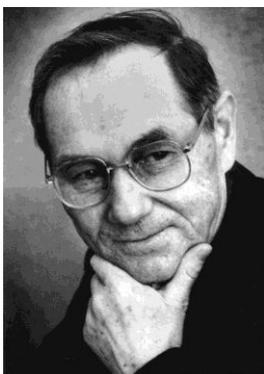


Сильное взаимодействие таланта и воли

К юбилею члена-корреспондента РАН, академика АН РБ М.А. Ильгамова



Выдающемуся ученому в области механики, члену-корреспонденту Российской академии наук, академику Академии наук Республики Башкортостан Марату Аксановичу Ильгамову исполняется 80 лет.

Он родился в Башкирии. В Казани прожил более 36 лет, где прошел путь от аспиранта до одного из руководителей Казанского филиала АН СССР и директора академического института.

М.А. Ильгамов – автор более 280 научных работ, в том числе монографий [1 – 12]. Выдающимся результатом его деятельности стало создание в Казани научной школы по аэрогидроупругости,

известной не только в России, но и за рубежом. Среди его учеников 15 докторов и 45 кандидатов наук, которые ныне работают в различных городах России и в различных странах. Он ученик выдающегося ученого в области теории оболочек, первого доктора физико-математических наук из татар профессора Хаида Музафаровича Муштари (1900-1981). О своем учителе Марат Аксанович тепло вспоминает в книге [8].

Много сил и энергии, огромной воли и целеустремленности, напряженной работы на протяжении более чем 10 лет потребовало от М.А. Ильгамова создание в Казани в 1991 г. Института механики и машиностроения (ИММ КазНЦ РАН), директором которого он являлся с 1991 по 1996 год. Создание института – это научный и организационный подвиг М.А. Ильгамова.

Круг научных интересов М.А. Ильгамова очень широк и охватывает различные области динамики и устойчивости оболочек, взаимодействующих со сплошными средами. Им развита теория сильного взаимодействия тонкостенных конструкций с жидкостью и газом с учетом больших перемещений контактной поверхности. Разработанные эффективные аналитические и численные методы нашли широкое применение в механике. Вместе с учениками им выполнены большие циклы теоретических и экспериментальных исследований систем, которые являются моделями двигателей, трубопроводов, сверхпроводящего кабеля, парашютов, биооболочек и других систем.

Обширные исследования выполнены по колебаниям упругих оболочек. Это – простейшая модель камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя при его неустойчивой работе (акустическая неустойчивость, вибрационное горение) и трубопроводных систем. Проблема рассмотрена в разных приближениях. Результаты исследований обобщены в монографии [1].

Изучено динамическое взаимодействие цилиндрической и сферической оболочек, сплошного упругого заполнителя и газа в полости. Эта система является моделью для изучения динамики твердотопливного двигателя. Рассмотрены статические изгиб и устойчивость под действием собственного веса (перегрузки) системы. Результаты исследований системы оболочка-сплошной упругий заполнитель вошли в монографии [2, 3]. Первая из них была переведена в США на английский язык.

Хотелось бы подчеркнуть, что М.А. Ильгамов брался за решение самых сложных проблем. Одной из них явилось исследование динамики мягкой проницаемой оболочки (парашюта), взаимодействующей с потоком жидкости или газа. Как пишет он в книге [8]: “Отношение трудоемкостей (сложностей) моделирования деформации собственно купола

и обтекания газом этой изменяющейся проницаемой поверхности (взаимодействия сред) имеет порядок 1:100.... Этот класс новых и актуальных задач требовал оригинального, глубокого подхода к их решению”. По воспоминаниям его ученика, профессора Р.Ш. Ги-мадиева, “началу исследований по парашютной тематике предшествовала поездка Марата Аксановича с учениками в 1976 году в Феодосию, где работал филиал Московского ин-ститута парашютостроения. Практически сразу начались совместные работы по исследо-ванию прочности мягких оболочек и купола парашюта, по изучению характеристик про-ницаемости парашютных тканей. Результаты сотрудничества быстро внедрялись в прак-тику конструирования парашютных систем”.

