочнисты ЦАГИ сказали решающее слово при создании всех самолетов — носителей стратегического ядерного оружия: от Ту-16 до Ту-160.

Становление ракетной техники в СССР также не прошло без участия ЦАГИ. Более того, очередное расширение экспериментальной базы института, прошедшее на рубеже 1950–1960-х гг., было направлено как раз на создание новых установок, обеспечивающих



гиперзвуковые скорости потока и моделирующих такие сложнейшие процессы, как аэродинамический нагрев при входе летательного аппарата в атмосферу, распространение ударных волн и многое другое. Была построена целая серия газодинамических установок и аэродинамических труб, рассчитанных на достижение скоростей обтекания в диапазоне чисел $M=8—20$; лаборатории теплопрочностных испытаний и испытаний на выносливость; усовершенствовалась энергетическая база института.

Этапными для института стали исследования аэродинамики и динамики полета самолетов с крылом изменяемой геометрии. Успешно решив проблемы устойчивости и управляемости, прочности и аэроупругости и доказав преимущества подобной компоновки, ЦАГИ дал путевку в жизнь таким многорежимным самолетам, как МиГ-23, Су-24 и Ту-160.

Проведение исследований по этим и другим машинам стимулировало развитие вычислительной базы института и формирование направления численных методов расчетов в газодинамике и прочности.

В конце 1960-х гг. развернулись работы по созданию фронтовых истребителей нового поколения с высокой тяговооруженностью и маневренностью. Исследования вопросов нестационарной аэродинамики, новых компоновок с несущим фюзеляжем и управления вихревой структурой крыла воплотились в самолетах МиГ-29 и Су-27, продемонстрировавших непревзойденные маневренные качества и боевой потенциал.

Важный вклад внесли специалисты ЦАГИ в создание пассажирских и транспортных самолетов нового поколения Ил-96, Ту-204 и Ан-124. Применение сверхкритических профилей позволило улучшить аэродинамические характеристики крыла и, как следствие, повысить экономичность этих самолетов. Решение проблемы флаттера самолетов Ил-96 и Ту-204, напрямую связанное с безопасностью полетов, было найдено в результате совместных исследований ЦАГИ, ЛИИ и ОКБ.

Самой крупномасштабной работой двух последних десятилетий, проведенной с привлечением всех подразделений института, стало создание воздушно-космического самолета «Буран». Достаточно сказать, что для исследования его теплозащиты была построена натурная тепло-прочностная вакуумная камера ТПВК диаметром 14 м и длиной 30 м! Были решены проблемы акустической прочности, построения алгоритмов автоматической системы управления и многое другое. Блестящий летный дебют «Бурана» состоялся за полмесяца до семидесятилетия ЦАГИ.

В 1994 г. указом президента Российской Федерации ЦАГИ получил статус Государственного научного центра. Символично, что документ о регистрации имеет № 1!

В настоящее время в ЦАГИ работают 4500 сотрудников, среди которых 695 научных работников, в том числе семь членов-корреспондентов РАН, 103 доктора наук и 463 кандидата наук.

Научные заслуги коллектива ЦАГИ несомненны, и давно уже имена многих его сотрудников вписаны золотыми буквами в историю мировой авиации. Не менее важным достижением является создание системы научных исследований, позволяющей избегать дублирования и распыления средств. При этом не остается без внимания ни один аспект создания летательных аппаратов. Разумное сочетание объектовых работ с фундаментальными исследованиями сформировало тот задел, благодаря которому и сегодня, в условиях многолетнего кризиса оборонной промышленности, российская авиационная техника вопреки всему сохраняет по ряду направлений ведущие позиции в мире.

