

СО АН: ЛЮДИ И ГОДЫ

# Преданность механике

5 ноября 2010 года исполняется 70 лет Василию Михайловичу Фомину — действительному члену Российской академии наук, профессору, доктору физико-математических наук, известному учёному в области математического моделирования задач механики сплошных сред и машиностроения, основателю научной школы по моделированию ударно-волновых процессов в многокомпонентных и гетерогенных средах.

Академик В.М. Фомин — директор Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН, заместитель председателя и член Президиума Сибирского отделения РАН, член бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, председатель Объединённого учёного совета СО РАН по энергетике, машиностроению, механике и процессам управления, заведующий кафедрой аэрофизики и газовой динамики Новосибирского государственного университета, профессор кафедры аэрогидродинамики Новосибирского государственного технического университета.

Академик В.М. Фомин — лауреат Государственной премии СССР (1981), премии Совета министров СССР (1990), премии имени В.А. Коптюга (2009). Награжден орденами Почёта (2001), Дружбы (КНР, 2004), медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2008), грамотой Государственной Думы РФ (2007).

Основное направление исследований В.М. Фомина связано с математическим моделированием задач механики сплошных/гетерогенных сред и машиностроения. Им разработан метод аппроксимации уравнения состояния и построены математические модели задач механики сплошных и гетерогенных сред с учетом неравновесных физико-химических процессов. Развитие метода аппроксимации позволило найти решения в аналитической форме с одно- и двухфункциональным произведением дифференциальных уравнений в частных производных как для гиперболических, так и эллиптических уравнений с вырождением порядка. На их основе удалось решить в замкнутом виде класс задач о газовых струях, построении сверхзвуковых сопел по заданному распределению скоростей на них и др.

С использованием аналогии С.А. Христиановича между плоскими стационарными движениями газа и движениями газа в пористых средах, не следующих закону Дарси, данный метод был им успешно применен к задачам нелинейной теории фильтрации газа в угольных пластах, к исследованию нелинейных задач распространения ударных волн в конденсированных средах.

Следующий цикл работ связан с построением математических моделей и соответствующих математических технологий для их реализации при описании течений смесей газ — твердые реагирующие/инертные частицы. Созданные методы расчета нашли применение в задачах химической технологии и в моделировании процессов в РДТТ. Результаты этой работы вошли в монографию «Сверхзвуковые двухфазные течения в условиях скоростной неравновесности частиц», подготовленную в соавторстве с Н.Н. Яненко, Р.И. Солоухиным, А.Н. Папыриным (Новосибирск, 1980), были внедрены в заинтересованных организациях.

В эти годы им изучено ударное взаимодействие частиц с преградами и образование отрывных зон, формируемых частицами, отраженными от затупленного тела. Этот эффект приводит к значительному снижению силового воздействия на тело. В результате был предложен и зарегистрирован способ снижения сопротивления затупленных тел, движущихся в атмосфере со сверхзвуковой скоростью.

Впервые обнаружен эффект образования покрытия на поверхности тела в «холодном» ( $T_0 = 280\text{ K}$ ) сверхзвуковом двухфазном потоке при скорости частиц алюминия  $\sim 500\text{ м/с}$  и показано, что принципиальную роль в формировании покрытия играют скорость частиц и коллективные эффекты, связанные с соударением частиц между собой и с поверхностью тела. Проведенные исследования дали начало новому научному направлению — «Физические процессы нанесения покрытий высокоскоростными частицами в твердом состоянии» и новому низкотемпературному методу нанесения покрытий — холодному газодинамическому напылению. Созданное оборудование и технологии защищены патентами РФ, США, Китая, Евросоюза и др.

Построение математических моделей, описывающих поведение конденсированных тел при больших динамических нагрузках, являлось чрезвычайно актуальной задачей в связи с созданием материалов с наперед заданными свойствами и изучением явлений высокоскоростного взаимодействия деформированных тел. В.М. Фомин предложил математическую модель с неголономным уравнением состояния. Свойства этой системы изучались с применением дифференциальных связей. Результаты этих исследований стали основой для прогнозирования поведения сложных элементов конструкций при экстремальных условиях нагружения.

