

ПРОФЕССОР Х.М. МУШТАРИ



М. А. Ильгамов



М. А. ИЛЬГАМОВ ПРОФЕССОР
Х. М. МУШТАРИ



Издание второе



Москва
Наука. Физматлит
2001

ББК 22Г
И45

Ильгамов М.А. Профессор Х.М. Муштари. М.: Наука. Физматлит, 2001. 192 с.

ISBN 5-9221-0115-3

В книге члена-корреспондента РАН М.А. Ильганова описываются жизненный путь и научная деятельность выдающегося ученого в области теории оболочек профессора Х.М.Муштари.

Для широкого круга читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Работа над книгой началась в связи с проведением в Казани Международной конференции по теории оболочек в июне 2000 года, посвященной 100-летию Х.М. Муштари, 90-летию К.З. Галимова, 80-летию М.С. Корнишина. Собственно, она представляет собой расширенное изложение доклада, прочитанного автором на конференции¹.

Расул Гамзатов как-то сказал: «Если можешь не писать, то не пиши». Но в данном случае мною двигало не непреодолимое желание, а необходимость. К сожалению, о Х.М. Муштари имеются только публикации официального характера с сухими биографическими данными и краткое описание научного вклада в сборнике его избранных работ², а также газетные и журнальные статьи. Ни сам он, ни ученики и ближайшие соратники не оставили сколько-нибудь развернутого описания его жизни и научной деятельности.

Все меньше остается людей, которые работали и общались с Х.М. Муштари. Свой долг я видел в том, чтобы попытаться рассказать подробнее об этом большом ученом и прекрасном человеке, нашем учителе, поведать, что происходило на моих глазах и как это происходило. Любые воспоминания являются субъективными. Естественно, мои – не исключение.

Книга состоит из четырех глав. В первой даются сведения о жизненном и трудовом пути Х.М. Муштари. Во второй представлен краткий обзор его научных трудов. При этом

¹ М.А. Ильгамов. К столетию Х.М. Муштари // Актуальные проблемы механики оболочек: Труды Межд. конф. Казань: Новое знание, 2000. С. 11–30

² Х.М. Муштари. Нелинейная теория оболочек. М.: Наука, 1990. 223 с.

они освещаются по-разному – одни более-менее полно, другие кратко. Однако это никак не связано с их значением. В третьей главе приводятся сведения об отношениях Х.М. Муштари со своими коллегами, известными учеными-современниками, их оценки его работ как специалистов в области механики, в частности теории оболочек. Эти сведения, как и в предыдущих главах, являются далеко не полными и приводятся только в рамках осведомленности автора.

Личным воспоминаниям посвящена четвертая глава. Они относятся, главным образом, к шестидесятым – началу семидесятых годов, когда Х.М. Муштари активно работал: проводил научные исследования, заведовал лабораторией, готовил аспирантов и руководил институтом.

Кто-то из литераторов в своих воспоминаниях отмечал: «Всегда тяжело писать, когда чувств больше, чем слов». Это говорит писатель. Что же остается делать нам, привыкшим писать научные статьи и книги намеренно сухим языком, который не располагает к эмоциональности и выражению личного отношения. Этим же языком, бесстрастно, строго написано большинство известных мне книг об ученых прошлого в области естественных и технических наук, что, очевидно, предполагает совершенную ясность и изученность фактов, событий, бесспорность оценок.

Подобный стиль в данном случае не подходил, так как в распоряжении автора не было этой ясности и бесспорности. Наоборот, делаются предположения, применяются обороты: «по-видимому», «должно быть» и т.д. Одним словом, в классическом стиле третью и, особенно, четвертую главы я бы никогда не написал. В них часто употребляется слово «я» и описываются события, связанные со мной. Хотя это является естественным, но может у кого-то вызвать раздражение: «взялся писать об учителе, а то и дело сбивается на описание своих переживаний, своей работы».

Однако это делается отнюдь не с целью напомнить о своей персоне, просто запоминаешь в первую очередь связанное с самим собой. Ведь речь идет большей частью о событиях тридцати – сорокалетней давности. Кроме того, невозможно сколько-нибудь полно описать жизнь и творчество ученого, не уделив внимания созданной им научной

школе, а следовательно, и ученикам. А наблюдения хотя бы одного из них могут передать колорит времени, часть той атмосферы, в которой ученый жил, творил, радовался и огорчался. Одним словом, остается привести слова древних: «Feci quod potui, faciant meliora potentes» – «Я сделал, что мог, кто может, пусть сделает лучше».

Приношу благодарность доктору физико-математических наук М.С. Ганеевой и кандидату химических наук М.А. Саитовой за помощь при написании и оформлении книги, доктору физико-математических наук Д.Х. Муштари – за предоставление материалов из домашнего архива.

Особую благодарность выражаю члену-корреспонденту РАН Эдуарду Ивановичу Григолюку, тщательно просмотревшему рукопись и сделавшему ряд ценных замечаний и предложений. Для меня имеют большое значение его слова: «Я рад, что Х.М. Муштари не забыт и Вы публикуете книгу о нем. Она гармонична, и видоизменять ее – значит писать заново». Короткие, но емкие воспоминания Э.И. Григолюка о Х.М. Муштари приведены на последующих двух страницах книги.

Автор будет признателен всем, кто пришлет свои замечания и пожелания по адресу: 420012, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31, ИММ КНЦ РАН; E-mail: ilgamov@anrb.ru.

Предисловие к второму изданию

Материал первого издания оставлен практически без изменения. Добавлено лишь несколько страниц в конце книги.

ОБ УЧЕНОМ И УЧИТЕЛЕ

Я познакомился с Хамидом Музафаровичем Мушта-ри летом 1949 года на пятом этаже здания Института машиноведения АН СССР в кабинете Николая Адриановича Талицкого, бывшего редактором журнала «Прикладная математика и механика». Это был стройный, подтянутый, уверенный в себе человек с симпатичной манерой поведения. Для уверенности у него были все основания. Он уже был известен в стране и за ее пределами своими выдающимися работами по решению конкретных важных задач теории тонких упругих оболочек и формулировке проблем о нелинейном деформировании и устойчивости анизотропных оболочек общего вида. Я имею в виду проблему устойчивости круговой цилиндрической оболочки при кручении концевыми парами, получение при этом критического момента и проблему формулировки нелинейных дифференциальных уравнений оболочек в квадратичном приближении. Его интересовали проблемы устойчивости оболочек, и им он посвятил значительное число работ.