За большой вклад в развитие авиационно-космической науки и техники ЦАГИ награжден орденами Трудового Красного Знамени (1926 г.), Красного Знамени (1933 г.), орденом Ленина (1945 г.), Почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР (1968 г.), орденом Октябрьской Революции (1971 г.). В 1998 г. ЦАГИ объявлена благодарность президента Российской Федерации.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова



Отметивший в этом году свое 260-летие, Московский университет является ведущим образовательным и научно-исследовательским учреждением страны, в нем ведется фундаментальная подготовка специалистов по всем направлениям современной науки. Преподавание механики входит в программу механико-математического, вычислительной математики и кибернетики, физического, наук о материалах, фундаментальной физико-химической инженерии, географического и других факультетов. Среди воспитанников Московского университета выдающиеся ученые-механики Н.Е. Жуковский, С.А. Чаплыгин, А.И. Некрасов, М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев, Л.И. Седов, А.А. Ильюшин, А.Ю. Ишлинский, Г.И. Петров, Ю.Н. Работнов, В.В. Струминский, Х.А. Рахматулин, А.А. Космодемьянский, Е.А. Красильщикова, В.М. Панфёров, Н.А. Слёзкин, Л.Н. Сретенский, Г.Г. Черный, Д.Е. Охоцимский, В.П. Мясников, С.С. Григорян и многие другие.

Учебная работа в Московском университете проводится в сочетании с фундаментальными научными исследованиями в институтах и лабораториях университета, в том числе, по всем направлениям механики – общая и прикладная механика, механика жидкости, газа и плазмы, механика деформируемого твердого тела, комплексные и специальные разделы механики. Достижения ученых Московского университета отмечены многими государственными и научными наградами и премиями.

Научно исследовательский институт механики МГУ имени М.В.Ломоносова



Институт организован Постановлением Совета Министров РСФСР от 11 декабря 1959 года № 1936 с целью развертывания научно-исследовательских работ в области механики, направленных на решение важнейших задач современной техники и улучшения подготовки необходимых для народного хозяйства специалистов в области механики.

За время своего существования Институт внес выдающийся вклад в гидро-аэродинамику, механику нестационарных процессов в газообразных и жидких средах, в механику твердого деформируемого тела, в решение проблем общей механики и процессов управления, в биомеханику, механику природных процессов. Было получено значительное количество научных результатов фундаментального характера – формулировка новых механико-математических моделей для описания явлений в средах с осложненными свойствами, в присутствии электрических и магнитных полей, с протеканием химических реакций, при существенном взаимодействии механических, тепловых и разнообразных других физических процессов. Весьма существенным был вклад Института в прикладных областях исследований – результаты Института нашли важнейшие применения в ракетно-космической, авиационной, военно-морской технике и в иных областях оборонного и народно-хозяйственного комплексов. Принципиально новыми явились достижения Института в биомеханике, механике природных процессов, механике многофазных сред. В последние годы, критические для отечественной науки и ее приложений, Институт механики МГУ сохранил высокий научный потенциал и достойно продолжает выполнение своих главных функций. Он по-прежнему готов к творческому участию в научном обеспечении нового прогресса России во всех областях созидательной деятельности и международному сотрудничеству.



ООО «Тарховское» было создано в январе 2008 года. Изначально предприятие входило в состав нефтегазодобывающей компании ОАО «ТНК-ВР». В период образования Общества все месторождения, входящие в его состав, находились на завершающей стадии разработки, извлеченные запасы составляли более 80%. Эксплуатацию месторождений в тот период времени осуществляли путем оказания операторских услуг работники ОАО «Нижевартовское Нефтегазодобывающее Предприятие», принадлежащего ОАО «ТНК-ВР».

Через два года – 1 ноября 2010 года компанию у ОАО «ТНК-ВР» приобрело ООО «ТОТАЛОЙЛ». На базе самого крупного Ершового месторождения и аппарата управления Обществом в г. Нижневартовске в течение первого месяца работы был сформирован собственный штат работников укрупненного нефтепромысла.

В составе Общества разрабатывается шесть месторождений нефти: Сороминское, Северо-Сороминское, Ершовое, Северо-Тарховское, Туль – Еганское, Никольское. Все месторождения расположены на территории Нижневартовского района.

