

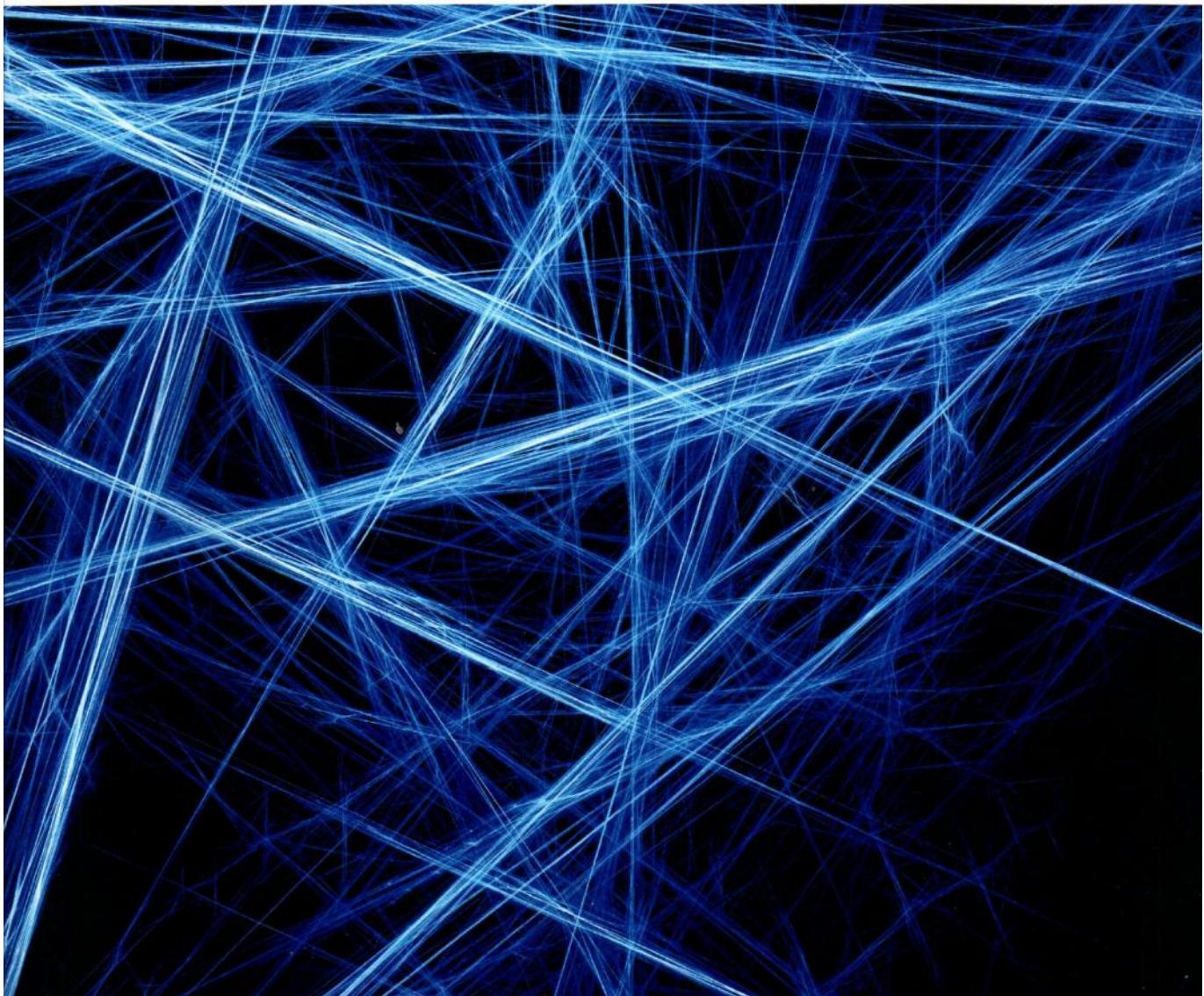
ISSN 1682-1696



ВЕСТНИК

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



ИЗДАНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

2011
Том 11
№ 2



ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАУК
ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ
ЖУРНАЛ
ИЗДАЕТСЯ С 2001 г.
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор –
Зуев В.А.

Заместитель главного редактора –
Горбачев В.В.

Ответственный секретарь –
Маринина М.В.

Алексеев А.С.
Аренс В.Ж.
Власкина Г.Я.
Глазко В.И.
Грибов Л.А.
Заварзин Г.А.
Золотарев В.А.
Иваницкая Л.В.
Каспаров А.А.
Магомедов Ш.М.
Панин А.Н.
Смирнов А.И.
Утятышев И.Р.
Черешкин Д.С.
Шахвердиев А.Х.
Якушина О.А.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель –
Кузнецов О.Л.

Бурак П.И.
Гейхман И.Л.
Капица С.П.
Козловский Е.А.
Лагуткин А.В.
Мелуя А.И.
Никитин А.Н.
Новиков В.С.
Пирумов В.С.
Рахманин Ю.А.
Сенчагов В.К.
Степашин С.В.
Тыминский В.Г.
Фурсей Г.Н.
Чилингар Дж. (США)
Шевченко Ю.Л.