Обо всем этом подробно рассказывается в книге.

Я хотел бы здесь подчеркнуть реакцию Хамида Музафаровича на статью о нелинейном деформировании сферического купола при радиальном давлении, когда зона, прилегающая к контуру, описывается линейными соотношениями, а остальная – нелинейными. Как выдающийся механик, он не мог не заметить, что контур раздела зон деформирования также определяется процессом деформирования, что не понял автор критикуемой работы,

поэтому варьировать нужно не только прогиб оболочки в центре, но и радиус контура сопряжения зон. Обсуждаемая работа свидетельствует, что Х.М.Муштари равно владел и математическим, и механическим анализом в теории оболочек. Это демонстрируют его труды.

Безусловно, Х.М.Муштари был выдающимся специалистом в области теории оболочек, оставившим в ней существенный след. Более того, он был главой крупной механической школы в Казани, объединившей многих талантливых ученых, которые в настоящее время имеют уже собственные научные школы. Его ученики представляют собою редкостное объединение ярких и взаимно связанных ученых, имеющих значительные достижения в современной теории оболочек. В этом огромное счастье и неоценимая заслуга самого Хамида Музафаровича.

Книгу профессора М.А.Ильгамова я расцениваю как естественный дар любимому Учителю, всем специалистам по теории оболочек, которые понимают роль и значение Хамида Музафаровича Муштари как ученого и Учителя.

Член-корреспондент РАН



Э.И. Григолюк

10.02.2001 года
Москва

Глава I

ЖИЗНЬ ДЛИНОЮ В 80 ЛЕТ

Родители

Происхождение рода Муштари, или Муштариевых, связано с Тетюшским уездом Казанской губернии. Этот уезд (теперешний Тетюшский район Республики Татарстан) расположен на правобережье Волги. От городка-заставы Тетюши намного ближе к Симбирску – Ульяновску, чем к Казани (до последней 180 км). Смешанное население (татары, русские, чувашаи) уезда издавна занималось хлебопашеством, скотоводством, садоводством, рыболовством. Большую роль играла пристань.

Дед Хамида Музафаровича по линии отца Тазетдин был указным муллой в деревне Болын-Балыкчы. Его сыновья Минлегам и Музафар получили хорошее образование. Первый из них также стал муллой, а второй посвятил себя служению на ниве просвещения.

Начальную грамоту Музафар освоил в местной школе, а затем обучался в медресе Халиди и в Татарской учительской школе в Казани. Школа эта была основана в 1876 году и сыграла большую роль в воспитании учительских кадров, национальной интеллигенции, общественных деятелей.

С 1885 года Музафар Тазетдинович работает в г. Тетюши учителем русского языка. В этот период он много занимается методикой обучения, составлением учебных пособий. Однако его деятельность не устраивает местные власти, и он вынужден был уехать из уезда.

До 1917 года М.Т. Муштариев учительствует в Оренбурге, Сызрани, Астрахани. Много работает в деревнях, организуя

школы. Сначала он собирал богатых крестьян и прихожан и договаривался об открытии школы, о помещении для нее и т.д. Вел переговоры об учителях и об условиях для них на новом месте. После налаживания работы школы переезжал на другое место, где снова организовывал школу. Известно, что таким образом он организовал более 30 школ в местах проживания татар. Во многих из них был директором. Некоторое время жил в Турции, где преподавал русский язык. Его жена Хасеева Гирфатжан Биктемировна оказывала большую помощь в его работе, учила грамоте девочек.



С родителями

У них было четыре дочери – Сагадат, Магира, Марьям, Файруза. Пятым ребенком был Хамид, который родился в Оренбурге 22 июля 1900 года.

Его имя имеет арабское происхождение и означает «славный». А редкая фамилия Муштари – также арабского происхождения – означает «посредник», «компаньон». Ее связывают также с названием планеты Юпитер. Эти имена пришли в наши края вместе с исламом.

Учителя всегда имели свое подсобное хозяйство-огород. Часто приходилось выполнять разного рода работы на стороне, что было связано с разъездами. Отец брал Хамида с собой, и он с малых лет приучился к труду. Например, помогал отцу, когда тот ездил по деревням в качестве землемера.

После Октябрьской революции по всей республике развернулась небывалая работа по созданию школ, по обучению всего населения. Музафар Тазетдинович во всех этих мероприятиях принимает самое деятельное участие.

Уже осенью 1917 года в селе Клянчицево Тетюшского уезда открывается первое мусульманское училище, где его избирают заведующим. В своем заявлении в Казанский губернский мусульманский отдел по народному образованию он писал: «Я приложил все усилия, чтобы привести заведомое мною училище в надлежащий порядок, не забывая, что оно должно служить путеводной звездой тысячному мусульманскому пролетариату Тетюшского уезда».

В 1918–1920 годах М.Т. Муштариев принимал активное участие в подготовке и переподготовке учителей для татарских школ, был школьным инспектором и заведующим отделом народного образования.

В 1920–1923 годах он снова работает в Оренбурге, затем преподает русский язык и педагогику в Коммунистическом университете имени Ленина в Ташкенте, Узбекском педагогическом институте. В 1924 году он возвращается в Казань и ведет работу в опытно-педагогическом и индустриальном техникумах.

В мае 1927 года общественность Татарии отмечала 40-летие трудовой деятельности этого рыцаря народного просвещения. В преподнесенном адресе говорилось: «Добрый, вдумчивый, отзывчивый, Вы всегда приковываете внимание всех ка-

Герой Труда
Музафар Тазетдинович Муштариев.
1928 год



Марьям, Магира, Хамид. 1907 год

чествами своей личности и оказывает громадное нравственное влияние на учащихся. Вы больше, чем кто-либо другой, помните, что дети – „цветы нашей жизни и будущее человечества”, поэтому с любовью и самоотвержением отдаете свои силы делу обучения подрастающего поколения в духе коммунизма...».

За неустанную работу по просвещению и подъему духовной культуры народных масс, за успехи на этом поприще Музафару Газетдиновичу Муштариеву в 1928 году Президиумом ВЦИК было присвоено звание Героя Труда.

Отметим, что в книге «Герои Социалистического Труда Татарии» имеется статья о М.Т. Муштариеве, а в книге «Татары Среднего Поволжья и Приуралья» (М.: Наука, 1967) есть упоминание о педагогической деятельности Гирфатжан Биктемировны. Педагогические традиции продолжили и все их дети, только Марьям позднее стала врачом.