Им впервые введено понятие импульсного механизма разрушения, которое возникает при соударении тел со скоростью, при которой в зоне взаимодействия температура среды выше температуры плавления. Установлена связь температуры плавления с «пороговой» удельной энергией разрушения, предложенной М.А. Лаврентьевым. Такой подход позволил решить задачи о сквозном пробитии тонких однослойных и многослойных преград компактными ударниками и обнаружить эффект уменьшения диаметра отверстия в преградах, начиная с некоторой критической скорости удара.

Созданный комплекс программ по численному мо-



делированию высокоскоростного взаимодействия тел был внедрен на ряде предприятий страны — в отраслевых НИИ, конструкторских и технологических бюро машиностроительных организаций. За цикл работ по автоматизации проектирования изделий новой техники В.М. Фомину в составе авторского коллектива в 1981 году присуждена Государственная премия СССР.

Научно-педагогическая деятельность В.М. Фомина началась в КГУ на кафедре аэрогидромеханики под руководством заведующего кафедрой доктора физико-математических наук, профессора Г.Г. Тумашева. В соавторстве с ним была написана первая печатная работа и под его руководством защищена кандидатская диссертация на тему «Приближенный метод исследования вихревых движений газа с до- и сверхзвуковыми скоростями».

После переезда в Сибирь наставником В.М. Фомина стал чл.-корр. АН СССР Н.Н. Яненко. За время творческого союза они опубликовали в соавторстве сорок работ в отечественных и зарубежных изданиях.

Василий Михайлович продолжал активную преподавательскую деятельность в Новосибирском государственном университете. В 1979 г. ему присвоено звание доцента по кафедре физической кинетики физического факультета НГУ. В 1982 г. вышло учебное пособие «Численное моделирование высокоскоростного взаимодействия тел». С 1983 г. основные усилия по подготовке кадров он сосредоточил на самолётостроительном факультете Новосибирского электротехнического института, где стал читать курс лекций «Теоретическая гидромеханика». В 1987 г. В.М. Фомину присвоено ученое звание профессора по кафедре самолётостроения НЭТИ.

В 1990-е годы им совместно с учениками построена теория комбинированного разрыва и ударных и детонационных волн в средах типа смесей газа и твердых частиц; разработан метод дифференциального анализатора ударных волн по данным численных расчетов; предложен способ уменьшения сопротивления тел в сверхзвуковом потоке газа с помощью воздействия на головную ударную волну системой частиц; создан и обоснован метод многостадийного разгона тел до высоких скоростей полёта; развита теория гетерогенной детонации реагирующих газозвесей (частиц алюминия, угля в окислительной атмосфере).

В 1990 г. в составе авторского коллектива В.М. Фомина присуждена премия Совета Министров СССР за создание математического обеспечения для моделирования на ЭВМ процессов высокоскоростного взаимодействия тел.

Результаты этих исследований отражены в монографиях: «Ударно-волновые процессы в двухкомпонентных и двухфазных средах» (Новосибирск, 1992), «Высокоскоростное взаимодействие тел» (Новосибирск, 1999), «Foundations of Fluid Mechanics with Applications: Problem Solving Using Mathematica» (Boston, 1999), «Динамика и воспламенение газозвесей» (Новосибирск, 2006), написанных в соавторстве со своими учениками.

Крупные достижения, полученные как в области теоретических исследований, так и в области их практического применения, стали основанием для избрания В.М. Фомина членом-корреспондентом РАН по Отделению проблем машиностроения, механики и процессов управления на вакансию Сибирского отделения по

специальности «механика» (1994 г.).

В 1998 г. официально признана научная школа по моделированию ударно-волновых процессов в многокомпонентных и гетерогенных средах, основателем и руководителем которой является В.М. Фомин.

