

НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ

# Центр физической мезомеханики находится в Томске

Какова роль науки сейчас? Рассуждать на эту тему можно очень долго. Пожалуй, самым главным будет то, что именно передовые научные знания выполняют важную миссию интеграции научного сообщества. Для сотрудничества учёных не существует барьеров в виде государственных границ, потому что наука позволяет им общаться между собой на особом, универсальном языке, который понятен исследователям из самых разных стран мира. И результатом такого сотрудничества становятся открытия, способные совершить прорыв в самых разных сферах. Показать это можно на примере такого научного направления, как физическая мезомеханика.



## Междисциплинарность и многоуровневость

В конце первой декады сентября в Томском научном центре СО РАН проходил крупный научный форум — Международная конференция по физической мезомеханике, компьютерному конструированию и разработке новых материалов. В числе организаторов конференции Сибирское отделение Российской академии наук, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, Институт механики сплошных сред УрО РАН, Российский фонд фундаментальных исследований, Российский материалovedческий центр, Национальная академия наук Беларуси, Берлинский технический университет, а также ведущие томские вузы — ТГУ, ТПУ и СибГМУ.

Торжественная церемония открытия конференции началась с выступления академика В.Е. Панина, создателя этого научного направления. Вся многовековая история развития механики связана с инженерными приложениями. В последние десятилетия резко возросла роль механики в конструировании материалов новых поколений, имеющих сложную внутреннюю структуру и работающих в экстремальных условиях нагружения. XXI век называют веком наноструктурных материалов. Их разработка потребовала развития принципиально новых направлений в механике.

В основе традиционной механики лежал одноуровневый подход к описанию механического поведения нагруженного твёрдого тела на макромасштабном уровне. На современном этапе в механике развиваются многоуровневые подходы, в которых самосогласованно должны описываться процессы в нагруженном твёрдом теле в иерархии масштабов: нано, микро, мезо и макро.

Многоуровневость подхода связана не только с размерным фактором. В сложных полях внешних воздействий (механических, тепловых, электромагнитных, радиационных и др.) изменяется термодинамическое состояние материала, которое радикально влияет на все остальные его характеристики. Поэтому в

механике должны широко использоваться методы современной физики и неравновесной термодинамики. С учётом актуальности приложений механики к современному материалovedению, в последние десятилетия в России интенсивно развивается физическая мезомеханика материалов, в которой термин «мезо» означает необходимость самосогласованного описания всей иерархии мезоскопических (в смысле промежуточных) термодинамических состояний и размеров в нагруженном твёрдом теле в различных полях внешних воздействий.

Физическая мезомеханика материалов зародилась в Сибирском отделении Российской академии наук почти тридцать лет назад и вызывает большой интерес за рубежом. В настоящее время многоуровневые подходы физической мезомеханики признаны актуальными в самых разных областях науки — в физике, механике, химии, геологии, биологии и материалovedении, а также в многочисленных инженерных приложениях. В области наноматериалов и нанотехнологий альтернативы такому подходу нет.

По словам С.Г. Псахье, директора Института физики прочности и материалovedения СО РАН, в настоящее время такие актуальные направления как компьютерное конструирование материалов, представляющих собой иерархически организованные системы, создание перспективных материалов, обладающих качественно новыми характеристиками, должны базироваться на фундаментальных положениях физической мезомеханики.

В.Е. Панин отметил: «Мы переживаем новый ответственный период в нашей науке — формируется новая научная парадигма пластичности и прочности твёрдых тел».

Виктор Евгеньевич в своем выступлении привел целый ряд примеров из истории науки, иллюстрирующих неизбежность становления новых научных парадигм: и физическая мезомеханика прошла весь этот путь. На современном этапе развития науки мезомеханика уже является признанным научным направлением. Ежегодно в мире выходит несколько десятков серьёзных монографий, в разных странах проводятся конференции по мезомеханике. В 2011 году такая традиционная конференция состоялась в Венеции, Нижний Новгород принимал Всероссийский съезд механиков. И вот теперь — черёд Томска, потому что именно «Сибирские Афины» стали своеобразной стартовой площадкой для развития в мире мезомеханики.