Школьные и студенческие годы

В связи с частыми переездами семьи с одного места на другое Хамид учился в разных гимназиях и школах. Даже трудно проследить за всеми переездами семьи в этот период. В гимназии он начал учиться в Оренбурге, но основной была учеба в Казани.

В Казанской второй мужской гимназии (здание ее находится на Булаке) всегда отмечали успехи Х.М. Муштари и блестящие способности к точным наукам. Он окончил ее с золотой медалью в 1918 году.

В первый послереволюционный набор в университет принимали всех желающих, кому исполнилось шестнадцать лет. Х.М. Муштари было восемнадцать, как и выпускнику Казанского коммерческого училища Михаилу Алексеевичу Лаврентьеву. По свидетельству самого Х.М. Муштари, записанному журналисткой В. Гудковой: «На первую лекцию невозможно было попасть. В аудитории не только длинные столы, но и проходы были заняты. Сидели даже на полу. Кое-как пробилась к дверям, увидели, как профессор быстро писал на доске и тут же поспешно стирал формулы.

Как многие студенты, я работал: могли учиться только те, кто еще и трудился».



Х.М. Муштари – гимназист



Казань. Вторая мужская гимназия

Х.М. Муштари преподавал математику и физику в русско-татарской школе. Он вспоминал с огорчением, что его учебе очень мешала работа в школах, необходимость подрабатывать. Иногда он заходил к Михаилу Лаврентьеву и видел, что тот всегда много занимался и именно в Казани заложил основу своих математических успехов и разносторонних научных интересов.

Во время захвата Казани белочехами Х.М. Муштари пришлось прятаться в деревне от призыва всех бывших гимназистов. Так поступали многие во времена, когда часто менялась власть.

Работая в физическом кабинете одной из школ, который находился в подвале, он сильно простудился и получил осложнение на почки. Врачи говорили, что он в Казани не выживет. Знаменитый терапевт профессор Зимницкий сказал, что он может выжить только в стране с жарким климатом, типа Египта. В этот период ввиду сложившегося в Казани тяжелого продовольственного положения многие студенты и преподаватели покидают город.



Вид дореволюционного города со стороны второй мужской гимназии



В студенческие годы



Перед Казанским университетом, 1918 год

В 1920 году Х.М. Муштари переезжает в Ташкент, в жаркий арбузный край. Там как раз открылся Среднеазиатский университет, и он становится одним из первых его студентов (на третьем курсе). Здесь наибольшее влияние на него оказал профессор университета Романовский.

Х.М. Муштари учился и одновременно преподавал в Тюркско-татарском училище, где его работу очень ценили, так как педагогов не хватало. Некоторые учителя гимназий, оказавшиеся в результате превратностей гражданской войны и голода 1921 года в Ташкенте, саботировали обучение национальных кадров. Он также принимал участие в так называемых образовательных походах по Средней Азии.

Профессор Романовский предложил выпускнику остаться на его кафедре. Х.М. Муштари ценил своего наставника, но твердо отказался, как и от перспективы трехлетней командировки в Германию.

В Ташкенте он вылечился от своей тяжелой болезни за счет строжайшей диеты, большого количества арбузов и упорядоченной жизни. Здесь же судьба свела его с молодым поэтом Хади Такташем (1901–1931), будущим татарским Есениным. В то время Х. Такташ был секретарем журнала «Дом культуры» и преподавателем литературы в том же Коммунистическом университете, где раньше работал отец Х.М. Муштари. Безусловно, молодые люди мечтают о возвращении в Казань. Это и происходит в 1923 году.

Начало трудовой деятельности

О времени начала трудовой деятельности Х.М. Муштари можно говорить лишь условно, так как, учась в гимназии и университете, он всегда занимался преподавательской работой. Но это была работа по совместительству с учебой.

После возвращения в 1923 году в Казань он был направлен в Народный комиссариат просвещения Татарской Республики, где его назначают ученым секретарем Академического центра.

Это учреждение занималось организацией работы в области культуры, литературы, искусства, подготовки учеб-



Семья Муштариевых в 1937 году.

Сидят (слева направо): Файруза, Сагадат, Гирфатжан Биктемировна, Наиль (воспитанник Г. Кудашева), Латыф Маликов (муж Файрузы), Сафия (жена Х.М.), Наркиз (дочь Х.М. и Сафии). Стоят: Магира, Джаудат (сын Сагадаты), Анна (жена Джаудата), Айсылу (дочь Файрузы), Гульфия (дочь Х.М. и Сафии), Марьям, Ляля (дочь Марьям); 2 ряд: З. Бахтияров (муж Магиры), Узбек и Шамиль Бахтияровы (сыновья Магиры и З. Бахтияровой), Г. Кудашев (муж Марьям), Х.М. Муштары

ников и т.д. Председателем Академцентра сначала был Г. Максудов, а затем выдающийся ученый и литератор, крупный общественный и государственный деятель Г. Ибрагимов (1887–1938). Х.М. Муштари стал также ответственным секретарем журнала «Магариф».

В 1924 году Х.М. Муштари женится на выпускнице пединститута Сафии Хасановне Музафаровой.

Лозунгом времени было: «Учиться, учиться, учиться». Ничего не умея делать наполовину, Х.М. Муштари всецело занялся просветительской деятельностью. Он писал учебники по математике и физике для школ, терминологические словари и научно-популярные брошюры (эти издания приводятся в списке трудов Х.М. Муштари в конце главы II), ездил по разным школам с инспекторскими целями. И одновременно посещал вечерние технические курсы по авиации.

Это было время не только крылатого лозунга о необходимости учиться, но и столь же крылатого лозунга: «Быстрее и выше». Страна строила свою авиацию, и наиболее энергичные молодые люди непременно хотели стать либо авиаконструкторами, либо летчиками. В двадцатые-тридцатые годы авиация была тем же, что в шестидесятые-семидесятые – аэрокосмическая техника.

Конечно, Х.М. Муштари не был исключением – тоже хотел и строить самолеты, и летать. Но в Военно-воздушной академии имени Н.Е. Жуковского у него даже не взяли документы – принимали только военных людей. Он пошел на прием к председателю Реввоенсовета М.В. Фрунзе с просьбой разрешить ему стать авиационным инженером. И получает на своем заявлении резолюцию: «Прошу допустить к экзаменам». Экзамены сданы, однако вывод медицинской комиссии «близорук» закрыл путь в Военно-воздушную академию.