В эти годы под руководством М.А. Ильгамова большим коллективом исследовате-лей проведено изучение статического и динамического поведения мягких оболочек в по-токе жидкости и газа, в том числе моделирование процесса раскрытия парашюта. Были применены методы физического и численного эксперимента и качественного анализа. По этой тематике были защищены докторские и кандидатские диссертации. И эти работы продолжались бы и дальше, если бы не изменилась ситуация в стране. Вспоминая о про-шедших годах работы, ныне работающий в США профессор А.Н.Гильманов отмечает, что “М.А. Ильгамов являлся несомненным лидером в коллективе. Это безусловно стабилизи-ровало работу всей лаборатории, а впоследствии Института. В те времена сотрудники ла-боратории работали с большим энтузиазмом. Между группами велась конкурентная борь-ба, но М.А. Ильгамов, не принимая ничьей стороны, оставался третьей стороной. Воз-можно, в этом также проявлялось его умение руководить большим коллективом, что явля-ется искусством”.

М.А. Ильгамовым вместе с учениками изучены колебательное и среднее движение жидкости около поверхностей, совершающих движение в режиме бегущей волны. Созда-ны экспериментальные модели волновых движителей, определены их средние скорости и средняя тяга. Один из его учеников, профессор В.Л. Федяев отмечает, что “волновые дви-жители – аналог природных устройств, используемых микроорганизмами, рыбами, вод-ными животными при плавании. Основные преимущества их перед традиционными дви-жителями состоят в том, что они высокоэффективны, малошумны, применимы для пере-мещения в высоковязких, сильно загрязненных средах”. Выдающийся математик и меха-ник, академик М.А. Лаврентьев, посетив лабораторию М.А. Ильгамова, дал высокую оценку этим и другим полученным результатам. По рекомендации М.А. Лаврентьева ста-тья по теории одной из моделей волновых движителей и конструктивной схеме была опубликована в “Докладах АН СССР”.



После семинара на даче М.А. Ильгамова (1983 г.)



Профессор Х.М. Муштари, академик М.А. Лаврентьев, профессор М.А. Ильгамов. На втором плане профессор М.М. Зарипов, к.т.н. А.М.Гусев (1979 г.).

Цикл исследований М.А. Ильгамова посвящен экспериментальному и теоретическому изучению продольных колебаний воздуха в трубе, на одном конце которой задан закон движения поршня, другой конец может быть закрыт, открыт или снабжен определенным устройством. При резонансах газового столба и вблизи них возникают периодические ударные волны. Экспериментально было обнаружено существование периодических ударных волн при возбуждении вблизи частоты, вдвое меньшей первой собственной частоты. Дана соответствующая теория. Созданы экспериментальные установки, позволяющие возбуждать колебания газа большой амплитуды. Изучены осесимметричные формы колебаний тонкостенной части трубы, обнаружено образование волн в окружном направлении и “катастрофическое” разрушение.

Отметим, что такие резонансные колебания газа могут приносить вред (в частности, устойчивой работе ракетных двигателей), а могут быть использованы в практических приложениях в промышленности. Например, распыляя воду в интенсивном волновом поле у открытого конца трубы, можно получить мелкодисперсный аэрозоль, который может быть использован для очистки отходящих газов на химических предприятиях. При этом

такой способ получения аэрозоля требует значительно меньших затрат энергии по сравнению с другими. В настоящее время с использованием новейшего экспериментального оборудования в ИММ КазНЦ РАН учеником М.А. Ильгамова, профессором Р.Г. Зариповым продолжается изучение нелинейных колебаний не только газов, но и газокапельных систем (аэрозолей). Оказывается, при достижении резонансных частот происходит ускоренное слияние (коагуляция) и осаждение даже очень мелких (около 1 микрона) капель



Контр-адмирал, академик Н.С. Соломенко знакомится с результатами работы лаборатории (1985 г.)



Академики Н.Н. Красовский, В.В. Румянцев, В.М. Матросов знакомятся с исследованиями лаборатории (1987 г.)

