

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ
CHRONICLE OF SCIENTIFIC LIFE

Олейников А. И.
A. I. Oleinikov

**ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ШКОЛА ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ
ОСНОВАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ»**

**ALL-RUSSIA CONFERENCE "THE SCHOOL OF FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF
MATERIALS PROCESSING SIMULATION"**



Олейников Александр Иванович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой механики и анализа конструкций и процессов Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: a.i.oleinikov@mail.ru, cvmi@knastu.ru.
Mr. Alexander I. Oleinikov – Doctor of Physics and Mathematics, Head of the Department of Mechanics/analysis of Structures and Processes at Komsomolsk-on-Amur State Technical University; e-mail: a.i.oleinikov@mail.ru, cvmi@knastu.ru.

Аннотация. Представлен аналитический обзор по тематике конференции. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 10-01-06832 моб_г).

Summary. The paper presents an analytical review of publications concerning the title subject of the conference. The project has been financially supported by the Russian Foundation for Fundamental Research (# 10-01-06832 mog_g).

Ключевые слова: механика, управление и оптимизация, параллельные алгоритмы и системы моделирования обработки материалов.

Key words: mechanics, control and optimization, parallel algorithms and simulation systems for materials processing.

УДК 539.3

Школа проводилась 26-28 октября 2010 г., была приурочена к пятидесятилетию Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, поддержана грантом РФФИ, ОАО «КНААПО», Ученым советом по математическим и физико-техническим наукам и Президиумом ДВО РАН и явилась значимым научным мероприятием, проводимым на Дальнем Востоке России по прикладной механике и информатике. Председатель оргкомитета – Олейников А.И.

Из приветственного слова председателя программного комитета члена-корреспондента РАН А.А. Буренина: «Ваш университет является и должен быть в числе лидеров технической и технологической политики региона, признаком этого и есть проведение настоящей Школы. Исследования по вопросам моделирования, которое является основой инженерной практики, в нашей стране требуют ускоренного развития».

Общее количество участников – 123 человека. Среди авторов докладов три члена-корреспондента РАН, 15 докторов наук и 23 кандидата наук, 65 молодых специалистов. Представлены 27 пленарных и секционных докладов и 78 стендовых докладов из Благовещенска (АмГУ), Владивостока (ДВГТУ, ИАПУ ДВО РАН, ИПМ ДВО РАН, ИХ ДВО РАН), Екатеринбурга (УрГПС, НИЦ «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, РГППУ, УрГЭУ), Комсомольска-на-Амуре (АмГПУ, ИМиМ ДВО РАН, КНААПО им. Ю.А. Гагарина, КНАГТУ), Новосибирска (ИГД СО РАН, ИГиЛ СО РАН, ИВМиМГ

Олейников А. И.

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ШКОЛА ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ОСНОВАМ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ»

СО РАН), Петропавловска-Камчатского (ИВС ДВО РАН, КамчГТУ, НИГТЦ ДВО РАН), Томска (Томский НЦ), Хабаровска (ВЦ ДВО РАН, ДВГУПС, ИМ ДВО РАН, ТОГУ).

Научная программа конференции включала в себя фундаментальные и прикладные вопросы механики, математики и информатики, лежащие в основе моделирования обработки современных материалов, композитов и сплавов давлением, резанием, воздействием физических полей и химически активных сред. В рамках конференции работали две секции: механика обработки материалов и параллельные алгоритмы и системы моделирования.