Снова Наркомат просвещения, на этот раз – московский. Здесь Х.М. Муштари работает в качестве инспектора под руководством Н.К. Крупской. Однажды он попросил ее принять его по личному делу. Рассказал все, в том числе о неудачной попытке поступить в Военно-воздушную академию. «Знаете, в университете открылась аспирантура. Я бы похлопотала за Вас», – предложила Н.К. Крупская. В какой-то мере эта беседа определила дальнейшую жизнь и работу Х.М. Муштари.

Аспирантура

С запиской Н.К. Крупской он пошел в университет на Моховую улицу. Вот что записала журналистка В. Гудкова со слов Х.М. Муштари: «Когда Муштари сказал о своем желании учиться в аспирантуре директору Института математики и механики МГУ Д.Ф. Егорову, тот откровенно расхохотался:

– Как, вы мечтаете о науке?

Ему, получившему образование в Сорбонне, намерение юноши казалось дерзостью. Профессор еще раз оглядел молодого человека, усмехнулся:

– А ведь в моем представлении все татары – дворники, старьевщики. Где учились? В Казани и Ташкенте? Нет, вы нам не подойдете!¹

– Я буду учиться в аспирантуре! – в голосе Муштари зазвучали вызывающие нотки. – У самого академика Чаплыгина!

... Попасть к всемирно известному академику было нелегко. Но выход был найден – поехал в ЦАГИ, узнал там домашний адрес Сергея Александровича. Встретил его в подъезде дома.



Х.М. Муштари в начале тридцатых годов

¹ Судьба крупного математика Д.Ф. Егорова сложилась трагично. В 1930 году он был арестован и выслан в Казань, где был помещен в психиатрическую лечебницу. В 1931 году он скончался. Похоронен в Казани на Арском кладбище рядом с могилой Н.И. Лобачевского. Д.Ф. Егоров основал знаменитый журнал «Математический сборник», был президентом Московского математического общества, воспитал многих математиков, среди которых был будущий ректор МГУ академик Г.И. Петровский (см. об этом статью В.А. Садовниченко «22 года во главе МГУ – это подвиг» // Вестник РАН. 2001. Т. 71, №1. С. 55–62).

Отрыв.

Халид Муштарович Муштари за время своей астраханской жизни проявил себя как весьма вдумчивый молодой ученый и обнаружил исключительную работоспособность и настойчивость в работе; несмотря на крайне тяжелые материальные условия и материальную незащищенность, он превосходил все тогдашнее по ка-

чественности образа, Х.М. представлял собой сложившийся научного работника, который по моему убеждению будет с пользою работать и на научном поприще, и в дальнейшем преподавать в высшей школе на кафедре механики.

16/VI 29.

Александр Чаплыгин
Проф. А.А. Чаплыгин

– Что нужно, молодой человек?
– Позвольте проводить Вас, – ответил незнакомый юноша. Академик пожал плечами, но возражать не стал. А спустя некоторое время, сидя за чаем, весело смеялся, снова переспрашивал:

– Значит, быть Вам только старьевщиком?

Оборвав смех, Чаплыгин спросил уже серьезно о знании английского языка. Книги по механике на этом языке.

– А как жить будете? Ведь стипендия аспиранта невелика. Это было почти согласием».

Отметим, Г. Ибрагимов довольно долго не соглашался с отъездом Х.М. Муштари из Казани в Москву для поступления в Военно-воздушную академию и аспирантуру.

Х.М. Муштари сдал вступительные экзамены. При этом С.А. Чаплыгин был строг до придирчивости. Это же отно-

сится и к кандидатским экзаменам по обширным разделам математики, механики и физики.

В отличие от предельно деликатного Н.Е. Жуковского, С.А. Чаплыгин обычно резко, прямолинейно высказывал свое суждение. Его бескомпромиссность поражала окружающих. Однако резкий с теми, кто этого заслуживал, он был добр и внимателен к тем, кто преданно относился к своим обязанностям и вызывал его доверие. Он заботился о них, помогал им. В число таких людей попал и Х.М. Муштари. Например, ему было позволено пользоваться личной библиотекой С.А. Чаплыгина с условием ставить книги на место.

Вот отзыв научного руководителя на аспиранта.

Отзыв

Хамид Музафарович Муштари за время своей аспирантуры проявил себя как весьма вдумчивый молодой ученый и обнаружил исключительную работоспособность и настойчивость в работе; несмотря на крайне тяжелые жилищные условия и материальную малообеспеченность, он превосходно провел все полагающиеся по плану отчеты. Серьезная длительная болезнь в значительной мере помешала Муштари закончить вполне свой стаж к настоящему времени, и он не успел защитить свою специальную тему (он работает над теорией катания твердых тел), однако и в этой области им уже проработана часть довольно обширной литературы, и я надеюсь, что осенью он закончит свою подготовку к профессорской деятельности в полной мере.

Следует отметить, что кроме научной работы он занимался педагогической деятельностью и писал журнальные статьи популярного характера и методологического содержания, имеющие значение для родного ему народа (Муштари – татарин) в смысле установления еще не разработанной на татарском языке научной терминологии.

Таким образом, Х.М. Муштари представляет собою вполне сложившегося научного работника, который, по моему убеждению, будет с пользой работать и на научном поприще, и в деле преподавания в высшей школе на кафедре механики.

16/ VI 29.

Акад. С. Чаплыгин
Проф. (неразборчиво)

Диссертацию на тему «О катании тяжелого твердого тела вращения по неподвижной горизонтальной плоскости» Х.М. Муштари защитил в МГУ в 1929 году. Остается загадкой, почему С.А. Чапыгин, вовлеченный в актуальные проблемы зарождающейся авиации, дал такую тему. Возможно потому, что он сохранил интерес к аналитической механике на всю жизнь, а новичка рассматривал только как математика.

В комиссии по распределению молодому кандидату физико-математических наук предложили остаться в Москве. Однако он захотел вернуться в Казань.

Казанские вузы

К началу тридцатых годов нужда в квалифицированных педагогических кадрах в вузах была чрезвычайно острой. На базе отдельных факультетов и кафедр университета появились Химико-технологический институт, Институт инженеров коммунального строительства, а чуть позже – Авиационный институт.