В 90-е годы институт под руководством В.М. Фомина не только сохранил передовые позиции в фундаментальных исследованиях, но и успешно развивал и внедрял новые наукоемкие технологии, такие как автоматизированные лазерные технологические комплексы, плазменные, пневмоимпульсные технологии, метод холодного газодинамического напыления и другие.

При его непосредственном участии с 1997 г. институт становится членом Международной ассоциации сверхзвуковых труб (STAI), а с 2000 г. — членом-учредителем Европейской гиперзвуковой ассоциации. Установились устойчивые связи со многими институтами Сибирского, Уральского и Дальневосточного отделений РАН. В составе института появился Тюменский филиал.

С начала 2000-х годов В.М. Фомин сосредоточил основные усилия на исследовании управления сверх- и гиперзвуковыми внешними и внутренними течениями путём силового и энергетического воздействия и изучении механических свойств наноструктур и разработке на их основе нанотехнологий.

В рамках первого направления предложены и научно обоснованы два способа объёмного управления химической реакцией превращения природного газа в ацетилен или этилен, что позволило создать промышленные установки и дать обоснование принципиально новой возможной промышленной технологии, коэффициент полезного действия которой в несколько раз превышает известные. С использованием мембранной технологии предложен и обоснован способ выделения гелия из природного газа.

В рамках второго направления с использованием метода молекулярной динамики вычислены механические характеристики наноструктур для бездефектных нанокластеров меди. Получены соотношения континуальной механики для наноразмерных объектов. Указаны размеры нанообъектов, начиная с которых моделирование процессов деформирования методами механики сплошной среды приводит к большим погрешностям.

В 2001 г. В.М. Фомин возглавил кафедру «Аэрофизики и газовой динамики» на физическом факультете Новосибирского государственного университета, читал семестровые курсы лекций «Проблемы аэрофизики» и другие, в НГТУ как профессор кафедры аэрогидродинамики читал годовой курс лекций «Теоретическая гидроаэромеханика». Следует отметить, что для студентов, бакалавров и магистрантов он еженедельно проводит семинар, на котором заслушиваются их работы.

В 2006 г. Василий Михайлович Фомин избран действительным членом РАН по Отделению энергетики, машиностроения, механики и процессов управления на вакансию Сибирского отделения по специальности «Машиностроение».

Научно-организационную деятельность он привычно сочетал с напряжённой исследовательской работой, в том числе и по новым направлениям научного поиска. В последние годы у него проявился интерес к медицинской тематике. Междисциплинарные подходы в исследованиях, связанных с математическим моделированием процессов кровообращения и дыхания, принесли хорошие результаты и получили обобщение в монографии «Система кровообращения и артериальная гипертензия: биофизические и генетико-физиологические механизмы, математическое и компьютерное моделирование» (Новосибирск, 2008). Монография «Cold spray technology» («Технология холодного напыления») опубликована за рубежом (Amsterdam, 2007). В 2010 году вышла в свет монография «Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика».

В.М. Фомин — автор и соавтор более 600 публикаций, из них 16 монографий, 19 патентов на изобретения и авторских свидетельств. Среди его учеников 12 докторов наук, под его руководством успешно защитили диссертации 33 кандидата наук.

Академик В.М. Фомин — член бюро Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, экспертного совета ВАК РФ, бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, бюро Научного совета РАН по проблеме «Тепловые режимы машин и аппаратов», Координационного совета по техническим наукам РАН, вице-президент Лазерной ассоциации по Сибири, член редколлегии журналов «Прикладная механика и техническая физика», «Теплофизика и аэромеханика», «Физическая мезомеханика», «An International Journal on Shock Waves, Detonations and Explosions», «Advances in adaptive data analysis. Theory and Applications», «Тепловые процессы в технике», «Вычислительная механика сплошных сред», член редакционного совета «Инженерно-физического журнала».

В своем юбилейном году В.М. Фомин по-прежнему полон сил и готов к покорению новых научных вершин.

А.В. Фёдоров, д.ф.-м.н., профессор;  
Н.А. Куперштох, к.и.н.;  
Б.М. Меламед, к.т.н.  
Фото В. Новикова