аэрозоля в трубе. Этот эффект может быть использован для создания эффективных методов осаждения очень мелких частиц, когда другие способы малоэффективны.

Сложно в одной статье популярно рассказать обо всех исследованиях М.А. Ильгамова. Поэтому назовем лишь некоторые проблемы, которые отражают многообразие его научных интересов. Им изучено поведение пластин, пологих панелей и оболочек в потоке идеальной несжимаемой жидкости. Выполнены эксперименты с цилиндрической оболочкой и с пологой панелью. Разработаны способы описания взаимодействия проницаемых и непроницаемых тонких оболочек с жидкостью и газом [4,5].

Он поставил и решил ряд нелинейных статических задач изгиба и устойчивости пластин и панелей, соприкасающихся с несжимаемой и сжимаемой жидкостью; статической и динамической устойчивости пластины между жидкостями разной плотности [6,7].

Исследованы важные при численном моделировании вопросы постановки неотражающих и поглощающих условий на искусственной границе расчетной области. Разработан метод искусственных границ около обтекаемого упругого тела, который позволяет существенно упростить вычисления [9].

Получены уравнения динамики трехслойных пластин и оболочек несимметричного по толщине строения, проведен анализ статической и динамической устойчивости, вынужденных и параметрических колебаний, в том числе с учетом гистерезисных потерь в заполнителе. Рассмотрена нестационарная теплопроводность и температурная устойчивость трехслойных пластин. Показано влияние давления в среднем слое на изгиб. Экспериментально исследована устойчивость консольной цилиндрической оболочки, являющейся моделью форсажной камеры двигателей крылатых ракет, при различных действиях.



С академиком Г.Г. Черным
(1988 г.)



С профессором Казанского
университета Н.Б. Ильинским
(1995 г.)

Характерными чертами многих исследований М.А.Ильгамова являются сочетание аналитических, численных и экспериментальных методов, а также прикладная направленность. О его тесных связях с промышленностью вспоминает профессор В.Л.Федяев: “Марат Аксанович много внимания уделял укреплению связей академической науки с производством. Ярким примером тому служит организация под его руководством трех новых лабораторий: динамики машин, проблем прочности и робототехники. Первая из них была ориентирована на решение вопросов на ПО КамАЗ, две последние были созданы по совместному решению АН СССР и Минсельхозмаша СССР для решения конструкторских, технологических задач. Во всех этих трех направлениях было получено много интересных результатов. Очень важно, что спустя десятилетия тот импульс, который был дан М.А. Ильгамовым, остался, разработки продолжают. Для решения различных научно-технических проблем в промышленности им было организовано восемь лабораторий”.

Около двух десятилетий назад появилась фраза “Пузырек горячее солнца”. На М.А. Ильгамова, по его словам, наибольшее впечатление произвело то обстоятельство,

что газ в пузырьке, сжимаясь, становится в какой-то миг плотнее окружающей жидкости. Впервые академик Р.И.Нигматулин рассказал о сверхсжатии пузырьков в 1995 году. Такая работа в ИММ КазНЦ РАН в настоящее время проводится с участием М.А. Ильгамова в лаборатории его ученика, профессора А.А. Аганина, который отмечает, “что решение данной задачи в рамках полной модели требует учета многих факторов и является очень сложным в научном и чисто вычислительном плане. По мере увеличения объема теоретических данных, подтверждающих возможность достижения больших степеней сжатия пузырька, все более острым становился вопрос о реалистичности используемых теоретичес-



Дома у композитора
Рустама Яхина (1984 г.)



Работники науки и культуры на творческом вечере народного артиста СССР композитора Рустама Яхина (1990)

ких моделей. Одной из основных претензий к ним было то, что практически все они предполагают сферическую симметрию процесса, что на практике нереализуемо. Отклонения от сферической формы пузырька при сжатии вызывают резкое понижение достигаемых степеней сжатия. Имея большой опыт в решении задач устойчивости оболочек, Марат Аксанович ясно видел этот недостаток, а потому практически сразу стал вникать в эту архиважную проблему. Им была построена и апробирована оригинальная математическая модель анализа устойчивости сферической формы пузырька”. Им изучены периодические и хаотические колебания трубопроводных систем.