Здание Казанского государственного педагогического института

После возвращения в Казань с 1 сентября 1929 года Х.М. Муштари работает на должности доцента в педагогическом институте. Затем ему предложили заведовать кафедрой теоретической механики в Институте инженеров коммунального строительства. Здесь он работает с сентября 1930 года по август 1934 года. Но с сентября 1933 года он является также заведующим кафедрой теоретической механики в КАИ, где его деятельность была особо плодотворной. Он работает также на должности заместителя директора КАИ по научной работе (1934–1937 годы).

Один эпизод из тех лет. Принимая экзамен у студента, который был секретарем партийного бюро, Х.М. Муштари поставил ему двойку. При людях тот сказал: «Мы поговорим об этом в другом месте». Однако за это партийный секретарь был подвергнут критике в институтской газете.

Учебные программы, присланные из Москвы, были явно слабыми. Поэтому Х.М. Муштари вместе с С.П. Гудзиком, директором КАИ с 1932 года, послали в Москву свои предложения по их улучшению. Между прочим, эти программы



Здание Казанского авиационного института



Здание Казанского химико-технологического института

были одним из поводов для обвинений руководства института в 1937 году.

Сначала начали активно критиковать С.П. Гудзика. Говоря об учебных планах, он отмечал, что руководство КАИ само ставило вопрос о нежелательности их упрощения. Несмотря на это его посадили на 10 лет. Он остался жив и позднее говорил, что лишь благодаря позиции Х.М. Муштари не был подведен под расстрельную статью. Потом стали критиковать Х.М. Муштари. Люди со значительно меньшей квалификацией начали проверять его лекции. В результате уволили из КАИ с формулировкой: «Ввиду невозможности использовать в оборонной работе».

Не выдержав травли, Х.М. Муштари собрал вещи и сам пошел в НКВД на «Черное озеро». Так и сказал: «Раз меня критикуют, значит скоро арестуют». Возможно, его поступок оказался неожиданным. По-видимому, сыграло свою роль то, что он не был членом ВКП(б), политическая ответственность была меньше. Это было начало 1938 года, пересменка

в карательных органах. Х.М. Муштари сказали, что он может спокойно работать, и отпустили.

С 1934 года Х.М. Муштари по совместительству работал также в Институте математики и механики при КГУ. Здесь сотрудничали лучшие ученые того времени в этой области. Вот их список:

1. Действительные члены – Н.Г. Чеботарев, Н.Н. Парфентьев, П.А. Широков, Н.Г. Четаев, Б.М. Гагаев, К.П. Персидский.

2. Старшие научные сотрудники – В.А. Яблоков, Е.И. Григорьев, И.Д. Адо, Х.М. Муштари, Г.В. Каменков, И.Г. Малкин.

3. Младшие научные сотрудники – М.Ш. Аминов, С.Е. Григорьев, Б.Л. Лаптев, И.А. Щербаков¹.

В 1938 году в связи с резким сокращением финансирования в институте остались лишь 6 человек, среди них был и Х.М. Муштари. Университетские профессора вели научную работу в институте на общественных началах.

Общение с этими учеными, безусловно, имело большое значение для научной работы Х.М. Муштари. Скорее всего, наибольшее влияние оказал Н.Н. Парфентьев, который вообще сыграл большую роль в становлении математики и механики в Казани в послереволюционное время. Будучи председателем Казанского физико-математического общества и руководителем отдела механики в НИИММ, он, безусловно, заслужи-



В конце тридцатых годов

¹ НИИММ им. Н.Г.Чеботарева. 1993-1997/ Под ред. А.М.Елизарова и С.А.Кузнецова. Казань: Изд-во «Казанское математическое общество», 1998. 235 с.

вал материалы и по докторской диссертации Х.М. Муштари. Последняя была опубликована в «Известиях...» этого общества в 1938 году¹. Известно, что реферат на французском языке к публикации был отредактирован именно Н.Н. Парфентьевым.

С февраля 1938 года Х.М. Муштари – на кафедре теоретической механики Химико-технологического института. Здесь он проработал до 1973 года. В 1939–1944 годы был деканом механического факультета.

Научная работа в довоенные годы

Видимо, тема кандидатской диссертации по аналитической механике не увлекла молодого исследователя. Во всяком случае, он больше никогда не занимался данной проблемой. Хотя естественным было бы продолжение исследований в этой области, поскольку в Казани традиционно занимались аналитической механикой (ранее – Д.Н. Зейлигер, А.П. Котельников и другие, в тридцатые годы – Н.Г. Четаев и его ученики). Богатые традиции имелись по гидромеханике (А.Ф. Попов, И.С. Громека и другие). А по теории упругости, насколько известно, в Казани никогда не работали.

В начале тридцатых годов Х.М. Муштари начинает интересоваться именно задачами теории упругости. Неизвестно, кто или что натолкнули его на задачу о кручении упругого призматического тела концевыми моментами. На эту тему им была опубликована статья в первом номере «Сборника научных трудов Казанского авиационного института» (1933).

Постановка этой классической задачи теории упругости была известна. Не касаясь вклада в эту теорию в данной и последующих его статьях на эту тему, отметим следующее. Совершенно очевидно, что занятие этой темой, целенаправленный просмотр литературы по ней натолкнули его на задачу кручения тонкостенной цилиндрической оболочки. Сызг-

¹ *Муштари Х.М.* Некоторые обобщения теории тонких оболочек с приложениями к задаче устойчивости упругого равновесия // Известия Физ.-мат. общества и НИИ математики и механики при Казан. ун-те. Серия 3. 1938. Т.11. С.71-150.

рало роль и то, что со времени аспирантуры у него сохранились связи и с сотрудниками ЦАГИ.

Можно сказать, что десятилетие после окончания университета было предысторией, объективной подготовкой к главному делу его жизни. Впереди были 1934 и 1935 годы, возможно, самые плодотворные годы его научной деятельности.

Таким образом, в отличие, например, от В.З. Власова, который был моложе на 6 лет, Х.М. Муштари не сразу после окончания университета занялся теорией оболочек. Скорее всего, он и не слышал о ней в нача-

ле и середине двадцатых годов. Поэтому они практически одновременно начали заниматься задачами теории оболочек.