Зав. редакцией – П.А. Алексеев

Журнал зарегистрирован в Министерстве
по делам печати, телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций РФ.

Рег. свид. ПИ № 77-11708

Все права защищены. Никакая часть этого издания
не может быть reproduced в какой-либо форме
без письменного разрешения издателя.
Редакция несет ответственность за содержание
рекламных материалов.
© РАН 2011 г.

АДРЕС РЕДАКЦИИ
117105, Москва, Варшавское ш., 8
тел./факс (495) 954-7305

Тираж 1000 экз. Отпечатано в ООО «Момент»
г. Химки, ул. Библиотечная, 11

СОДЕРЖАНИЕ

К 150-ЛЕТИЮ В.И. ВЕРНАДСКОГО (1863–2013)

Статьи рубрики представлены на конференциях, организатором которых была РАН

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ И ГЛОБАЛИСТИКА

(Статья была представлена на Втором международном конгрессе
«ГЛОБАЛИСТИКА-2011», Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, 18–22 мая 2011 г.)

Л.В. Иваницкая, В.И. Глазко 3

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИДЕЙ В.И. ВЕРНАДСКОГО И Л.Н. ГУМИЛЕВА

ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭВОЛЮЦИИ СОЦИОСФЕРЫ

(Статья была представлена на Международной конференции «Вернадские чтения»
г. Дубна, 2 июня 2011 г.)

М.П. Карпенко 16

ТЕХНОЛОГИИ

СИСТЕМА «GLVIEW» ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛИРУЮЩИХ

КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

М.В. Михайлук, М.А. Торгашев 20

ТЕОРИЯ ШТАМПОВКИ ОРТОТРОПНЫХ

АНИЗОТРОПНО-УПРОЧНЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

С.С. Яковлев, Ю.Г. Нечепуренко 29

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОСАХАРИДОВ

ПЕКТИНА С ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

С.Н. Бутова, С.Ю. Солдатова 32

АНАЛИЗ, РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ

ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Е.Н. Чумаченко 35

ПЕТРОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Н.А. Гнатусь 41

ЭКОЛОГИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ

ПОСЛЕДСТВИЙ ИСТОЩЕНИЯ ОЗОНА СТРАТОСФЕРЫ

К.В. Манин, Г.В. Козьмин 48

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ

НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ

Н.В. Разумова, В.П. Спиридонов, А.А. Таранов 52

СОЦИОЛОГИЯ

САМОИДЕНТИФИКАЦИЯ РОССИЯН В КОНТЕКСТЕ

ГЛОБАЛЬНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

О.Б. Сладкова 60

ЭКОНОМИКА

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА РОССИИ:

ИМПЕРАТИВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В.П. Делия, Н.Н. Лукьянчиков 63

МЕДИЦИНА

ДЕФОРМИРУЮЩАЯ БОЛЕЗНЬ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО

АППАРАТА КАК НЕЙРО-ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

А.П. Ефимов 69

ИССЛЕДОВАНИЕ УЧАСТИЯ КЛЕТОК КУПФФЕРА

В ТКАНЕСПЕЦИФИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

МЕТАБОЛИЗМА ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В МИТОХОНДРИЯХ ГЕПАТОЦИТОВ

Г.М. Элбакидзе, А.Г. Элбакидзе, А.Г. Меденецев 75

ФИЛОЛОГИЯ

РУССКИЙ ЯЗЫК В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛИЗОВАННОГО

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Н.В. Юдина 80

ДИСКУССИЯ

ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОЙ ЮВЕЛИРНОЙ ОТРАСЛИ

С.И. Галанин, С.А. Шорохов 85

ИСТОРИЯ НАУКИ

ШАГ В КОСМОС, ШАГ В ВЕЧНОСТЬ. ЭПОХА СЕРГЕЯ ПАВЛОВИЧА КОРОЛЕВА

В.И. Глазко 90

ХРОНИКА

98

АНАЛИЗ, РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Е.Н. Чумаченко

Московский государственный институт электроники и математики

THE ANALYSIS, WORKING OUT AND OPTIMISATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES, SYSTEMS AND PROCESSES

E.N. Chumachenko

В статье обсуждаются некоторые результаты деятельности сотрудников научно-технологического направления РАН по направлению анализа инновационных технологий, систем и процессов. Представлены исследования в области сверхпластичности, переработки отходов, металлургии, биотехнологий и зубопротезирования, авиакосмических технологий.

Ключевые слова: сверхпластичность, металлургия, математическое моделирование, анализ и прогноз, биотехнологии, зубопротезирование, небесные тела, космос, инновационные технологии.

В настоящее время информационные технологии (ИТ) по праву занимают одно из главных мест в жизнедеятельности человека. С их помощью произошли действительно революционные изменения. Это, прежде всего, лавинообразное развитие коммуникационных систем, предоставляющих уникальные возможности общения и доступа к самой разнообразной научной и популярной информации. Взаимное влияние и сотрудничество специалистов ИТ и разработчиков электронных систем привело к созданию суперкомпьютеров с практически неограниченными возможностями памяти и со все увеличивающимся быстродействием.