В последние годы в Уфе М.А. Ильгамов развил теорию обратных задач в упругих телах с локальными повреждениями. Если определение собственных частот стержня, трубопровода с заданной трещиной является прямой задачей, то определение местонахождения и размеров трещины по измеренным с помощью приборов низшим частотам является обратной задачей. В математической литературе появилось название “обратные задачи Ильгамова”.

Под руководством М.А. Ильгамова и чл.-корр. РАН Д.А. Губайдуллина коллективом ученых из Татарстана и Башкортостана выполнены совместные исследования и разработки по теме «Развитие теории аэрогидроупругих и волновых систем, ее применение для повышения эффективности работы, надежности оборудования нефтехимии и трубопроводного транспорта». Результаты этой работы удостоены Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники 2012 года. В составе авторского коллектива доктора наук А.А. Аганин, С.Г. Бажайкин, Х.Х. Гильманов, В.Л. Федяев.



Вручение Государственной премии Республики Татарстан Президентом РТ Р.Н. Миннихановым (Казань, 2012 г.)

Необходимо отметить, что М.А.Ильгамов является прекрасным лектором и педагогом. Его лекции интересны и надолго запоминаются слушателям. Он преподавал в Уфим-

ском авиационном институте, Казанском инженерно-строительном институте, Казанском государственном педагогическом институте, Казанском государственном университете, Казанском авиационном институте.

Известны его обширная эрудиция, живой интерес к музыке, театру, поэзии, тонкое чувство юмора. Искренняя дружба связывала его со многими деятелями искусства. Среди них Амирхан Еники, Мустай Карим, Рустем Яхин, Ильгам Шакиров, Роберт Минуллин. Его ценили и поддерживали ученые старшего поколения Х.М. Муштари, К.З. Галимов, Г.Г. Тумашев, П.А. Кирпичников, М.Т. Нужин, Р.Р. Мавлютов и другие. Марату Аксановичу не свойственна суета, он с большим вниманием относится к своим сотрудникам и всегда готов оказать им посильную поддержку.

Монографии М.А. Ильгамова:

1. Колебания упругих оболочек, содержащих жидкость и газ. М.: Наука. 1969. 182 с.
2. Прочность, устойчивость и динамика оболочек с упругим наполнителем. М.: Наука. 1977. 332 с. (соавторы - В.А.Иванов, Б.В.Гулин).
3. Расчет оболочек с упругим наполнителем. М.: Наука. 1987. 264 с. (соавторы - В.А.Иванов, Б.В.Гулин).
4. Studies in Nonlinear Aeroelasticity. New-York-London-Tokyo: Springer-Verlag. 1988. 456 p. (coauthor - E.H.Dowell).
5. Введение в нелинейную гидроупругость. М.: Наука. Физматлит., 1991. 200 с. (китайский перевод – 1994).
6. Статические задачи гидроупругости. Казань: ИММ РАН. 1994. 208 с.
7. Static Problems of Hydroelasticity. Moscow: Nauka. Fizmatlit, 1998. 208 p.
8. Профессор Х.М.Муштари. М.: Наука. Физматлит, 2001. 192 с.
9. Неотражающие условия на границах расчетной области. М.: Наука. Физматлит, 2003. 240 с. (соавтор - Гильманов А.Н.)
10. Физика и химия кавитации. М.:Наука, 2008. 208 с. (соавторы – Е.А. Смородин, Р.Н. Галиахметов).
11. Портреты современников. М.:Физматлит, 2009. 300 с.
12. Резонанс. Москва-Уфа:Гилем, 2012, 223 с. (второе издание: Резонанс. М.:Маска. 2013).

Д.А. Губайдуллин –
член-корреспондент РАН,
директор Института механики и машиностроения КазНЦ РАН

2014 г.