

**НАУЧНЫЕ СБОРЫ**

# Вечно новая наука

В последние августовские дни в Нижнем Новгороде прошел юбилейный X Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, организованный Российским национальным комитетом по теоретической и прикладной механике.

Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике был образован в 1956 году для решения разных вопросов, в том числе для проведения всевозможных научно-организационных мероприятий внутри страны, включая Все-союзные съезды по механике (уже через четыре года они стали регулярными) и международные специализированные научные симпозиумы по актуальным проблемам механики (многие из них проходили в Новосибирске). В своё время (1976—1980 гг.) председателем Национального комитета по теоретической и прикладной механике был академик М.А. Лаврентьев; сегодня его возглавляет академик Г.Г. Чёрный, он же стал председателем Оргкомитета съезда в Нижнем Новгороде.

Работа съезда проходила по трём секциям: общая и прикладная механика, механика жидкости и газа, механика деформируемого твёрдого тела плюс комплексные подсекции. В научном форуме приняли участие около 1200 человек, среди которых — ведущие учёные-механики из разных городов России, исследователи из других стран. Особенно примечателен тот факт, что с докладами выступили представители как научно-исследовательских институтов, в частности, четырёх новосибирских: из СО РАН — ИТПМ (самая многочисленная делегация), ИГиЛ, ИТ, ИВТ, так и высших учебных заведений. Это наглядно продемонстрировало взаимодействие академической и вузовской науки; немаловажно и лидирующее положение Российской академии наук, вновь продемонстрированное на съезде.

Участниками были представлены для обсуждения результаты научных исследований по наиболее актуальным и важным проблемам, связанным с разработкой научных основ при создании космической и авиационной техники, решении проблем энергетики, строительства и транспорта, оборонного комплекса, исследованием природных и техногенных процессов, теории управления, механики новых материалов и нанотехнологий, биомеханики и многих других.

«Современная механика, — как отмечают академик РАН Г.Г. Чёрный и член-корреспондент РАН Е.В. Ломакин, — это вечно новая и важнейшая фундаментальная наука со своими подходами к решению сложных проблем с использованием теоретических и экспериментальных методов, а также методов численного моделирования, которые непосредственно связаны с построением математических моделей реальных явлений и объектов. Данные модели, как правило, носят универсальный характер и могут быть использованы для прогнозирования возможных ситуаций, предсказания нежелательных явлений и предотвращения катастроф. Механика — это наука, не только имеющая выдающиеся исторические достижения, но и быстро развивающаяся, позволяющая описывать поведение новых объектов, явлений и материалов с учётом широкого спектра их свойств и возможных процессов, результаты научных исследований которых направлены на решение многих актуальных и жизненно важных проблем».

Действительно, практически все механизмы, которые двигаются и работают на земле и под землей, перемещаются по воде и под водой, в воздушном и безвоздушном пространстве, все наземные и подземные сооружения, а также механизмы, с помощью которых они созданы, основаны на решениях проблем, которыми занимается механика. Без её развития невозможно использовать достижения многих других естественных наук, и эта взаимосвязь весьма плодотворна. Различного рода техногенные катастрофы во многих случаях связаны с ошибками проектирования вследствие недостаточного знания законов механики (этому есть много примеров — разрушения мостов, зданий, конструкций и других сооружений). Механика внесла неоценимый вклад в создание ракетной техники, в космонавтику, атомную энергетику, создание систем управления, развитие медицинской аппаратуры, способствовала созданию систем вывода на орбиту искусственных спутников Земли и других космических аппаратов.

С помощью подходов механики успешно описываются явления, происходящие в мантии Земли, изучаются процессы, опре-



деляющие динамику извержения вулканов, оцениваются параметры вулканических систем, не поддающихся непосредственному измерению, что позволяет прогнозировать возможные последствия извержений. Большой раздел механики связан с исследованием свойств новых конструкционных материалов. Достижениями учёных-механиков и инженеров пользуется человечество во всем мире в каждый момент своего существования. Невозможно в рамках газетной статьи перечислить все области приложения этой науки и направления исследований, развитием которых занимаются учёные. На съезде были представлены доклады по всем основным направлениям научной деятельности институтов-участников, равно как и математические проблемы механики сплошной среды.