Все это, в первую очередь, вдохнуло новую жизнь в знаковое направление деятельности человека – знание и прогноз. Люди всегда стремились проанализировать и предсказать явления окружающего их мира. Во многом именно благодаря способности делать достаточно правильные прогнозы, человек стал «царем» природы. По прошествии времени, научившись создавать материальные ценности, человечество стало перед проблемой построения прогнозов поведения своих «рукотворных» изделий, технологий, систем и процессов.

С целью содействия реализации интеллектуального потенциала российских ученых в разработке новых подходов к решению научноемких технологических проблем, широкого использования информационных технологий, приемов математического и компьютерного моделирования для решения задач проектирования, планирования, оптимизации, энергосбережения и промышленного освоения инновационных технологий, систем и процессов, в рамках научно-технологического направления РАН

In article some reached results of activity of employees of a scientifically-technological direction of the Russian Academy of Natural Sciences on branch of the analysis of innovative technologies, systems and processes are discussed. Researches in the field of superplasticity, processing of a waste, metallurgy, biotechnologies and prosthetic dentistry, aerospace technologies are presented.

Keywords: superplasticity, metallurgy, mathematical modelling, the analysis and the forecast, biotechnologies, prosthetic dentistry, heavenly bodies, space, innovative technologies.

было создано отделение «Анализа инновационных технологий, систем и процессов».

Некоторым итогам деятельности и направлениям исследований этого отделения, связанных с анализом и разработкой перспективных научноемких энергосберегающих технологий, посвящена эта статья.

ФОРМОИЗМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ

Известно, что реализация состояния сверхпластичности при деформировании материалов значительно усложняет и удорожает технологию их обработки, в связи с необходимостью подготовки ультрамелкозернистой структуры исходных заготовок и регламентации температурно-скоростного режима сверхпластической деформации. Это требует создания дорогостоящих изотермических блоков, реконструкции привода гидравлических прессов, оснащения штамповочных агрегатов устройствами для автоматического контроля и регулирования температуры штампов и скорости деформирования.

Тем не менее, технико-экономический анализ свидетельствует о перспективности процессов обработки материалов давлением в состоянии сверхпластичности [12, 15]; выявлены отрасли производства, в которых эти процессы характеризуются высокой эффективностью, обеспечивают повышение качества и снижение себестоимости продукции, экономию металла, энергии и рабочей силы, более эффективное использование основного оборудования, повышение производительности, улучшение условий труда. Хороших результатов, как показывает опыт, достигают при использовании сверхпластичности в процессах обработки давлением малопластичных и

труднодеформируемых материалов, при получении деталей особо сложных форм с минимальными притусками на механическую обработку или без них, при штамповке крупногабаритных деталей, возможность получения которых обычно лимитируется номинальным усилием прессов, относящихся в этом случае, как правило, к уникальному оборудованию.

Разработанная математическая модель сверхпластической среды и ее дальнейшее развитие с учетом эволюции структуры металлических и керамических материалов в процессе сверхпластической деформации широко используется в настоящее время при компьютерном моделировании и разработке новых ресурсосберегающих процессов обработки материалов давлением в состоянии сверхпластичности [9]. Ее использование позволило внедрить уникальные технологии производства изделий ответственного назначения, деталей особо сложной формы из малопластичных и труднодеформируемых металлических материалов. В числе этих процессов – термоупругая штамповка крупногабаритных тонкостенных оболочек летательных аппаратов с внутренним оребрением из высокопрочных алюминиевых сплавов, газостатическая формовка оболочек сложной формы из листовых заготовок алюминиевых, титановых, медных сплавов и легированных сталей, изотермическая объемная штамповка дисков и лопаток газовых турбин из жаропрочных титановых и никелевых сплавов, крупногабаритных плоских оребренных панелей для летательных аппаратов из магниевых сплавов и т.д.

Одна из последних наших разработок в этой области – специальная вычислительная система проектирования процессов сверхпластичной формовки листовых заготовок, базирующаяся на алгоритмах комплекса SPLEN (www.kommek.ru), для международного консорциума AIRBUS входящего в европейскую аэрокосмическую компанию «European Aeronautic Defence and Space Company» (EADS).

Результаты исследований и расчетов с помощью вычислительной системы SPLEN применялись при разработке технологических процессов и конструировании оборудования на таких предприятиях как НПО ВНИИМетмаш (Москва), ПО Московский Институт Высоких технологий (МИТ), ПО Электростальтяжмаш, Национальный Институт Авиационных технологий (НИАТ, Москва), Харьковский завод имени Малышева (Украина), ГП НПО Техномаш (Москва), КБ Машиностроения (Миасс), Машиностроительный завод им. Ленина (Златоуст), ПО «Ижсталь» (Ижевск), Казанское моторостроительное ПО и на других российских и зарубежных предприятиях. Некоторые оригинальные технологические решения защищены патентами. На крупнейших авиационных предприятиях страны, таких как ФГУП «Салют» (Москва), ФГУП «ВАСО» (Воронеж) были внедрены разработки, связанные с усовершенствованием реактивных двигателей и созданием истребительной авиации пятого поколения, с внедрением инноваци-

онных технологий изготовления деталей самолетов гражданской авиации [1–4].

