

# Физическая мезомеханика: от авиации до медицины

Новое научное направление всегда проходит несколько стадий своего развития: зарождение новой концепции, базирующейся на принципиально новых идеях, её трудное становление (необходимость доказать всем скептикам свое право на существование) и, наконец, признание и плодотворная работа, в рамках которой зачастую удается решить такие проблемы, которые научному подходу «прошлого» — прежней парадигме были просто-напросто не по силам. Всё это можно проследить на примере физической мезомеханики — направления, созданного академиком Виктором Паниным.

**Мы учимся у самой природы**  
 В первой декаде сентября в Томском научном центре СО РАН прошёл крупный научный форум — Международная конференция «Иерархически организованные системы живой и неживой природы». В числе организаторов конференции: Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Институт биохимии СО РАН, Берлинский технический университет, Штутгартский университет, три Технологические платформы («Медицина будущего», «Материалы и технологии металлургии», «Лёгкие надежные конструкции»), национальные исследовательские Томский государственный и Томский политехнический университеты.

Торжественная церемония открытия конференции началась с выступления академика Виктора Евгеньевича Панина, создателя этого научного направления:

— Мы проводим нашу конференцию в особенный период, когда тесным образом формируется связь таких направлений науки, как биология, физика, математика, медицина и другие. Мы пытаемся многому научиться у биологов, объектом исследования которых являются иерархически организованные системы, созданные самой природой: эти подходы взяты на вооружение и мезомеханикой.

Физическая мезомеханика материалов зародилась в Сибирском отделении Академии наук почти тридцать лет назад. Это научное направление вызывает большой интерес не только в России, но и за рубежом. В настоящее время многоуровневые подходы физической мезомеханики признаны актуальными в самых разных областях науки — в физике, механике, химии, геологии, биологии и материаловедении, а также многочисленных инженерных приложениях.

Если в основе традиционной механики лежал одноуровневый подход к описанию механического поведения нагруженного твёрдого тела на макромасштабном уровне, то в настоящее время в механике развиваются многоуровневые под-

ходы, в рамках которых необходимо учитывать самосогласование процессов в нагруженном твёрдом теле в иерархии масштабов: нано-, микро-, мезо- и макро-.

Наиболее актуальным и новым, объединяющим учёных, ведущих мультидисциплинарные исследования, стал базовый, основополагающий тезис о связи живых и неживых иерархически организованных систем. Этому был посвящён один из юбилейных выпусков журнала «Физическая мезомеханика». Конференция в свою очередь стала площадкой для диалога учёных, одной из важнейших задач которого является определение перспективных направлений, по которым будет развиваться физическая мезомеханика.

## Будущее физики — это биология

Одной из ключевых задач конференции является поиск нового языка науки, который бы объединил исследователей из разных направлений науки из различных стран. Профессор Майкл Внук (штат Висконсин), постоянный участник конференции с 1995 года, отметил:

— Академик Виктор Панин связал физику материалов с математикой, биологией, инженерией. Это глубочайшее понимание тенденции современной науки имеет колоссальное значение для работы в сфере нанотехнологий. Я веду исследования по созданию материалов нового поколения для космической промышленности, в том числе с использованием наночастиц. Благодаря применению подходов физической мезомеханики удается адаптировать космическую технику выдерживать сверхтяжёлые нагрузки (интересно отметить, что научный коллектив под руководством академика В.Е. Панина успешно решил задачу государственной важности в России, разработав новый класс материалов для космической отрасли).

Сколько точек пересечения, сколько тонких, но таких важных моментов, имеющих чрезвычайное значение для будущего науки! В своем пленарном докладе Майкл

Внук отметил, что «будущее физики — это биология». Именно это высказывание может служить лучшим прологом к рассказу о плодотворном сотрудничестве ИФПМ СО РАН с Институтом биохимии СО РАН.