В рамках первой секции рассматривалось (Намм Р.В., Вихтенко Э.М) нелинейное контактное взаимодействие, при котором сила трения и область контакта между упругим и жестким телом зависит от искомого решения, для двумерных задач обоснован метод решения, сводящийся к поиску седловых точек некоторого модифицированного авторами функционала Лагранжа. Контактные упругопластические задачи в условиях больших смещений/поворотов применялись при моделировании гибки гладкой заготовки дискретным штампом (Коробейников С.Н.). Для корректной формулировки уравнений механики сплошной среды при больших деформациях предложено семейство лагранжевых корротационных производных тензоров второго ранга (Коробейников С.Н., Олейников А.А.), которые форминвариантны и непрерывны независимо от кратности собственных значений симметричных тензоров. Представлены (Шитиков А.В., Шитиков С.А.) подход и результаты построения уравнений упругопластического течения при активном нагружении в условиях конечных деформаций, в котором вместо принципа Мизеса используется вариационный принцип максимума диссипации механической энергии, что освобождает от необходимости определения скорости пластической деформации. На основе модели (Буренин А.А., Быковцев Г.И., Ковтанюк Л.В., Шитиков А.В.) больших упругопластических деформаций, учитывающей реологические и температурные эффекты, выполнено моделирование влияния вязкости и установившейся ползучести при допредельном нагружении и разгрузке данной среды с цилиндрической полостью (Мурашкин Е.В., Бажин А.А., Камовский Д.А.); решена вискозиметрическая задача о нагружении, разгрузке и обратном нагружении упруговязкопластического трехслойного материала между двумя коаксиальными цилиндрами при ускоренном вращении внешнего, его остановки и обратном вращении – определены очередность возникновения и эволюция областей вязкопластического течения и упругого деформирования, а также распределения остаточных напряжений. Изотермическое течение жидкого металла на мениске кристаллизатора моделировалось в экспериментах (Стулов В.В., Горнаков А.И.) по определению областей и времени перемешивания погружной струи; учет конвективного теплопереноса и заданных значений теплового потока через стенки кристаллизатора произведен (Одинокое В.И.) при расчете симметричного стационарного течения линейно-вязкой жидкости; зависимость интенсивностей напряжений и скоростей может быть уточнена (Севастьянов Г.М.) за счет добавления слагаемых степени деформации и использования генетического алгоритма определения одиннадцати констант. Экспериментально установлено (Стулов В.В., Севастьянов А.М.; Щербачев С.В., Чистяков И.В.; Оглоблин Г.В., Дербеткин А.А.), что охлаждение тепловой трубы способствует уменьшению размера зерен алюминиевых полых отливок, разлива стали через погружные стаканы специальной конструкции улучшает качество слябов; усовершенствованное охлаждение только наклонных стенок стального кристаллизатора литейноковочного модуля способствует стабилизации толщины деформируемой заготовки. Представлены (Аннин Б.Д., Баев Л.В., Волчков Ю.М.; Сарайкин В.А.) модели упругого и упругопластического деформирования слоистого материала, учитывающие сдвиги и обжатие слоев. Для учета структуры дефектов в упругом материале предлагается (Гузев М.А.) использовать ска-



лярную кривизну; при этом перемещения приобретают дополнительное слагаемое, пропорциональное градиенту кривизны, а напряжения – самоуравновешенное поле, обусловленное системой дефектов. Для поля линий скольжения (1967 г.) представлена методика оценки возможных деформаций в пластической зоне, выходящей из-под контакта качения жесткого цилиндра по жесткоидеальнопластическому полупространству (Анисимов А.Н., Лошманов А.Ю.). Предложена (Иванчин А.Г., Викулин А.В.) модель теплового взрыва при пластической деформации, которая предполагается термически активированным процессом. Области пластического течения и разгрузки могут возникать в условиях свободного нестационарного нагрева тела (Дац Е.П., Мурашкин Е.В.). Для определения технологических режимов работы установок вертикального и горизонтального литья и деформации могут использоваться результаты моделирования напряженного состояния поверхности бойков, сжимающих металл; первая из этих установок оснащена средствами контроля и управления тепловыми режимами кристаллизатора, для второй даны описание движения составных частей кристаллизатора и его связь с формированием заготовки и скоростью её выхода (Одиноков В.И., Черномас В.В., Ловизин Н.С., Скляр С.Ю., Соснин А.А.). Представленный (Одиноков В.И., Прокудин А.Н.) алгоритм определения состояния несжимаемой осесимметричной системы (упругие тела – вязкая жидкость) применялся для описания принятой схемы разрушения тела под действием переменного давления по последовательности решений соответствующих статических задач. Экспериментальные данные (Горев Б.В., Масанов И.Ж.) свидетельствуют о необходимости учета при ползучести авиационного сплава анизотропии и разносопротивляемости, зависящих от толщины плиты. Дается сравнение экспериментальной и расчетной релаксаций изгибающего момента по интегральным характеристикам ползучести на изгиб балок и на кручение пластин, которые предложено использовать в качестве паспортных для расчета процесса формообразования. Представлены (Олейников А.И.) новые модели и задачи механики пластического формоизменения при изгибе с учетом ползучести трехмерных разносопротивляющихся трансверсально-изотропных тел, для которых граничные условия и исходные размеры определяются на основе заданной остаточной конфигурации. Полученные модели и алгоритмы положены в основу разработанного расчетного программного комплекса, который позволяет определить технологичность конструкции детали, геометрические параметры штамповой оснастки и заготовки, остаточное напряженно-деформированное состояние, рациональные режимы нагружения и деформирования, минимизирующие поврежденность и расход ресурса прочности материала. Рассмотрена и апробирована (Бормотин К.С.) вариационная формулировка МКЭ-расчета рабочих поверхностей штампов и внешних нагрузок ползучести по остаточным кривизнам детали и при условии минимизации поврежденности материала формуемой изгибом детали. Вычислена (Катанаев Л.В., Марьин С.Б., Олейников А.И.) штамповая оснастка для горячей объемной штамповки окантовки иллюминатора из кольцевой заготовки, вырезанной из плиты. Применение (Кремза И.В., Станкевич А.В.; Кривенок А.А., Варламова А.А.; Крупский Р.Ф.) дюралюминиевых пуансонов, покрытых двумя слоями полимерной пленки со смазкой, при изготовлении обшивок двойной кривизны обтяжкой свежезакаленной заготовки алюминиевого сплава с последующим фрезерованием снижает трение и неравномерность распределения контактных сил по пуансону, а следовательно, значительно снижает растягивающее усилие прессы и повышает качество и размерную точность детали; также может быть снижено изгибающее усилие при гибке с растяжением шпангоутов из-за повышенной температуры; по решениям ряда квазистатических задач определялись зоны возможного разрушения резинового клапанного уплотнения пневмогидроагрегата и влияния на них размеров седла и зоны приклейки уплотнения. Оснастку для обтяжки целе-