Связано это с тем, что математические модели окружающего мира служат основным инструментом его познания. Они позволяют описывать природные явления и предсказывать их ход, адекватно описывать различные сложные явления (например, полёт самолета, движение вод в океане). Механика сплошной среды всегда ставила задачи, которые стимулировали развитие новых разделов математики, таких как теория обобщенных решений нелинейных дифференциальных уравнений, теория симметрий и законов сохранения, теория особенностей и пр. В настоящее время потребности практики и развитие фундаментальной науки требуют совершенствования известного и создание нового аналитического аппарата для адекватного описания многомерных движений жидкости и газа, сложных многофазных и многокомпонентных сред.

Именно аналитические методы являются основой при построении математических моделей, исследовании их корректности при постановке различных начально-краевых задач. Методы теории нелинейных дифференциальных уравнений, современного функционального анализа, топологические и алгебраические методы дают описание тонкой структуры движений сплошных сред: вихревых образований, роста и обрушения волн, возникновения и развития сингулярностей (коллапсов) на многообразиях меньшей размерности и др. Аналитические методы оказываются полезными при конструировании и верификации численных алгоритмов, точные решения служат также тестами для компьютерных кодов.

Сотрудниками теоретического отдела Института гидродинамики по данной тематике были сделаны доклады по четырём направлениям работы съезда: гидродинамика; аэродинамика и газовая динамика; физико-химическая механика сплошных сред; механика природных процессов. Шла речь о новых математических моделях динамики атмосферы и океана, исследовались крупномасштабные движения жидкости и газа на вращающейся притягивающей сфере, задача о движении цилиндра в слое жидкости в нелинейной постановке, обобщенные решения в задаче о движении вязкого газа.

Ряд выступлений на съезде был посвящён отысканию и анализу точных решений уравнений гидро-, газовой и магнитной гидродинамики на основе современных группо-

вых и геометрических методов. В частности, в докладе д.ф.-м.н. А.П. Чупахина был представлен теоретический анализ автомодельного вихря Овсянникова — многомерного завихренного движения газа, обобщающего классические одномерные движения.

Д.ф.-м.н. В.Ю. Ляпидевский представил на секции «Механика жидкости и газа» пленарный доклад, посвящённый новым математическим моделям динамики атмосферы и океана. Оригинальная идея нового подхода к моделированию важного фактора волновых движений — процессов турбулентного перемешивания в двухслойном течении стратифицированной жидкости — состоит во введении промежуточного слоя со своим набором осреднённых по течению физических параметров (скорость, плотность, толщина и пр.).

Трёхслойная схема течения позволяет описывать распространение и обрушение поверхностных и внутренних волн и хорошо согласуется с известными натурными и лабораторными экспериментальными данными. Обнаружен новый класс течений жидкости — солитоны на границе промежуточного слоя. Они обладают уникальной способностью к переносу начального импульса и массы на большие расстояния. Представленные модели мелкой воды с учетом дисперсии и перемешивания применимы к широкому классу течений различных масштабов, как в атмосфере, так и в океане. Перспективным представляется их использование в описании реальных процессов, таких как Новороссийская бора, глубоководные подводные «водопады», перемешивание в реках и эстуариях. Данные исследования были особенно отмечены в пленарном докладе академика Р.И. Нигматулина (Москва).

Доклад д.ф.-м.н. И.В. Стуровой был посвящён задаче о движении погружённого тела в жидкости под ледяным покровом. Необходимость исследования процессов в ледяном покрове, вызванных различными источниками возмущений, обусловлена проблемами освоения полярных районов Мирового океана.