Точка отсчёта

Первые международные конференции по направлению «физическая мезомеханика» начали проводиться в ИФПМ СО РАН с начала 90-х годов прошлого века. В 1995 году профессор Майкл Внук (Университет штата Висконсин), всемирно известный учёный в области механики разрушения, предложил провести конференцию «Физическая мезомеханика разрушения». По личному приглашению профессора Внука её посетило около двадцати самых известных механиков разрушения.

На Международной конференции «Mesofracture '96» в Томске было предложено проводить эти конференции в разных странах и организовать издание международного журнала «Физическая мезомеханика». Первый номер нового журнала на русском и английском языках был издан в 1998 году и представлен научной общественности на Международной конференции «Mesomechanics '98» в Тель-Авиве. В конце 2006 года ИФПМ СО РАН подписал соглашение об издании журнала в Нидерландах с одним из старейших и авторитетнейших издателей мира «Elsevier». Кроме печатной версии журнала, «Elsevier» размещает в своей электронной библиотеке и его электронный вариант. Российская версия журнала также имеет выход в научную электронную библиотеку. Интерес к журналу и индекс цитируемости публикуемых в нём работ резко вырос. Это неслучайно, ведь за 10 лет издания журнала в физической мезомеханике теоретически и экспериментально был обоснован ряд концептуально новых положений, которые радикально изменяют тра-

диционную методологию описания пластической деформации и разрушения твёрдых тел. Сейчас журнал имеет самый высокий импакт-фактор (1,552) среди изданий Сибирского отделения РАН и входит в тройку лучших физических журналов России.

Томск играет особую роль в распространении идей мезомеханики. После той конференции в 1995 году ваш город стал неотъемлемой частью моей жизни, — говорит профессор М. Внук. — В Институте физики прочности и материалovedения ведутся исследования высочайшего уровня, а сама конференция, уже ставшая традиционной, является площадкой, местом встречи учёных из разных стран мира. Именно здесь можно обменяться новейшими идеями, найти точки соприкосновения своих исследований с работами коллег. Мне кажется, что сама необычная атмосфера томского Академгородка способствует этому: в мире можно встретить очень мало уголков, подобных ему, где были бы созданы условия для комфортного проживания и плодотворной научной деятельности. Не случайно здесь такая концентрация талантливых людей, чьи знания и опыт будут всегда востребованы в любой стране мира!

## Ключ к пониманию

В настоящее время большой интерес вызывают приложения физической мезомеханики к электронике, геотектонике, современному материалovedению, в области исследований биологических объектов. По этим направлениям ИФПМ СО РАН связывают давние научные контакты с целым рядом иностранных партнеров — научных организаций и университетов. Более 15 лет томские учёные сотрудничают с коллегами из Берлинского технического университета. Совместные работы ведутся по двум направлениям: механике процессов трения и износа на различных масштабах и тектонических процессов в геосредах.

— Был разработан уникальный программный продукт на основе

метода подвижных клеточных автоматов, который позволяет осуществлять многоуровневое моделирование материалов с покрытиями. С помощью этого подхода исследуются закономерности поведения материалов. Он имеет большое значение и при решении практических задач. Например, с его помощью было вычислено трение в паре «автомобильный тормозной диск — колодка», — рассказывает доктор Х. Клос (Федеральный институт исследований и тестирования материалов, Берлин). — В настоящее время с применением методов компьютерного моделирования ведутся серьёзные исследования, позволяющие лучше понять суть процессов трения и износа, по-иному взглянуть на то, что происходит в структуре материала.

Совместно с Исследовательским центром имени М.В. Келдыша Института физики прочности и материалovedения (лаборатория академика В.Е. Панина) разработан уникальный наноструктурный теплозащитный покрытие для космической техники. Они в несколько раз увеличивают ресурс работы деталей ракет, функционирующих в условиях воздействия высокотемпературных плазменных потоков.

Что же касается совместных исследований в области тектоники, то этим летом состоялась очередная экспедиция СО РАН с участием Берлинского технического университета. Экспедиционным работам предшествовал Российско-Германский семинар по актуальным проблемам трения и износа. В этом направлении активно развивается сотрудничество между коллективами ИФПМ (лаборатории С.Г. Псахье, и А.В. Колубаева), Берлинского технического университета и Федерального института тестирования материалов (Берлин).

## Преимущество научных поколений

Программа конференции была очень насыщенной, можно даже сказать, сверхплотной. Помимо заказных пленарных докладов, на конференции работало 12 секций: физическая мезомеханика