Кратко охарактеризуем ее состояние к началу тридцатых годов. Как известно, эта теория, систематизированная и обобщенная английским ученым А.Лявом¹ в нелинейном изложении более ста лет назад, в конце девятнадцатого столетия, оставалась малоизвестной и не находила заметного применения на практике. Тонкостенные оболочечные конструкции начинают широко применяться в двадцатом столетии (металлическое кораблестроение, авиация, нефтехимические сооружения и т.д.), особенно после первой мировой войны, давшей огромный толчок развитию техники. В

¹ Ляв А. Математическая теория упругости. Пер. с англ. М., Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. 674 с.

1938 г.

Том XI сер. 3.

ИЗВЕСТИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

И
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ
ПРИ
КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

имена В. И. Ульянова-Ленина

Publié par la Société Physico-Mathématique de Kazan
et de l'Institut de Mathématiques et Mécanique

3 Série. Tome XI

Отдельный оттиск

X. M. Mushtari. Некоторые обобщения теории тонких оболочек с приложениями к задаче устойчивости упругого равновесия.
Ch. M. Mushtari. Quelques généralisations de la théorie des membranes (enveloppes) curvilignes minces avec les applications à la résolution du problème sur la stabilité d'équilibre élastique.

Титульный лист «Известий...», в которых была напечатана докторская диссертация Х.М. Муштари



Х.М. Муштари в рабочем кабинете (начало сороковых годов)

этот период наряду с развитием общей теории оболочек и определением статического напряженно-деформированного состояния рассматриваются и простейшие задачи об устойчивости оболочек под действием сжимающих усилий. Здесь, прежде всего, нужно назвать имена С.П.Тимошенко и Р.В.Саусвелла.

Конечно, определяющими были факторы общего подъема образования и науки во всем мире, особенно в Советском Союзе. Задачами устойчивости оболочек также стали заниматься во многих странах менее известные авторы. Х.М. Муштари говорил, что непосредственным толчком к рассмотрению устойчивости цилиндрической оболочки при

ее кручении концевыми моментами послужила статья двух японских авторов¹ и проверка ее результатов в ЦАГИ экспериментальным путем.

Должно быть, его очень поразила эта задача. По физической постановке – то же кручение упругого призматического бруса, чем он занимался раньше. Однако поперечное сечение не является таким сложным, а наоборот, предельно простым, круговым, только стенка тонкая. И какая разница в поведении!

Вместо единственного решения в задаче кручения призматического бруса здесь, при превышении крутящим моментом определенного значения, появляется еще одно решение, которое соответствует некоторому волнообразованию этой стенки. Эти волны располагаются под углом к образующим цилиндра, а в поперечном сечении их число только целое! И чем тоньше оболочка, тем это число больше.

Надо отметить, что немецким ученым Швериным² еще ранее рассматривалась задача устойчивости изотропной оболочки при кручении³. Задача принципиально была решена. Однако получение конечных результатов натолкнулось на непреодолимые трудности алгебраического порядка.

Японские авторы, стремясь продвинуть этот вопрос дальше, сделали ряд недопустимых упрощений в дифференциальных уравнениях равновесия. Их результаты резко отличались от экспериментальных данных, полученных в ЦАГИ. Х.М. Муштари и американский ученый Л. Доннелл одновременно обратили внимание на указанный недостаток и в своих работах, относящихся к 1933 и 1934 годам, независимо и каждый по-своему дали более удовлетворительное решение. Но решение Х.М.Муштари было более строгим и дало более близкое к экспериментальному значение критической нагрузки и числа волн, образующихся при потере устойчивости.

¹ *Sezawa K., Kubo K.* The buckling of a cylindrical shell under torsion // Rep. Aeronaut. Res. Inst., Tokyo Imp. Univ. 1931. Vol.6. №76.

² *Schwerin E.* Die Torsionsstabilitat des dunnwandigen Rohres // ZAMM. 1925. Bd.5. N. 3. S. 235–243.

³ Как указал автору Э.И. Григолюк, эта задача была поставлена впервые С.П. Тимошенко в 1916 году.

Так, в результате взаимовлияния ученых разных стран в историю механики упругих оболочек вошло сочетание имен «Муштари–Доннелл», «Доннелл–Муштари». Более подробно о сути вопроса сказано в соответствующих разделах глав II и III. «Приближение Муштари–Доннелла» имело в теории оболочек большое значение, которое сохраняется до сих пор. Как бывает в науке, к такому результату привели как внутренняя логика ее развития, так и экспериментальное изучение вопроса.

В 1935 году Х.М.Муштари публикует результаты исследований устойчивости цилиндрических оболочек произвольного сечения, а также конических оболочек. Дальнейшее развитие примененного подхода в указанных выше работах привело к созданию теории пологих оболочек (или оболочек, на поверхности которых образуется большое число волн).

Особое место в научной работе Х.М.Муштари в довоенное время занимает докторская диссертация, которая, как уже сказано выше, была опубликована в 1938 году. Когда он приехал с диссертацией к С.А. Чаплыгину, тот был удивлен: «Таковыми довольно простыми математическими средствами удалось решить такие сложные технические задачи!» – и дал добро на защиту в МГУ. Так в 1938 году Х.М.Муштари стал первым доктором физико-математических наук из татар.

В предвоенные два-три года он много сил отдает преподавательской деятельности в Химико-технологическом институте. Как уже отмечалось, был деканом механического факультета. Кроме того, большое внимание уделял созданию терминологических словарей. По-видимому, был некоторый спад в исследованиях по теории оболочек.

Как многие ученые, в трудные военные годы он мало публикуется, хотя исследовательская работа не прекращалась.

Физико-технический институт

В апреле 1945 года Советом Народных Комиссаров СССР было принято постановление об открытии Казанского филиала АН СССР. В его составе были организованы институты: физико-технический, химический, геологический, биологии, языка, литературы и истории и отдел во-

дохозяйственных проблем и энергетики. Филиал начал работу в 1946 году.

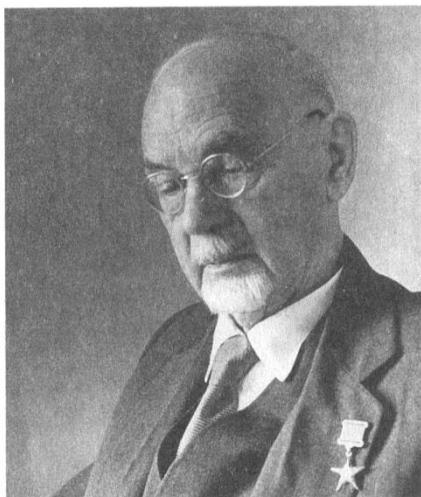
Директором Физико-технического института в январе 1946 года был назначен Х.М. Муштари, а в апреле того же года утвержден Президиумом АН СССР. Институт состоял из секторов математики, механики, физики, а также сектора астрономии и геофизики.

