

**XVI ЗИМНЯЯ ШКОЛА
ПО МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД
(Механика сплошных сред
как основа современных технологий)**



*А.А. Роговой,
доктор физико-
математических наук,
заместитель директор
по науке,
Институт механики сплошных
сред УрО РАН*

С 24 по 27 февраля 2009 года прошла XVI Зимняя школа по механике сплошных сред – традиционное научное мероприятие, которое Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН проводит более тридцати лет.

В работе Школы приняло участие 335 человек, в том числе 2 академика РАН, 4 члена-корреспондента РАН, 56 докторов и 94 кандидата наук, 131 аспирант и студент.

Участники прибыли из 20 городов России, представляли 37 организаций, из них – 15 институтов РАН и 16 университетов. Это представители МГУ им. Ломоносова, Тульского государственного университета, Пермского государственного университета им. А.М. Горького, Пермского государственного технического университета, Уральского государственного университета (Екатеринбург), Южно-Уральского государственного университета (Челябинск), Челябинского государственного университета, Дальневосточного государственного технического университета (Владивосток), Кубанского государственного университета (Краснодар), Волгоградского государственного технического университета, Ульяновского государственного университета, Северо-Кавказского государственного технического университета (Ставрополь), Орловского государственного технического

университета, Самарского государственного университета, Российского федерального ядерного центра – Всероссийского НИИ технической физики им. акад. Е.И. Забабахина (Снежинск, Челябинская обл.), Института машиноведения УрО РАН (Екатеринбург), Института электрофизики УрО РАН (Екатеринбург), Института иммунологии и физиологии УрО РАН (Екатеринбург), Института проблем механики РАН (Москва), Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ) (Москва), НИИ механики МГУ (Москва), Института прикладной механики РАН (Москва), Института физики Земли РАН (Москва), Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (Москва), Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Москва), Института проблем комплексного освоения недр РАН (Москва), ФГУП Государственного НИИ химии и технологии элементоорганических соединений (Москва), Нижегородского филиала Института проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оп-



тики, Института проблем машиноведения РАН (Санкт-Петербург), Учреждения РАН Научная станция РАН (Бишкек), Объединенного института высоких температур РАН (Долгопрудный, Московская обл.), Института геофизики СО РАН (Новосибирск).

Школа была организована Институтом механики сплошных сред УрО РАН, Национальным комитетом по теоретической и прикладной механике, Научным советом РАН по механике деформируемого твердого тела при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Министерством промышленности, инноваций и науки Пермского края. Оргкомитет конференции возглавил академик РАН В.П. Матвеев. В ходе научного форума прочитаны и обсуждены 13 пленарных докладов, 196 устных докладов и 88 стендовых докладов по фундаментальным и прикладным проблемам механики сплошных сред. По материалам конференции подготовлены и изданы сборник тезисов докладов и сборник материалов Школы, последний «Механика сплошных сред как основа современных технологий» – на электронном диске.

Зимние школы в ИМСС давно вошли в традицию. Они организуются начиная с 1975 года, обычно – один раз в два года. С 1995 года наряду с российскими учеными и их коллегами из стран СНГ в работе участвуют ученые из дальнего зарубежья.

Тематика последней XVI Зимней школы была следующей:

– вычислительная механика сплошных

сред;

- актуальные проблемы упругости, пластичности и вязкоупругости;
- физика и механика мезо- и наноструктурных систем;
- конвекция, гидродинамическая устойчивость и турбулентность;
- гидродинамика многофазных сред;
- гидродинамика неньютоновских жидкостей и жидкостей с особыми свойствами.

На секции «Актуальные проблемы упругости, пластичности и вязкоупругости» сделаны доклады по следующим основным направлениям:

- модели для описания поведения материалов при сложных термомеханических нагружениях;
- многоуровневые модели материалов, учитывающие эволюцию микроструктуры, фазовые превращения, накопление поврежденности;
- разработка эффективных аналитических и численных методов решения нелинейных краевых задач механики деформируемого твердого тела (МДТТ);
- решение актуальных прикладных задач исследования технологических процессов, анализа деформирования и разрушения конструкций и деталей;
- подходы, методы и результаты решения задач геомеханики.

Практически все указанные направления исследований относятся к весьма актуальным в современной МДТТ, о чем свидетельствует возрастающий поток публикаций в журналах. При этом особое

внимание в последнее десятилетие механики уделяют материаловедческим проблемам, созданию моделей материалов на стыке механики и физики твердого тела, позволяющих проектировать материалы с требуемыми свойствами (функциональные материалы).

Вклад российских исследователей в решение указанных выше проблем высоко оценивается зарубежными коллегами, о чем свидетельствует постоянно растущее количество публикаций российских ученых в ведущих международных журналах. Ученики ведущих российских исследователей работают во многих научных центрах мирового уровня.