В деятельность Общества входит: добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа; извлечение фракций из нефтяного (попутного) газа, предоставление услуг по бурению, связанному с добычей нефти, газа и газового

конденсата. Также предприятие занимается разведочным бурением, производством общестроительных работ по прокладке местных трубопроводов, линий связи и линий электропередачи, включая взаимосвязанные вспомогательные работы. В сфере деятельности – транспортирование по трубопроводам нефти и нефтепродуктов, геолого – разведочные, геофизические и геохимические работы в области изучения недр.

Извлекаемые запасы по категории АБС1 составляют 7 млн.тонн. В 2014 году добыча составила 305 тыс.тонн. В 2015 году по бизнес-плану добыча достигает 309 тыс.тонн.

Структура Общества сформирована оптимально с точки зрения максимальной рентабельности при минимальных затратах. Многопрофильные специалисты позволяют решать множество вопросов, связанных с организацией процессов для эффективной деятельности Общества. В штате компании более 250 работников. В основном – персонал, обслуживающий объекты Общества, соответствует всем необходимым характеристикам компетенции компании высокого уровня, опыту работы, возрасту. Ведущие сотрудники приглашены из таких компаний, как ЛУКОЙЛ, ТНК-ВР, Газпромнефть, Роснефть, Роснефть.

Основными подрядными организациями, без которых деятельность нашей компании практически невозможна, являются поставляющие энергию предприятия: ООО «Нижевартовскэнерго» и ООО «Черногорэнерго». Важно, что основными источниками потребления электроэнергии являются установки электро-центробежных насосов, позволяющие поднимать необходимый объем жидкости из пласта на поверхность, а поставку и обслуживание данного оборудования осуществляет ООО «АЛМАЗ».

Нашим подрядчиком по оказанию транспортных услуг является ООО «Варьганская транспортная компания – 2», ремонтом скважин – сервисное предприятие ООО «КапРемСервис».



- **Индивидуальная и коллективная бронезащита**
 - **Комплексное бронирование объектов**
 - **Бронированные кабины, двери, окна**
 - **Средства защиты от взрыва**
 - **Противотаранные устройства**
- **Специальное снаряжение и экипировка**
- **Оружие нелетального действия**



НПО
**СПЕЦИАЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

www.npo-sm.ru

**НАША ЦЕЛЬ —
ВАША БЕЗОПАСНОСТЬ!**



БРОНИРОВАНИЕ

Россия, Санкт-Петербург
Тел.: (812) 600-75-54,
600-75-57

**ЗАЩИТА
РАЗРАБОТКА
ПРОИЗВОДСТВО**



www.aeroconf.ciam.ru

24-27 ноября 2015 года

Приглашаем Вас принять участие во Всероссийской научно-технической конференции «АВИАДВИГАТЕЛИ XXI ВЕКА», посвященной 85-летию Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова.

В рамках пленарного заседания и на секциях предполагается обсудить научные проблемы и приоритетные направления развития авиационного и энергетического двигателестроения, разработки новых технологий и материалов, совершенствования уникальной экспериментальной и испытательной инфраструктуры для создания перспективных конкурентоспособных авиационных двигателей.

Направления работы конференции:

Силовые и энергетические установки:

1А - ВРД и энергетические установки;

1Б - Интеграция, формирование облика и оценка эффективности силовых установок ЛА

Лопаточные машины:

2А - Вентиляторы и компрессоры

2Б - Газовые турбины

Теоретическая и прикладная газовая динамика, горение:

3А - Теоретическая и прикладная газовая динамика

3Б - Камеры сгорания авиационных ГТД

3В - Малоэмиссионные камеры сгорания ГТУ

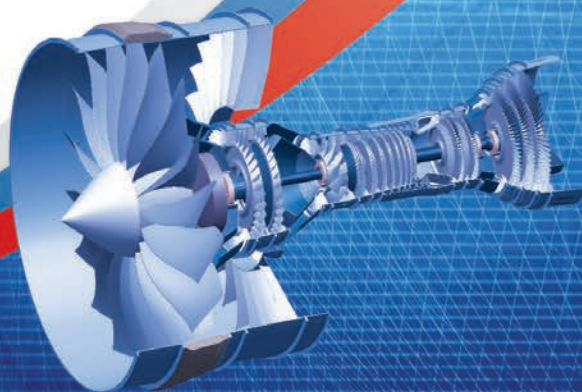
Прочность, надежность, новые конструкционные материалы и технологические процессы;

Методы и средства испытаний и их метрологическое обеспечение;

Системы автоматического управления, диагностики и контроля;

Авиационная химмотология;

Неравновесные физико-химические процессы в газовых потоках и горение.



ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Россия, 111116, Москва, ул. Авиамоторная, д.2.
Тел.: +7 (499) 763 5747, факс: +7(499) 763 6110. E-mail: avim@ciam.ru.

Программные инструменты Intel для решения научно-исследовательских задач

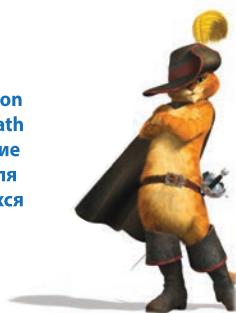
А.В. Авдеев, Д.А. Сивков

Intel Corporation, Software & Services Group

В докладе рассказывается о современных тенденциях разработки высокопроизводительных приложений, дается обзор новейших программных инструментов Intel® Parallel Studio XE 2015 <https://software.intel.com/en-us/intel-parallel-studio-xe>, которые включают оптимизированные компиляторы, математические библиотеки и средства оптимизации и распараллеливания программ. Эти инструменты позволяют разработчикам оптимизировать скорость работы приложений в системах на базе процессоров текущего и будущих поколений, включая новейшие сопроцессоры Intel® Xeon Phi™.

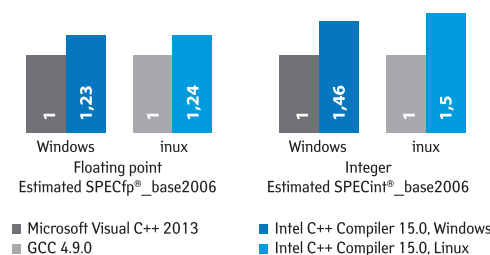


Фильмы студии DreamWorks Animation используют Intel® Math Kernel Library и другие инструменты Intel для создания выдающихся спецэффектов.



Faster C++ Applications on Windows and Linux

Relative compiler performance, SPEC benchmark (higher is better)



В зависимости от решаемых задач, разработчики могут использовать один из трех вариантов программного пакета (Composer, Professional и Cluster Edition), получая возможность с наименьшими усилиями повышать производительность приложений, запускаемых на серверах, вычислительных кластерах, рабочих станциях и настольных ПК.

В докладе приводятся примеры эффективного использования программных инструментов Intel для эффективных параллельных вычислений при решении научно-исследовательских задач.

Корпорация Intel предоставляет возможность бесплатного тестирования программных инструментов на Ознакомительном центре <https://software.intel.com/en-us/articles/try-buy-tools>, реализует программу обучающих вебинаров для разработчиков <https://software.intel.com/en-us/articles/intel-software-tools-technical-webinar-series> и поддерживает ис-

Продуктовая линейка 2015

Intel Parallel Studio XE 2015 Composer Edition	Intel Parallel Studio XE 2015 Professional Edition	Intel Parallel Studio XE 2015 Cluster Edition
Intel C++ Composer Intel Fortran Compiler Intel Threading Building Blocks Intel Integrated Performance Primitives Intel Math Kernel Library Intel Cilk™ Plus Intel OpenMP™	Intel C++ Compiler Intel Fortran Compiler Intel Threading Building Blocks Intel Integrated Performance Primitives Intel Math Kernel Library Intel Cilk™ Plus Intel OpenMP™	Intel C++ Compiler Intel Fortran Compiler Intel Threading Building Blocks Intel Integrated Performance Primitives Intel Math Kernel Library Intel Cilk™ Plus Intel OpenMP™
Компиляторы и библиотеки	Intel Advisor XE Intel Inspector XE Intel VTune™ Amplifier XE Пакет средств для систем с общей памятью	Intel Advisor XE Intel Inspector XE Intel VTune™ Amplifier XE Intel MPI Library Intel Trace Analyzer and Collector Пакет средств для систем с распределенной памятью

пользование программных инструментов в исследовательских и учебных проектах в рамках Академической программы <https://software.intel.com/en-us/academic>.