Институт начинался с двух комнат в геометрическом корпусе Казанского университета с несколькими столами и стульями. Пока не было достаточных помещений, многие сотрудники работали дома. Позже для Казанского филиала АН СССР было предоставлено одно из лучших зданий города – бывшей женской гимназии по адресу ул. Лобачевского, 2/31. Но и оно долго ремонтировалось, возводился пристрой.

Какое-то время сектором математики руководил директор НИИ математики и механики КГУ Н.Г. Чеботарев (после него – Г.С. Салехов). Основным научным направлением сектора стали математические вопросы рациональной разработки нефтяных месторождений.

Сектор механики под руководством Х.М. Муштари стал работать по развитию общей нелинейной теории, эффективных вариационных и численных методов анализа деформации оболочек. Первыми его сотрудниками стали К.З. Галимов (на полставки), Г.П. Цыбульский, С.Г. Винокуров, Р.Г. Суркин, позже М.С. Корнишин и И.В. Свирский.

Сектор физики связан с именами Е.К. Завойского и Б.М. Козырева. Здесь широкое развитие получили спектроскопические методы. В дальнейшем в институте именно это направление получило наибольшее развитие, а сектор астрономии и геофизики прекратил свое существование.



Академик А.Е. Арбузов



Два здания, предоставленные Казанскому филиалу АН СССР в 1946 году. Впоследствии они были соединены, надстроен третий этаж над левым домом и возведен пристрой по улице Лобачевского



Современный вид здания Казанского научного центра РАН



126

ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА ССР

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 15 ноября 1968 года № 840

г. Москва

ЗАПИСКА

О директоре Казанского физико-технического института АН СССР
(представление Секции физико-технических и математических наук)

Президиум Академии наук СССР, рассмотрев просьбу Бюро Отделения общей физики и астрономии АН СССР об избрании в связи с истечением срока полномочий доктора физико-математических наук Муштари Хаида Музаферовича директором Казанского физико-технического института АН СССР, ПОСТАНОВЛЯЕТ:

2. Разрешить Общему собранию Отделения общей физики и астрономии АН СССР, в порядке исключения, на основании пункта 4 постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 мая 1962 г. № 441 избрать на новый срок доктора физико-математических наук Муштари Хаида Музаферовича директором Казанского физико-технического института АН СССР.



Президент
Академии наук СССР
академик - М. В. Келдыш

Главный ученый секретарь
Президиума Академии наук СССР
академик - Я. В. Пейве

Первые 17 лет (1946–1962 годы) были отмечены плодотворной слаженной работой сравнительно небольшого научного коллектива Филиала под руководством его председателя академика А. Е. Арбузова (1877–1968). Ввиду формирования филиалов АН СССР в 1963 году Казанский физико-технический институт был передан в ведение Отделения общей физики и астрономии АН СССР. В этот период он получил дальнейшее развитие. Для него было построено отдельное четырехэтажное здание на Сибирском тракте, 10.

Х.М. Муштари – директор
Физико-технического
института Казанского
филиала АН СССР



Совещание в дирекции.

Слева направо: Х.М. Муштари, Б.М. Козырев,
Г.С. Салехов, М.С. Корнинин, Н.С. Гарифьянов



Здание Казанского физико-технического института КНЦ РАН

Здесь были запущены многие экспериментальные установки, гелиевая станция, экспериментальные мастерские, вычислительный центр. Х.М.Муштари был в числе первых ученых, которые во всей полноте оценили роль и значение в развитии науки новой вычислительной техники, и сориентировал на ее широкое использование сотрудников института.

Х.М. Муштари на посту директора института работал до октября 1972 года. После этого он оставался заведующим отделом теории оболочек до марта 1976 года, затем работал на должности старшего научного сотрудника, а с мая 1977 года перешел на полставки старшего научного сотрудника.

Х.М. Муштари был большим мастером качественного анализа уравнений и сложных математических соотношений. Этому способствовали глубокое понимание им сущности тонких оболочек и большая математическая эрудиция. Ему удавалось значительно упростить исходные уравнения, а также и конечные соотношения и во многих случаях получить простые расчетные формулы. Он сочетал единство

глубоких теоретических исследований с решением важных прикладных задач. Причем прикладным работам он придавал столь же важное значение, как и теоретическим исследованиям в области механики оболочек. Он своевременно оценил значение в технике новых композитных материалов и слоистых конструкций и внес большой вклад в развитие этих направлений механики оболочек.

Будучи крупным ученым, педагогом и организатором, Хамид Музафарович принимал активное участие в общественной жизни. В частности, в течение ряда лет он возглавлял секцию теории оболочек Научного совета АН СССР по проблеме «Научные основы прочности и пластичности».

Заслуги Х.М. Муштари в научной, научно-организационной и педагогической деятельности были отмечены орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», медалями. Ему были присвоены почетные звания Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР и ТАССР.

Х.М. Муштари скончался 23 января 1981 года, на 81 году жизни.

В 1991 году из Казанского физико-технического института выделились Отдел энергетике (директор – академик РАН В.Е. Алемасов) и Институт механики и машиностроения (директор – член-корреспондент РАН М.А. Ильгамов). В последнем наряду с другими направлениями продолжают исследования по теории оболочек

Казанская школа теории оболочек

Научная школа, как любой живой организм, когда-то рождается, достигает своей продуктивной поры, умирает. От нее могут отделиться новые направления. Но, в отличие от живых организмов, эти события размыты во времени.

1933–1938 годы для Х.М. Муштари были очень продуктивными. В этот период у него учеников не было и все работы по теории оболочек написаны без соавторов. Только организация Физико-технического института и сектора механики в его составе позволила ему привлечь молодых сотрудников.

Первые совместные публикации с сотрудниками появляются с конца сороковых и начала пятидесятых годов. Это С. Г. Винокуров (напряжения в пограничной зоне оболочек), Р. Г. Суркин (выпучивание сферической оболочки под действием внешнего давления), И. В. Свирский (нелинейный изгиб панели). К исследованиям по теории оболочек подключился уже зрелый ученый К. З. Галимов. Его первые исследования в этом направлении, относящиеся к 1948–1951 годам, посвящены учету конечных перемещений оболочек.