На секции «Физика и механика мезо- и наноструктурных систем» были заслушаны 24 устных и 26 стендовых докладов, посвященных экспериментальным и теоретическим исследованиям влияния нано- и мезоструктуры на деформационные свойства и разрушение металлов, керамик, стекол и композитов в широком диапазоне интенсивностей нагружения. Актуальными и соответствующими современным мировым тенденциям являются доклады, посвященные исследованию роли закономерностей структурного скейлинга в развитии ансамблей дефектов в механизмах пластичности, переходах от дисперсного к макроскопическому разрушению, проведенные с использованием современных методов структурного анализа. Оригинальные результаты получены при изучении аномалий механических свойств объемных нанокристаллических материалов, в ходе исследования универсальных закономерностей скейлинга при разрушении горных пород с

приложениями в области прогноза сейсмических явлений. Следует также отметить, что собственно «механические» аспекты исследований поведения материалов при квазистатическом, усталостном, динамическом и ударно-волновом нагружении получили качественное развитие в ряде докладов, где переменные, характеризующие поведение структуры материалов, не «играли подчиненную роль» в отношении традиционных переменных (напряжение, деформация, скорость деформации), что позволило предложить качественно новые объяснения ряду эффектов, имеющих фундаментальное и прикладное значение (переход от поли- к субмикроструктурному состоянию в металлах и сплавах, статистика фрагментации и механизмы диссипации в стеклах и керамиках).

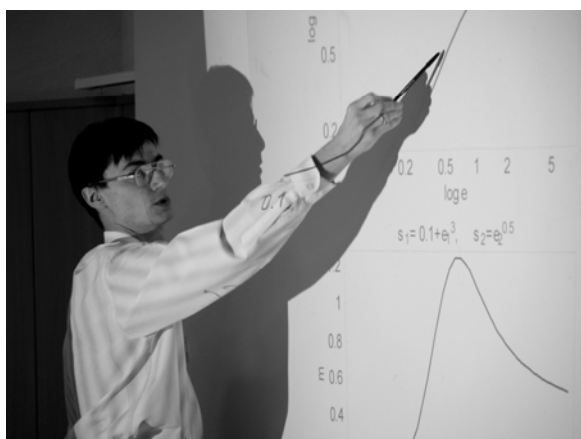
Доклады, включенные в программу секции «Конвекция, гидродинамическая устойчивость и турбулентность», касались следующих направлений:

- термо- и концентрационно-капиллярная конвекция;
- конвекция во вращающихся слоях и полостях;
- конвекция в условиях модуляции параметров и вибрационная конвекция;
- конвекция проводящих жидкостей;
- точные решения уравнений гидродинамики идеальной жидкости;
- численное моделирование трехмерных ламинарных и турбулентных течений.

Все указанные направления являются важными и актуальными с точки зрения мировой науки. Российским ученым принадлежит безусловный приоритет в исследовании вибрационной конвекции. Приоритетными также являются экспериментальные работы по исследованию концентрационно-капиллярной конвекции.

Результаты исследований трехмерных турбулентных режимов над пологом леса, выполненные в сотрудничестве с французскими учеными и поддержанные в рамках программы Европейских комиссий FP6, являются новыми.

Доклады, включенные в программу секции «Гидродинамика многофазных



сред», были посвящены следующим вопросам:

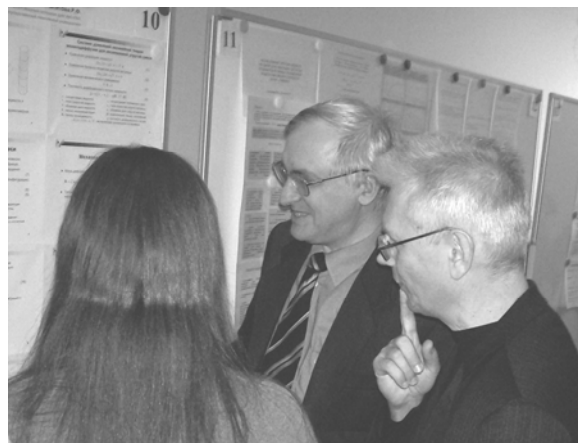
- поведение изолированных пузырей и капель в стационарных и пульсационных потоках, в том числе с учетом движения контактной линии;
- взаимодействие включений в пульсационном потоке, динамике пузырьковой среды;
- диффузия поверхностно-активного вещества (ПАВ) из капли;
- двухфазная фильтрация;
- образование и эволюция газовых гидратов в пористых средах.

Все эти направления являются важными и актуальными с точки зрения мировой науки. Российским ученым принадлежит безусловный приоритет в исследовании вибрационной гидродинамики многофазных сред.

Работы по исследованию влияния вибраций на двухфазную фильтрацию и по диффузии ПАВ из капли являются новыми, так же как и направление, касающееся формирования и эволюции газовых гидратов. Последнее направление еще и чрезвычайно актуально.