Планируется выход новейшей версии программного пакета инструментов для разработчиков Intel® Parallel Studio XE 2016.



10X-ускорение программного комплекса FlowVision за счет устранения паразитного замедления программы из-за проблем с памятью с помощью Intel® Inspector, 5X-ускорение решения СЛАУ на 1 ядре и дополнительное 4X-ускорение на 8 ядрах при помощи Intel® Composer XE, Intel® TBB



11X-ускорение при запуске параллельной версии пакета Cardiac (биоинформатика) на 16 ядрах с помощью Intel® Advisor XE



10X-увеличение производительности пакета PIPESIM (reservoir modelling) с использованием Intel® Parallel Studio XE

Истории успеха: <https://software.intel.com/en-us/articles/sdp-case-studies>

**Научно-производственное объединение энергетического машиностроения
(НПО Энергомаш) имени академика Валентина Петровича Глушко,
основанное им в мае 1929 г., сегодня является мировым лидером в области создания
жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).**

Около 60 различных типов ЖРД разработки НПО Энергомаш были сданы в серийное производство и эксплуатировались или продолжают эксплуатироваться в составе межконтинентальных баллистических ракет и космических ракет-носителей. Около 90% всех российских и около 40% всех мировых запусков ракет осуществляется при использовании двигателей НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко.

Практически на всех российских космических ракетах используются двигатели НПО Энергомаш, зарекомендовавшие себя как высокоэффективные и надежные. От запуска первого спутника Земли и полета первого космонавта Ю.А. Гагарина сегодня они работают на большинстве модификаций ракеты «Союз», на ракетах-носителях (РН) «Протон», «Зенит», «Днепр», «Циклон», «Космос», использовались на РН «Энергия», в системе «Буран», а также эксплуатируются в американских РН «Атлас III» и «Атлас V». На ряде стратегических боевых РН также установлены двигатели НПО Энергомаш.

НПО Энергомаш обладает развитой инфраструктурой, включающей все необходимые компоненты технологического цикла создания ЖРД:

- Конструкторское бюро с мощным интеллектуальным и кадровым потенциалом. Конструкторское бюро осуществляет авторский надзор за изготовлением двигателей и инженерное сопровождение их на серийных заводах и при проведении летных испытаний ракет-носителей. Для этих целей конструкторское бюро имеет ряд своих филиалов (в Самаре, Перми, Санкт-Петербурге).
- Завод, оснащенный современным универсальным и специализированным оборудованием. Завод располагает квалифицированными рабочими и специалистами, обеспечивающими разработку технологических процессов, а также изготовление и сборку ракетных двигателей.
- Научно-испытательный центр, обладающий уникальной стендовой базой (более 70 стендов) для всех видов испытаний отдельных агрегатов и ЖРД в целом, в том числе два уникальных стендовых комплекса для огневых испытаний двигателей с тягой до 1000 тс.

ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко» состоит из конструкторского бюро, производства и научно-испытательного комплекса (НИК), ряда вспомогательных функциональных служб, а также филиалов в других городах страны.

НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко

Конструкторское бюро



Производство



Научно-испытательный комплекс



Филиалы предприятия, расположенные в Перми и Самаре, обеспечивают авторский надзор за серийным производством ЖРД разработки НПО Энергомаш и создают новые модификации ЖРД. В Омске группа специалистов НПО Энергомаш осуществляет авторское сопровождение изготовления и кооперационных поставок отдельных элементов двигателей РД-171М, РД-180 и РД-191. В Санкт-Петербурге располагается Петербургский филиал предприятия, где имеется испытательная база для испытаний непрерывных химических лазеров.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Инжиниринговая компания «Фидесис», основанная сотрудниками и выпускниками кафедры «Вычислительная механика» Механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, создала и продвигает два промышленных программных продукта:

Пакет прикладных программ для прочностного инженерного анализа CAE-Fidesys



- совместим на уровне форматов файлов практически со всеми основными мировыми производителями CAD- и PLM-систем;
- интегрирован с основными CAD-вендорами;
- мощный встроенный генератор неструктурированных сеток;
- дружелюбный пользовательский интерфейс (рус./англ.)