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОДШИПНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одна из основных проблем промышленного производства серийных товаров – это эффективность производства и последующая утилизация отходов. Чем выше общий уровень производства, тем больше на первый план выдвигаются проблемы экономии сырья, повышения коэффициента использования металла, экологические проблемы переработки и утилизации отходов производства. Повышение коэффициента использования металла (КИМ) всегда было актуально во всех отраслях промышленности. Особенно остро эта проблема стоит перед металлоемкими отраслями, такими как производство подшипников. Здесь повышение КИМ только на 0,1% снижает себестоимость продукции не менее чем на 10%. Отходы в виде стружки, концевых обрезков, дисков, обойных колец, бракованных поковок обычно поступают на переплавку. При этом имеют место достаточно большие затраты по сбору, компактированию, хранению и доставке отходов к месту переработки.

Повышение эффективности обеспечивается усовершенствованием экономических схем и технологических решений производства. В обработке металлов давлением это, прежде всего, развитие наукоемких технологий и разработка принципиально новых технологических процессов, основанных на открытых в последние десятилетия новых знаниях о поведении материалов и на революционном развитии вычислительной техники. Прямое получение полезного продукта из отходов производства без какой-либо промежуточной переработки, является самым эффективным. Именно к таким процессам можно отнести процесс штамповки с операцией разворота для получения подшипниковых колец из ранее утилизируемого дискового отхода.

Впервые были разработаны и реализованы на персональных компьютерах вычислительные программы, позволяющие давать научно-обоснованные рекомендации по проектированию технологического процесса получения подшипниковых колец из дискового отхода. На базе современных математических методов и компьютерных технологий численного моделирования физико-механических процессов деформирования твердого тела разработаны научные основы и методики прогнозирования формоизменения металла при развороте заготовки-шайбы в подшипниковое кольцо на кривошипных горячештамповочных прессах [12].

На основе проведенного анализа и расчетов разработаны инженерные методики и получены практические рекомендации по рациональному выбору и подготовке формы заготовок и их расположению

в гравюре штампа, по выбору конфигурации пuhanсона и матрицы штампов для получения конечного изделия прогнозируемой формы в соответствии с требованиями промышленного производства. Разработаны методики и алгоритмы решения задач о формоизменении материалов с преобладающей скоростной чувствительностью в условиях переменной, падающей скорости хода деформирующего инструмента, с учетом контактного взаимодействия на изменяющейся во времени и неизвестной заранее границе при реализации технологической операции разворота заготовки-шайбы в подшипниковое кольцо. Моделирование объектов исследования осуществлено с использованием методов и приемов механики сплошной среды. Для описания процесса переработки отходов использованы: теория вязкопластичности, теория сверхпластического течения, методика решения нелинейных краевых задач механики сплошных сред с нелинейными граничными условиями, заданными на неизвестной заранее границе. Компьютерная реализация имитационного моделирования осуществлена приемами математического моделирования на основе метода конечных элементов [5].

Результаты исследований и расчетов применялись при разработке технологических процессов на таких предприятиях как Вологодский, Волжский и Курский подшипниковые заводы. Оригинальное технологическое решение защищено патентом [10].

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ СОРТОВОЙ ПРОКАТКЕ

Точная информация о характере деформации металла в процессе прокатки необходима при разработке и оптимизации калибровочных планов. Однако ввиду сложности факторов, влияющих на процесс прокатки, калибровка валков традиционно развивалась как эмпирическая, интуитивная технология, базирующаяся на методе проб и ошибок. Несмотря на то, что калибровочные схемы для традиционного ассортимента прокатных станов и материалов уже разработаны и многократно апробированы, периодически возникает необходимость их переналадки и оптимизации. Стремление увеличить производительность, качество и ассортимент прокатной продукции, появление новых материалов и новых технологий, таких, как, например, термомеханическая прокатка, позволяющая получать материалы с заранее заданными свойствами, приводит к необходимости разрабатывать новые калибровочные планы и корректировать существующие.

Несмотря на развитие компьютерных технологий и увеличение быстродействия вычислений, моделирование таких процессов, как прокатка в калибрах, является весьма громоздкой задачей, для решения которой требуются многие часы машинного времени.

Попытки экономии машинного времени при моделировании процессов прокатки привели к появлению новых методов на основе обобщенно-плоской

постановки задачи формоизменения в поперечном сечении прокатки. Работы в этом направлении ведутся учеными Японии (Mori, Osakada), США (Kim и др.), Китая (Hsiang, Lin), Ирана (Kazeminezhad, Karimi Taheri), Швеции (Perä, Villanueva), Польши (Glowacki) и других стран [20–21, 23]. Однако решение задачи увеличения быстродействия расчетов все еще далеко от завершения. Систем, которые могут эффективно оптимизировать системы калибров, нашими зарубежными партнерами пока не создано.

Разработанные специалистами нового отделения РАН методики, алгоритмы и программы позволили не только восполнить недостаток современных технологий математического и программного обеспечения в области металлургии, но и благодаря применению специальных приемов, повышающих точность расчетов, превзойти международные аналоги [12].