Олейников А. И.

**ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ШКОЛА ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ОСНОВАМ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ»**

сообразно изготавливать методом литья из несортированных кусковых и литейных отходов алюминиевых сплавов (Захарова Е.В., Якимов В.И.). Для исключения концентраторов напряжений, образующихся при механическом контакте раскрое под размерное химическое травление защитного покрытия листового сплава, может быть использован (Физулаков Р.А., Бреев С.В.; Муравьев В.И., Логвинов О.П) лазерный раскрой. Поверхность газолазерной резки титанового сплава в азоте характеризуется измененным слоем и гратом, двухзонной шероховатостью и повышенной микротвердостью, примесями азота, водорода и кислорода, параметры которых зависят от скорости резания, толщины листа и легирования. Деформация стали С20 у торца коррозионного реза может быть значительно меньше по сравнению с термическим или механическим резом (Макарова Н.В., Погодаев В.П., Погодаев А.В.). Для различных плавок стали переходного класса определены (Грищенко Ю.А., Правенькая В.В.) режимы упрочняющей термической обработки поковок, свойства которых удовлетворяют конструкторским требованиям для высоконагруженных деталей. Влияние технологического деформирования на стойкость к коррозии и коррозионному растрескиванию деталей из листовых алюминиевых сплавов можно выявить (Быватова В.П., Добржанский В.Г., Мутьлина И.Н., Рева В.П., Патин А.Н.) по степени снижения разрушающего напряжения при растяжении со скоростью, близкой к скорости развития коррозионных повреждений. Определены (Мулин Ю.И., Власенко В.Д.) нелинейные зависимости от величины приведенной энергии среднего размера блоков, микронапряжений и микротвердости структуры покрытия электроискрового легирования шеелитовым наноконцентратом, коэффициент трения и износ которого на стали 45 значительно меньше, чем покрытия ВКб. Оценка ресурса и композиции бетона по отношению к истиранию матрицы и зерен крупного заполнителя может быть оценена (Полоник М.В., Макарова Н.В.) расчетом формы поверхности износа в зависимости от отношений радиуса зерен к шагу между ними и степеней износа зерна и матрицы. Послойная, согласно схемы выкладки, модель детали из полимерных композиционных материалов позволяет провести анализ всех процессов изготовления и может являться основой для автоматизации композиционного производства (Бажеряну В.В., Басынина Е.А.). Для упругой конструкции с трещиной, пересекающей тонкое жесткое включение, которое может отслаиваться от матрицы, установлено (Хлуднев А.М.) существование внешней нагрузки наиболее безопасной с точки зрения критерия разрушения Гриффитса. Для тела с объемным включением (жестким, упругим или пустым) и трещиной, выходящей на границу этого включения, может быть найден такой параметр податливости включения, что конструкция также будет наиболее безопасной; при этом взаимного проникания берегов не допускается. По проблеме нестационарного кинематического граничного воздействия на материал получены (Рагозина В.Е., Иванова Ю.Е.) зависимости определения состояния и координаты возникновения сдвиговой ударной волны; вычислены (Дудко О.В., Лаптева А.А.) добавочное давление, скорости движения среды и отраженных волн в зоне, образовавшейся после столкновения двух ударных волн сдвига; устанавливается (Потянихин Д.А.) на основе условий эволюционности и Буренина-Чернышова однозначность волновой картины из ударных и простых волн; дается (Герасименко Е.А., Завертан А.В.) численно-аналитическая схема вычисления перемещений за выделенными прифронтной асимптотикой ударными волнами, их скорость и интенсивность в зависимости от времени.