В теории тепловой гравитационной конвекции теоретико-групповые методы позволили получить обобщения классических решений Г.А. Остроумова и Р.В. Бириха, описывающих стационарные течения в вертикальных трубах и плоских слоях, на случай трёхмерных и нестационарных движений, а также течения двухслойной жидкости. Этому вопросу были посвящены доклады чл.-корр. РАН В.В. Пухначёва (ИГиЛ СО РАН), профессора В.К. Андреева и др. (ИВМ СО РАН). Эти и остальные научные результаты, представленные на X Съезде учёными ИГиЛ, вносят большой вклад в математические основы механики сплошных сред, способствуя решению конкретных задач. Среди докладчиков из ИГиЛ были два доктора наук в возрасте до 40 лет (С.В. Головин и А.А. Чесноков), что свидетельствует о «подкреплённости» данной области механики высококвалифицированными молодыми и перспективными кадрами. А значит — она имеет хорошие перспективы развития.

На подсекции «Физико-химическая механика сплошных сред» (из направления «Физика и механика высокоэнергетических про-

цессов») от ИГиЛ представлялись такие темы как экспериментальное исследование детонационного сжигания угольно-воздушной смеси с добавкой водорода в вихревых плоскорадиальных камерах диаметром 204 и 500 мм, скорость пламени при высоких давлениях и температуре, непрерывная детонация топливно-воздушных смесей в режиме автоэжекции воздуха, численное моделирование вязких детонационных течений.

Из интересных работ, посвящённых горению и детонации и представляющих новые результаты, следует также отметить пленарный доклад академика В.А. Левина (Институт механики МГУ) о некоторых нетрадиционных способах инициирования детонации и доклады его учеников.

Работа секции «Механика деформируемого твёрдого тела» проходила по семи подсекциям. При проектировании машин, зданий, самолетов, ракет, кораблей, подводных лодок конструкторы для выбора необходимых размеров проводят расчёты этих изделий на прочность, устойчивость и долговечность. Механика деформируемого твёрдого тела как раз и разрабатывает теоретические основы этих расчётов.

Таким образом, на научном форуме рассматривались вопросы теории упругости и вязкоупругости, теории пластичности и ползучести, динамические процессы в деформируемых средах, механика разрушения и повреждений, неклассические модели механики деформируемого твёрдого тела, механика контактного взаимодействия и проблемы оптимизации надёжности и безопасности.

Создание экспериментальных установок на базе новейшей техники, исследование на них механических свойств современных материалов, построение экспериментально обоснованных многоуровневых моделей механических явлений, создание и развитие методов решения задач расчета конструкций и использование их в промышленности — вот темы, по которым были сделаны доклады на секции III. Был рассмотрен широкий круг вопросов: особенности трансверсально-изотропной упругой модели геометрии материалов, аналитические и численные методы решения соответствующих динамических уравнений; исследование нового композиционного материала на основе меди с упругоуплотняющей фазой в виде включений-агломератов нанокompозита Cu-TiB<sub>2</sub>; закономерности деформирования квазиполимерного двухкомпонентного полиуретанового материала дуотан QA965 в диапазоне температур 20°—1000°С; изгиб пластин при ползучести применительно к авиационным материалам; использование кинетических уравнений ползучести и повреждаемости для деформирования титанового сплава Т17 и многие другие.

Особо можно выделить доклад чл.-корр. РАН Б.Д. Аннина, где рассматриваются особенности трансверсально-изотропной упругой модели геометрии материалов, аналитические и численные методы решения соответствующих динамических уравнений. Обсуждается построение определяющих уравнений пластичности для описания процессов формообразования панели крыла самолета SSJ-100.

От Института теоретической и прикладной механики на съезде были представлены доклады по всем основным направлениям научной деятельности, а именно: математическое моделирование в механике, аэродинамика, физико-химическая механика, механика твёрдого тела, деформации и разрушения.

Большой интерес вызвал пленарный доклад профессора Ю.С. Качанова, посвящённый обнаруженному недавно в исследованиях его группы явлению детерминированной турбулентности, которое означает возможность стохастического (непредсказуемого) поведения динамических систем с очень малым числом степеней свободы. Найденное же сибирскими учёными явление детерминированной турбулентности имеет почти противоположный смысл и означает экспериментально доказанную возможность детерминированного (предсказуемого, воспроизводимого) поведения очень сложных динамических систем с очень большим, практически бесконечным, числом степеней свободы (типа воздушного потока в пограничном слое летательного аппарата).