Академик РАН Лев Евгеньевич Панин, директор Института биохимии СО РАН в беседе с корреспондентом «Науки в Сибири» подчеркнул:

— Мы находимся в самом начале интересного и сложного пути. Учёными наших институтов ведутся совместные эксперименты, позволившие накопить значительное количество новых данных и результатов. В частности, ведется изучение процессов, происходящих в клеточных мембранах под влиянием стресса. Сегодня эта тема имеет большую актуальность, потому что современного человека на протяжении всей его жизни сопровождают стрессовые ситуации. В медицине появился новый термин «кардиологический синдром X». Суть его состоит в следующем: у здорового человека начинают появляться боли в сердце, гипоксические состояния. Раньше учёным была непонятна природа этого явления — предвестника ишемической болезни сердца. Важнейшей его особенностью стали те изменения, которые происходят на молекулярном уровне. Только с помощью новейших физических методов удалось зафиксировать изменения состояния клеточных мембран. Задача номер один сегодня и для физиков, и для биологов — найти общие закономерности поведения жидких и твёрдых кристаллов, а также определить некие области, где каждые из них характеризуются разными состояниями.

Внезапная смерть звёзд российского спорта — остановка сердца прямо во время тренировки или матча, проблемы адаптации людей из средних широт к экстремальным условиям Арктики — всё уже перестало быть проблемами сугубо медицинскими. Изменения, происходящие в организме на молекулярном уровне, — изменения состояний клеточных



мембран могут быть описаны лишь с применением законов термодинамики, багажа передовых знаний, накопленных в том числе и физической мезомеханикой.

## Трещина — показатель состояния

Практически каждый докладчик в своем сообщении касался такого сложного аспекта, как взаимопроникновение законов организации систем живой и неживой природы. От медицины — к авиастроению, от разломов горных пород — к исследованиям в сфере онкологии и создания новых стандартов лечения различных заболеваний.

В работе конференции принял участие профессор А.А. Шанявский (Государственный Центр безопасности полётов на воздушном транспорте ОАО «Аэрофлот»), известный в мире специалист в области исследований поведения титановых сплавов, широко используемых в современной авиационной отрасли. Имея плотность алюминия, они в два с лишним раза превосходят его по прочности. Из титанового сплава изготавливаются диски авиадвигателей, разрушение которых приводит к аварийным ситуациям или даже к самым фатальным последствиям — крушению воздушного судна.

— Необходимо совершенно новое понимание усталости металла, потому что модельные представления о сроке эксплуатации материала не отражают реального его поведения. Основополагающим фактором дефектности может быть является волокнистая структура материала — заложенная на этапе изготовления неоднородность его структуры. В результате именно на таких неоднородностях могут возникать трещины, что становится главной помехой для безопасной

эксплуатации дисков. В США предпринимались попытки повысить однородность материалов за счёт отливки единой конструкции — диска совместно с лопатками. Однако этот путь на сегодняшний день представляется тупиковым, что связано с процессами сверхмногоциклового усталости, когда трещины зарождаются под воздействием средств неразрушающего контроля не представляется возможным, — подчеркнул профессор А.А. Шанявский.

Благодаря пониманию природы этих явлений в России осуществлён переход на новые регламенты технического обслуживания и контроля, обеспечивающие своевременную смену дисков, что повышает безопасность эксплуатации воздушных судов.

Значимый вклад в изучение этих проблем внесён и томскими учёными. Институт физики прочности и материаловедения является лидером в исследовании процессов накопления повреждений в материале. Школа академика В.Е. Панина по праву считается одной из ведущих в мире, и она развивается весьма стремительно.

## Рак: загадка и отгадка

Благодаря мультидисциплинарным подходам, лежащим в основе мезомеханики, удалось получить результаты, имеющие значимое фундаментальное значение для такого направления медицины, как онкология. Значимую роль при получении этих результатов сыграло такое базовое понятие, как кристалл, прочно укоренившееся сегодня в мире различных иерархически организованных систем живой и неживой природы.

Фото В. Бобрецова  
 (Окончание на стр. 9)