В рамках второй секции дано (Хусаинов А.А.) сравнение и сформулированы актуальные открытые проблемы построения математических моделей параллельных вычислительных систем; описаны пять стилей параллельного программирования: интегративный параллелизм, рекурсивный параллелизм, конвейеры, клиент-сервер, взаимодействующие каналы.

Для симметричной мультипроцессорной системы рассмотрены методы разработки и исследования многопоточных приложений, представлены многочисленные модели параллельных вычислительных систем и результаты их изучения методами алгебраической топологии. Представлен (Володин Р.Н.) новый метод двухпоточного распараллеливания алгоритма Дейкстры – построения выпуклой оболочки данного множества точек в пространстве. Предложен (Долгополик О.Д.) способ построения 3D моделей деформированных объектов, заданных набором точек, по сравнительному анализу с исходным эталонным объектом, заданным сплайновыми кривыми и поверхностями. При исследовании инвариантов сетей Петри найдены (Гринблат А.Д.) необходимые и достаточные условия того, что произведению бинарных отношений будет соответствовать произведение двух частично-упорядоченных множеств. Представлен (Ким П.А.) алгоритм деформирования при масштабировании ступенчатой модели рельефа заданного объема, минимизирующей площадь его поверхности. Рассмотрена (Гассан С.В.) параллельная реализация способа вычисления параметров многомерных квадратурных формул Коробова, основанного на алгоритме Быковского В.А. – вычисления локальных минимумов целочисленных решёток. На основании установленных свойств перемежаемости корней характеристического уравнения предложен (Дмитриев А.А.) параллельный алгоритм вычисления собственных чисел трехдиагональной матрицы.

В решении конференции отмечается эффективность Школы, высокий уровень организации и обеспечения функционирования всех участников Школы. Участникам рекомендовано способствовать расширению сведений и материалов конференции с целью реализации проведения Школы на систематической основе.

Таким образом, на Школе представлена широкая проблематика исследований в области механики, математики и информатики по обработке современных материалов пластическим деформированием, вязким течением, воздействием физических полей и химически активных сред, контактным взаимодействием, разрушением деформируемых тел, а также по развитию методов математического моделирования, оценивания и управления механическими системами и их реализацией параллельными алгоритмами и программными системами. Наиболее актуальными являются проблемы производства и обработки полимерных композиционных материалов с большими упругопластическими деформациями, формовки крупногабаритных деталей из высокопрочных легких листовых сплавов со структурной неустойчивостью, оптимального управления воздействиями обработки тел с жесткими включениями и трещинами различной конфигурации. Существенное влияние на решение этих задач оказывают соответствующие участники Школы, исследования которых отвечают мировому уровню. Однако обеспеченность данных научных направлений научно-техническими кадрами и научным оборудованием не отвечает сформулированным постановкам и требует значительного улучшения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международный симпозиум «Образование, наука и производство: проблемы, достижения и перспективы»: материалы Всероссийской конф. «Школа по фундаментальным основам моделирования обработки материалов» и науч.-техн. конф. «Математическое, вычислительное и информационное обеспечение технологических процессов и систем» (Комсомольск-на-Амуре, 26-28 октября 2010 г.): в 5 т. Т. 4 / редкол.: А. М. Шпилев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 284 с.