Существенным преимуществом разработанной системы является её быстродействие, позволяющее оперативно осуществлять анализ и поиск оптимального решения по выбору геометрии калибров, количества переходов, температурного режима и других технологических параметров процесса, обеспечивающих экономию энергозатрат при прокатке [6, 11, 19].

Система прошла апробирование и была использована в промышленных условиях на Московском заводе «Серп и Молот» и на Магнитогорском металлургическом комбинате. Дополнительные теоретические и прикладные исследования в этой области проводятся в рамках государственного контракта № П225 на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГНОЗОВ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

При непосредственном участии сотрудников отделения выполнен цикл обзорно-аналитических, экспериментальных, теоретических, патентно-лицензионных, маркетинговых и клинических внедренческих работ по созданию научных основ, разработке и внедрению в клиническую практику компьютерного моделирования лечебных технологий и прогнозов реабилитации больных с челюстно-лицевыми дефектами и стоматологическими заболеваниями.

Выполнены обзорно-аналитические исследования стоматологических и зубопротезных биоматериалов и конструкций лечебных аппаратов, зубных и зубо-челюстных протезов для математического моделирования процессов их функционирования.

Создано новое научное направление по компьютерному исследованию существующих и разработке новых лечебных технологий в стоматологии, имплантологии, челюстно-лицевой хирургии и прогнозированию их эффективности.

Созданы научные основы построения биомеханических моделей, достаточно полно учитывающих

особенности поведения зубочелюстной системы человека при функциональных нагрузках и позволяющих имитировать изменения в твердых тканях зубов и челюстных костей, пародонтальном комплексе при восстановлении утраченных естественных двигательных функций с помощью искусственных включений, а также в зубопротезных конструкциях и челюстно-лицевых лечебных аппаратах.

Предложены рациональные схемы стоматологической функциональной реабилитации больных с дефектами зубов, зубных рядов и челюстей с применением широкого спектра вкладок, виниров, коронок, несъемных и съемных протезов с различными видами лабильной и жесткой фиксации, штифтовыми конструкциями из традиционных и инновационных материалов, внутрикостных и трансдентальных имплантатов, челюстно-лицевых протезов-обтураторов.

Впервые предложены научно обоснованные методики прогнозирования возможных осложнений при зубочелюстном протезировании, основанные на комплексной оценке состояния пациента и расчетах напряженно-деформированного состояния в протезах и протезируемой области.

Разработаны методики расчета и впервые получены номограммы, позволившие на основании данных о зависимости упругих модулей кости от ее относительной плотности определить нагрузки и суммарные изменения, которые приводят к разрушению в области корней опорных зубов или имплантатов.

Практическое внедрение разработанных технологий направлено на улучшение здоровья, профилактику заболеваний и повышение качества жизни всех слоев населения Российской Федерации, в первую очередь социально-незащищенных: детей, пенсионеров, больных сахарным диабетом, инвалидов с поражением желудочно-кишечного тракта, аллергии, больных с травматическими и послеоперационными дефектами челюстно-лицевой области.

Адресно пациентам детского возраста для повышения эффективности лечения кариеса, увеличения срока службы зубных реставраций с использованием разработанных компьютерных технологий даны рекомендации по оптимальной конфигурации и виде вкладок (*overlay, pinlay, onlay, inlay*) с учетом особенностей строения зубочелюстной системы пациента.

Выявлено для практики, что стоматологическая реабилитация больных с множественным кариесом боковой группы зубов, особенно с разрушением окклюзионных бугорков, должна проводиться с использованием лабораторно изготовленных вкладок из керамики, которые имеют биомеханические преимущества перед прямой реставрацией зубов композитами или амальгамой.

Для профилактики травм зубочелюстной системы детей, особенно спортивных, разработаны оптимальные конструкции назубных шин. Впервые, с помощью компьютерного имитационного модели-

рования, изучено напряженно-деформированное состояние в модуле «спортивная шина – зубной сегмент челюсти» при различных схемах распределения нагрузки с целью профилактики разрушения межзубной перемычки шины и разрушения коронок зубов, ранее восстановленных композиционными материалами.

Для повышения эффективности стоматологической реабилитации больных сахарным диабетом, жировым гепатозом и метаболическим синдромом с помощью созданной методологии разработаны специальные зубосохраняющие технологии. Впервые разработана математическая модель «металлокерамический протез – трансдентальный имплантат – культура корня резектированного зуба – костная ткань челюсти», позволяющая планировать операцию резекции корня зуба при периодоните, армирование оперированного зуба имплантатом, исходя из особенностей конкретной клинической ситуации. В связи с резким снижением адаптационного ресурса организма у этой категории больных удаление зубов является крайне нежелательным, так как служит пусковым механизмом глубокого необратимого разрушения всей зубочелюстной системы. В результате проведенных исследований предложены авторские зубосохраняющие биотехнологии, включающие методы сохранения зубов с дефектами коронок, деструкцией в околозубных тканях, аномалиями и дефектами зубочелюстного аппарата, мышечно-суставной дисфункцией. Органосохраняющий подход при протезировании зубов с полностью разрушенной коронковой частью обусловил разработку трехмерной модели зуба, восстановленного металлическими или комбинированными штифтовыми опорами искусственных коронок (в том числе, с титановой или стекловолоконной внутрикорневой частью). С позиций биомеханики разработан прогноз лечения больных, в том числе, с сахарным диабетом, штифтовыми конструкциями различными по форме, размеру, материалу. Показаны преимущества стекловолоконных корневых штифтов.