Тематика докладов, представленных на секции «Магнитные жидкости и жидкие кристаллы», охватывала проблемы структурных и фазовых переходов в дипольных системах, влияния этих переходов на физические и реологические свойства магнитных жидкостей, вопросы структурно-механических особенностей мягких магнитных материалов. Эти проблемы, безусловно, относятся к категории наиболее актуальных в области науки о дипольных и магнито-дисперсных системах, но пока далеки от окончательного решения. Анализ публикаций в мировой научной литературе показывает, что данные, полученные различными методами (экспериментальными, аналитическими и численными), зачастую противоречат друг другу. Участники Школы провели активное обсуждение сложившейся ситуации, обменялись имеющейся информацией и наметили наиболее перспективные пути исследований.

Среди устных докладов следует особо отметить работы А.Ю. Зубарева «Реоло-



гия концентрированных суспензий», П.В. Меленева, Л.С. Польшгаловой, Ю.Л. Райхера и В.В. Русакова «Структурно-механическая модель магнитного эластомера», А.Ф. Пшеничникова «Магнитофорез и седиментация частиц в магнитных жидкостях», которые отличались не только научной новизной результатов, но и широтой охвата материала. Эти доклады в полной мере обеспечили обучающую функцию Школы по данной секции.

Качественно новые интересные результаты по тематике секции были представлены в устных докладах А.В. Лебедева и С.Н. Лысенко «Физические свойства коллоидных растворов магнетита, стабилизированных полиоксипропиленом», А.А. Божко, Ю.К. Братухина, Ю.Э. Габтрашитова и В.К. Завалина «Конвекция магнитной жидкости в шаровой полости», П.В. Меленева, Ю.Л. Райхера и V. Dupuis «Намагничивание сферического магнитного микрокомпозита». Материалы, представленные в этих докладах, развивают и дополняют имеющиеся представления о структуре дипольных систем с сильными межчастичными взаимодействиями. Знакомство с содержанием докладов позволяет обоснованно утверждать, что российские ученые оказывают существенное влияние на развитие механики и физики дипольных систем в целом и науки о мягком магнитном веществе (магнитных жидкостях, магнитных эластомерах, феррогелях) в частности.

Работа секции по единодушному решению участников, принятому уже во время Школы, завершилась проведением круглого стола по теме: «Влияние межчастичных взаимодействий на физико-ме-



ханические свойства магнитных дисперсий». На этой встрече было сделано дополнительно четыре авторских устных доклада (докладчики – А.О. Иванов, А.Ф. Пшеничников, Ю.Л. Райхер, А.Ю. Зубарев), встреченных с большим вниманием. Каждый доклад сопровождался бурной дискуссией.

В России работой по научной тематике, которой была посвящена секция «Магнитные жидкости и магнитные жидкие кристаллы», заняты сильные группы исследователей в Перми, Екатеринбурге, Москве, Уфе, Курске, Красноярске и Ставрополе. Явным признаком популярности научного направления можно считать активное участие в докладах молодежи. В работе секции приняли участие 24 молодых ученых, аспиранта и студента.

На XVI Зимней школе было представлено в основном два направления исследований в области магнитной гидродинамики:

- проблема генерации магнитных полей потоками проводящей жидкости (МГД-динамо);
- создание технологических МГД-устройств.

Это наиболее актуальные направления исследований в мировой магнитной гидродинамике. Представленные доклады показывают, что российские ученые удерживают свои позиции в магнитной гидродинамике, получая результаты са-

мого высокого уровня и в фундаментальной, и в прикладной областях. К сожалению, нужно констатировать, что заметно сузилось количество коллективов, работающих в России в этом направлении. По сути, в секции все доклады были сделаны только представителями Москвы (теоретические работы) и Перми (эксперименты и теория).

В последние годы наметилась тенденция повышения интереса выпускников вузов к научной работе в области МДТТ; большая часть участников конференции представлена молодыми учеными, аспирантами и студентами. К сожалению, мало кандидатов наук в возрасте 35–40 лет, готовых к защите докторских диссертаций в ближайшее время. Возраст профессоров, докторов наук – от 50 лет, основная часть – 60 лет и более. Если ситуация кардинально не изменится в ближайшие 2–3 года, то через 5–10 лет руководить научной работой молодых ученых будет некому.

Оснащенность экспериментальным оборудованием и приборами за последние 2–3 года существенно улучшилась как количественно, так и качественно: большая часть научного оборудования соответствует лучшим мировым образцам. Существенно возросла оснащенность научной работы современными высокопроизводительными вычислительными системами.

Участники Школы отмечают ее высокий научный уровень, хорошую организацию и интенсивность работы, актуальность пленарных и устных докладов, возможность широкого и глубокого обсуждения вопросов, вынесенных в программу специалистами различных направлений механики сплошных сред.

Представленные доклады продемонстрировали существенный прогресс в разработке комплексных моделей поведения сплошных сред и использовании их для исследования реальных процессов.