Облачный сервис SimStreamlinedForDesign

- анализ деталей и простых сборок;
- решение для конструкторов, технологов и дизайнеров малых и средних предприятий (не требует специальных знаний в области прочностного инженерного анализа);
- Оплачивается только время расчетов, установка не требуется (SaaS)

SimStreamlinedForDesign

Мы предлагаем Вам сотрудничество в рамках ряда направлений

1. Если у Вас есть промышленный модуль для пакета инженерного анализа, то мы предлагаем его интеграцию с «CAE Fidesys» для их совместного продвижения на рынок.
2. Если у Вас есть научный программный продукт (для любого типа инженерного анализа) или Вы работаете над его созданием, то мы готовы оказать содействие в его коммерциализации путем интеграции с пакетом «CAE Fidesys».
3. Если Вы сотрудничаете с промышленными предприятиями, то мы предлагаем вместе с Вами сделать на базе пакета «CAE Fidesys» новый программный продукт – специализированное отраслевое решение и передать его предприятию (отрасли). Научно-методическое руководство остается за Вами и/или представителями предприятия (отрасли).
4. Если Вы развиваете новое направление в инженерном анализе, то мы готовы рассмотреть алгоритмизацию и программную реализацию и при необходимости выступить в качестве «Индустриального партнера». Нам интересно и промышленное использование современных численных методов, например, разрывного метода Галеркина, изогеометрического анализа.
5. Если Вам интересно внести инновационную составляющую в учебный процесс в Вашем ВУЗе, то мы предлагаем создать (развернуть) «Виртуальную лабораторию по курсам прочностного инженерного анализа» как частное облако Вашего ВУЗа. Это позволит преподавателям дистанционно проводить занятия, а студентам использовать при обучении планшеты или даже смартфоны. В этом случае мы можем предложить совместную разработку лабораторных работ.

Указанное частное облако может быть дополнено возможностью использовать пакет «CAE Fidesys» в работе инжинирингового центра Вашего ВУЗа.

Кроме того, при приобретении ВУЗом одной коммерческой лицензии, мы готовы поставить до 5 учебных лицензий в промышленной комплектации. При этом мы предлагаем создание совместных с Вашим ВУЗом центров обучения для промышленных пользователей «CAE Fidesys».

ДОПОЛНИТЕЛЬНО СООБЩАЕМ, ЧТО В РАМКАХ ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ № 457 ОТ 11 МАЯ 2015 Г. ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (ДО 250 РАБОТНИКОВ, ВЫРУЧКА ДО 1 МЛРД. РУБ.) МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РФ СУБСИДИРУЕТ ПОКУПАТЕЛЮ 75% СТОИМОСТИ ЛИЦЕНЗИЙ «CAE FIDESYS»
ДАННОЕ ПОСТАНОВЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЕТ В ТЕЧЕНИЕ 2015Г.

**XI Всероссийский съезд
по фундаментальным проблемам
теоретической и прикладной механики**

Аннотации докладов

Ответственные редакторы:

Д.А. Губайдуллин, А.М. Елизаров, Е.К. Липачёв

Составители:

Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров

ISBN 978-5-9690-0257-9



Подписано в печать 13.08.2015 г.

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура «TimesNewRoman».

Усл. печ. л. 37,2. Тираж 1300. Заказ 13/8.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18

Издательство Академии наук Республики Татарстан
420111, РТ, г. Казань, ул. Баумана, 20

Отпечатано в ООО «АРМАНД»
420126, г. Казань ул. Лаврентьева, д. 3