Для повышения качества жизни больных пожилого и старческого возраста, улучшения их функции пищеварения разработана технология лечения с использованием съемных покрытий протезов полностью зубного ряда, опирающихся на внутрикостные имплантаты. Практическое применение разработанной методологии позволило повысить эффективность планирования конструкций протеза и исключить частые осложнения традиционного лечения.

На основе компьютерных технологий в условиях математической модели фронтального отдела нижней челюсти проведено изучение напряжений и деформаций в кортикальной и губчатой костной ткани вокруг имплантатов, в конструкционных материалах полных съемных покрытий зубных протезов при вертикальных и горизонтальных нагрузках. Определено число дентальных имплантатов, оптимальное для опоры съемного покрывного протеза с учетом конкретной клинической ситуации.

Разработана методика количественного прогноза распределения функциональных нагрузок в кости нижней челюсти и зубных рядах, в различных конструкциях зубных протезов, опирающихся на дентальные имплантаты, снабженные различными системами фиксации. Выполнены расчеты и обоснованы оптимальный вид и число фиксирующих элементов, улучшающих фиксацию съемных конструкций зубных протезов, в соответствии с особенностями клинической ситуации, что повышает эффективность ортопедического лечения больных с беззубыми челюстями и повышает качество их жизни.

Созданная научно обоснованная методология расчета оптимальных параметров мостовидного зубного протеза облегченной конструкции позволила разработать и внедрить в клиническую практику новые медицинские технологии с применением специально синтезированных стоматологических сплавов благородных металлов для тяжелой группы больных с аллергией и непереносимостью нержавеющей стали, сплавов никеля и хрома. Сплавы разрешены Минздравсоцразвития для применения в стоматологической практике и серийно выпускаются. Было показано, что в результате модернизации традиционных форм мостовидного протеза для моляров и премоляров, экономия благородных металлов, используемых для каркасов протезов, может достигать 35% для сборного каркасного протеза и до 50% для полнотельного.

Современные инновационные тенденции в стоматологии позволяют заместить значительное и полное отсутствие зубов несъемными протезами, опирающимися на дентальные имплантаты. Однако, этот вид лечения сопровождается большим числом осложнений, для профилактики которых разработаны методики расчета и оценки напряженно-деформированного состояния модели верхней челюсти (включая верхнечелюстную пазуху) с субантральным расположением дентальных внутрикостных имплантатов с межкортикальной или стандартной фиксацией. На разработанной математической модели зубочелюстного сегмента с временным протезом, путем имитационного компьютерного моделирования, установлено, что при подготовке полости рта к протезированию, планировании хирургического этапа имплантации и конструировании зубных протезов необходимо обеспечить распределение функциональных нагрузок вдоль оси зубов и имплантатов. Установлено, что функциональные напряжения вокруг остеointегрируемых дентальных имплантатов локализуются в кортикальной костной ткани пришеечной области и при моделировании лабильного замкового крепления в мостовидном протезе достигают максимальной величины в сравнении с жестким замковым креплением; включение эластичного амортизатора в конструкцию внутрикостного имплантата приводит к выравниванию напряжений вокруг имплантата и зуба.

Разработанные компьютерные технологии планирования лечения и прогнозирования результатов реабилитации больных с челюстно-лицевыми де-

фектами и стоматологическими заболеваниями с использованием различных видов зубных протезов из традиционных и инновационных материалов, в том числе с опорой на стоматологические имплантаты, внедрены в лечебную практику 12 муниципальных, 3 областных и 4 ведомственных стоматологических ЛПУ, 12 университетских клиниках городов: Москвы, Санкт-Петербурга, Владикавказа, Твери, Нальчика, Воронежа, Нижнего Новгорода, Иркутска, Ставрополя, Казани, а также в учебный процесс 8 стоматологических факультетов ВУЗов и Академий последипломного образования Российской Федерации, опубликованы более чем в 100 научно-медицинских и научно-технических статьях, на их основе получено 15 патентов РФ на изобретения, запущены 30 кандидатских и докторских диссертаций.

В настоящее время результаты работ по этому направлению исследований представлены на Премию правительства РФ [16–18].

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ ИЗУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ И ОБЪЕКТОВ

В настоящее время ведутся интенсивные исследования в области математического моделирования и прогнозирования природных и техногенных процессов, происходящих как на Земле, так и на поверхности далеких планет и их спутников. Для этого разрабатываются мощные вычислительные системы, одной из которых является многоцелевая вычислительная система SPLEN (www.kommek.ru). С ее помощью выполняется моделирование нелинейных процессов, обладающих высоким уровнем научности. Приведем некоторые из таких расчетов.

В процессе проводимых под руководством академика Л.М. Зеленого исследований перспективного проекта изучения спутника Юпитера Европы, анализировалась идея создания криоботов – оборудования для проникновения через толщу льда в воды океана Европы [8]. Процесс проникновения – очень дорогостоящий и, несомненно, требующий предварительной теоретической проработки. Оборудование должно быть максимально компактно и эффективно. Понятно, что ограничения на габариты и массу связаны с трудностями транспортировки оборудования на поверхность изучаемого объекта. Форма криобота обуславливает энергозатраты на обеспечение его перемещения в ледяных структурах. Анализ напряженно-деформированного состояния процесса «протаивания» ледяных структур позволил сделать численные оценки, дающие представление о проблемах, которые необходимо решать разработчикам (конструкторам) и пользователям (заказчикам) криобота. Было показано, что в жидкости вокруг капсулы может развиваться высокое гидростатическое давление, т.е. наравне с проблемой поддержания температуры в капсуле актуальной является и необходимость ее защиты от высокого давления. Суще-

ственным фактором оказалось образование ледовой крошки в окрестности капсулы. Образование крошки может как замедлить проникновение в толщу льда, так и ускорить этот процесс при организации соответствующих способов (технологий) прохождения. Непрерывное изменение плотности, давления и вязкости в окружающей капсулу среде делают задачу нелинейной сразу по многим параметрам.

Еще одно направление исследований, обусловленное предстоящей миссией к Европе, связано с математическим моделированием процессов образования хаотически расположенных особенностей рельефа на поверхности спутника Юпитера [13–14, 22]. При разработке конструкции посадочного модуля важно не только максимально подробно изучить форму и особенности рельефа поверхности в районе посадки, но и приобрести знания о достоверных гипотезах образования и возможной эволюции этого участка Европы.

И, естественно, значительная доля расчетов приходится на область проектирования и изготовления приборов высокой точности, работающих в экстремальных условиях космоса. Приведем пример, когда на основе математического моделирования поведения элементов лазерного гироскопа была усовершенствована технология его изготовления.

При изготовлении и эксплуатации прецизионных оптических приборов приходится предпринимать специальные меры для сохранения формы отдельных ответственных поверхностей и их элементов. Расчеты проводились для конструкции сварного ввода газового лазера [7]. Этот элемент конструкции газового лазера предназначен для передачи электрического разряда внутрь герметичного корпуса прибора. В свою очередь, сам прибор является частью гироскопа для системы дальней космической связи. Сегодня, когда идет активная подготовка к миссии на спутник Юпитера Европу, это направление исследований очень актуально. Научно-исследовательские работы выполняются совместно с Учреждением Российской академии наук «Институт космических исследований РАН» и Московским государственным институтом электроники и математики (технический университет) при поддержке РФФИ, проект № 09-08-00204-а.

Анализ полученных результатов моделирования термонапряженно-деформированного (ТНДС) в окрестности электрического ввода в конструкции кольцевого лазера типа ЗЛК-16 позволил выявить температурные зависимости нежелательных деформаций, возникающих при высокотемпературном соединении оптических деталей из металлов с низким пределом текучести, а также при эксплуатации сварного ввода газового лазера.

В результате проведенных исследований была предложена новая технологическая операция охлаждения части конструкции лазера, находящейся в состоянии активного температурного пластического нагружения [7], что позволило обеспечить его высо-

кую надежность. Кроме того, был предложен способ локализации деформаций путем выполнения проточек вокруг зоны приварки алюминиевого электрода.

Проведенные в ФГУП НИИ «Полюс» эксперименты по изменению кривизны поверхности оптического контакта в широком температурном диапазоне с помощью лазерного интерферометра подтвердили эффективность предложенных рекомендаций и высокую степень достоверности полученных результатов.

В настоящее время перед сотрудниками отделения поставлена задача разработки новых вычислительных комплексов, которые могли бы эффективно использоваться для решения научно-исследовательских и прикладных задач, входящих в круг научных интересов Института космических исследований РАН.

В ходе развития всех вышеперечисленных работ планируется подготовить квалифицированные кадры, опираясь на применения принципа: «learning science by doing science». Для этого в исследовательские группы включены аспиранты и студенты, альянкты РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотников М.Е., Коровин Б.Б., Кудашин В.С. Выбор представительского экспидатационного параметра для прогнозирования вибонагруженности лопаток вентилятора, вызываемой турбулентностью потока на входе в ГТД // Авиационно-космическая техника и технология. 2005, №9(25). С. 42–48.
2. Колотников М.Е., Макаров П.В., Сачин В.М. Исследования динамической напряженности широкохордного вентилятора при стендовых испытаниях // Авиационно-космическая техника и технология. 2008, №9(36). С. 58–64.
3. Корольков В.И. Решение задачи напряженно-деформированного состояния прямого крыла // Наука-производству. 2005, №3. С. 50–55.
4. Корольков В.И., Зубарев В.Ю. Технология изготовления металлических сильфонов ротационной вытяжкой // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 12(33), №1 (2), 2010. С. 353–356.
5. Логашина И.В., Чумаченко Е.Н. О промышленном использовании информационных технологий в обработке металлов давлением // Металлург, 2009, №1. С. 33–39. (В рубрике: «В Российской академии естественных наук»).
6. Логашина И.В., Чумаченко Е.Н. Повышение качества проектирования процессов обработки металлов давлением за счет применения информационных технологий // Качество, Инновации, Образование. 2010, № 11. С. 30–35.
7. Логашина И.В., Чумаченко Е.Н., Бобер С.А., Аксенов С.А. Моделирование термонагруженного состояния корпуса лазерного гироскопа для дальней космической связи // Вестник машиностроения. 2009, №8. С. 3–7.
8. Чумаченко Е.Н., Назиров Р.Р. О некоторых проблемах, связанных с созданием криоботов // Космические исследования. 2009. Т. 47, №3. С. 247–255.

9. Патент на изобретение №2226442 РФ «Способ газовой формовки оболочки в условиях изотермии и сверхпластического течения металла» (приоритет от 29 мая 2003 г.).
10. Патент на изобретение №2122915 РФ «Способ штамповки цилиндрических колец»; МКИ B21D53/10.
11. Чумаченко Е.Н., Аксенов С.А., Логашина И.В. Математическое моделирование и энергосбережение при прокатке в калибрах // Металлург, 2010. № 8. С. 34–37.
12. Чумаченко Е.Н., Логашина И.В. Математическое моделирование и оптимизация процессов деформирования материалов при обработке давлением // М.: ООО НПП ЭКОМЕТ. 2008. 400 с.
13. Чумаченко Е.Н., Назиров Р.Р. О некоторых проблемных вопросах, связанных с образованием хаотически расположенных особенностей рельефа на поверхности Европы // Космические исследования. 2008. Т. 46. №6. С. 529–535.
14. Чумаченко Е.Н., Назиров Р.Р., Ерохина О.С. Особенности перемещения криоботов в ледяных структурах Европы // Космические исследования, 2010. Т. 48. №6. С. 568–572.
15. Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А. Сверхпластичность: материалы, теория, технологии // М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 320 с.
16. Шашмурин В.Р., Чумаченко Е.Н., Олесова В.Н. и др. Принципы математического моделирования взаимодействия структур костной ткани нижней челюсти с полными съемными протезами, опирающимися на внутрикостные имплантаты // Стоматология. 2008. №1. С. 49–56.
17. Шашмурин В.Р., Олесова В.Н., Чумаченко Е.Н. Концепция планирования реабилитации пациентов с отсутствием зубов на нижней челюсти при помощи условно-съемных протезов и имплантатах// Российский стоматологический журнал. 2008. №1. С. 8–11.
18. Янушевич О.О., Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д. и др. Имитационный компьютерный анализ эффективности применения капп в стоматологии // Российская стоматология. 2009. №5. С. 31–34.
19. Aksenov S., Chumachenko E., Logashina I. Roll Pass Design Development with SPLEN(Rolling) Computer Software // Hutnicke listy, 2010. №4. P. 110–113.
20. Hajduk D., Šimeček P. Simulation of forming conditions during section rolling using the finite element method. Transactions of STEELSIM, Brno. 2005. P. 421–427.
21. Glowacki M. The mathematical modelling of thermo-mechanical processing of steel during multi-pass shape rolling, Journal of Materials Processing Technology. Elsevier Science Publishing Company, Inc. 2005. T. 168. № 2. P. 336–343.
22. Greenberg R. Unmasking Europa. The search for life on Jupiter's ocean moon. USA: Copernicus Books. 2008. 277p.
23. Perä J. P., Villanueva R. Application of FE-methods in practical groove roll design of structurals. Transactions of STEEL ROLLING, Paris, 2006.

Чумаченко Евгений Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Математического моделирования на факультете Прикладной математики Московского государственного института электроники и математики (МИЭМ), в.н.с. Института космических исследований РАН
109028, г. Москва, Б. Трехсвятительский пер., д. 3,
тел.: +7 (495) 235-20-24

ПЕТРОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Н.А. Гнатусь

Фонд поддержки освоения и развития петротермальной энергетики «Термолитэнерго»

PETROTHERMAL POWER RUSSIA. PERSPECTIVE ASSIMILATION AND DEVELOPMENT

N.A. Gnatus

Рассматриваются геологические, теплофизические, технологические, методические и экономические аспекты извлечения и использования петротермальных ресурсов (тепла «сухих» горных пород) для производства электроэнергии и для теплоснабжения.

Ключевые слова: возобновляемые энергетические ресурсы, глубинные температуры, зона трещиноватости, глубокие скважины, циркуляционная система, коллектор тепла.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Процесс интенсивного извлечения и использования невозобновляемых природных энергетиче-

Geological, thermophysics, technological, methodical and economic aspects of petrothermal resources extraction and utilization (hot dry rocks) for the electric power and for a heat supply are considered.

Keywords: renewable energetic resources, terrestrial temperature, fracture zone, deep boreholes, circulate system, heat collector.

ских ресурсов в мире происходит очень быстрыми темпами. Слова «нефть» и «природный газ» стали самыми ходовыми не только в геологических публикациях, но и в политических сообщениях. И не случайно. Ведь запасы нефти и природного газа на