Х.М. Муштари в рабочем кабинете в КФТИ

Итак, к началу пятидесятых годов образовалась группа исследователей под руководством Х.М. Муштари. В результате публикации нескольких значительных работ она стала известна специалистам. Условно это время можно принять за начало признания в научной среде казанской школы теории оболочек. А после выхода монографии Х.М. Муштари и К.З. Галимова в 1957 году и ее переиздания на английском языке она стала широко известна.

Представителями ее, кроме названных выше лиц, являются следующие непосредственные ученики Х.М. Муштари: М.С. Корнишин, Н.С. Ганиев, А.В. Саченков, Н.И. Кривошеев, И.Г. Терегулов, Ф.С. Исанбаева, М.С. Ганеева, С.В. Прохоров, В.В. Ершов, М.А. Ильгамов, М.Е. Никифоров, Н.К. Галимов, А.Г. Терегулов, А.М. Гольденштейн, И.Г. Амирханов. Сюда должны быть добавлены и ученики перечисленных выше специалистов, среди которых Н.З. Якушев, Ю.П. Жигалко, А.П. Артюхин, Г.В. Выборнов, Ю.Г. Коноплев, Б.В. Гулин, Н.Г. Гурьянов (все они до 1939 года рождения) и еще большое число более молодых



Обсуждение научных работ.

Слева направо: Х.М. Муштари, И.Г. Терегулов, М.С. Корнишин, Н.К. Галимов

исследователей. Они работали в основном в Физико-техническом институте, университете, Химико-технологическом и Инженерно-строительном институтах. В настоящее время представители этой школы трудятся во многих учреждениях Казани и других городов России и за рубежом.

Временем наибольшего расцвета и известности казанской школы теории оболочек можно считать шестидесятые и семидесятые годы. Заметными вехами этого времени были проведение нескольких больших конференций, защиты докторских диссертаций, издание монографий. Регулярно выходили сборники статей «Исследования по теории пластин и оболочек» в университете и «Труды семинаров по теории оболочек» в Физико-техническом институте.

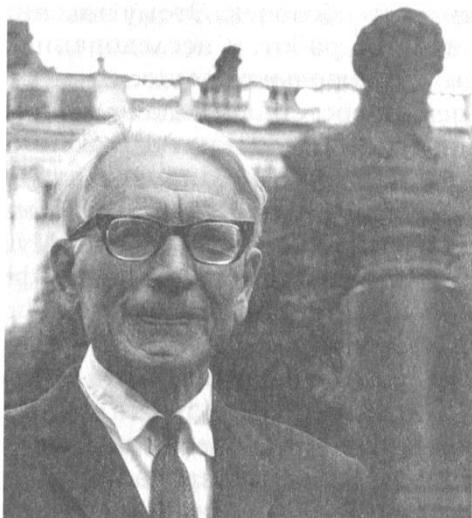
Показательна оценка академика АН СССР В.В. Новожилова, который назвал Х.М. Муштари «выдающимся советским специалистом в области теории оболочек». Он

пишет:¹ «При решении задач устойчивости оболочек необходимо... учитывать деформацию элемента и, в особенности, его повороты, обусловленные деформацией. Вариант теории, принимающий во внимание эти обстоятельства, принято называть геометрически нелинейной теорией оболочек.

Именно Х.М. Муштари и его ученикам мы обязаны детальной теоретической разработкой этого варианта, а также решением многих конкретных задач.

Оболочки оказываются весьма чувствительными к малым отклонениям их от заданной формы – в том смысле, что напряжения в двух близких по форме и почти не отличимых на глаз оболочках при одинаковых нагрузках могут значительно отличаться. Значительно могут отличаться такие оболочки и по своей устойчивости. Поскольку изготовить оболочку абсолютно точно практически невозможно – вопрос о влиянии небольших начальных отклонений (или, как часто говорят, начальной погиби) на прочность и устойчивость оболочек представляет большой практический интерес. Теория начальной погиби оболочек была разработана Х.М. Муштари.

Говоря о конкретных задачах геометрически нелинейной теории оболочек, решенных Х.М. Муштари, необходимо прежде всего упомянуть его исследования в области



Х.М. Муштари в конце шестидесятых годов

¹ В.В. Новожилов. Краткий очерк развития теории оболочек в СССР // Исследования по теории пластин и оболочек. Вып. VI-VII. Казань: Изд-во КГУ, 1970. С.3–22.

«хлопка» оболочек. Этому явлению посвящено огромное количество работ, и исследование этого вопроса является до сих пор предметом многих споров и разногласий. Важнейшей и простейшей задачей этого типа является хлопок сферической оболочки, нагруженной равномерным нормальным давлением. Данную задачу атаквали многие авторы, но решение, по-видимому, ближе всего подтверждаемое опытами, принадлежит Х.М. Муштари.

При оценке устойчивости сферических корпусов глубоководных аппаратов (батискафов) американцы пользуются именно формулой Муштари, соглашаясь тем самым, что она должна быть признана наиболее достоверной».

И далее В.В. Новожилов пишет: «К.З. Галимов вывел уравнения равновесия нелинейной теории оболочек, отнесенные к деформированному и недеформированному состояниям оболочки. Сформулировал в общем виде статические граничные условия при конечных деформациях. Предложил различные вариационные методы решения задач нелинейной теории оболочек.

К.З. Галимову принадлежит доказательство вариационной теоремы смешанного типа для общей нелинейной теории оболочек, а также принципа изменения напряженного состояния для геометрически и физически нелинейных задач».

Более подробно о научном творчестве Х.М. Муштари сказано в главе II, а К.З. Галимова – в приложении к данной книге.

Послужной список Х.М. Муштари

- 1917–1918 – делопроизводитель мусульманской секции Казанского Губонората; учитель в д. Клянчиево Тетюшского уезда Казанской губернии.
- 1918–1919 – преподаватель физики в 1 мусульманской советской школе II ступени (Казань).
- 1918–1920 – студент Казанского государственного университета.
- 1919–1920 – учитель математики и физики в д. Клянчиево Тетюшского уезда Казанской губернии, лек-

- тор на 6-месячных подготовительных курсах в Мамадыше.
- 1921–1923 – студент Среднеазиатского государственного университета (Ташкент).
- 1921–1923 – преподаватель физики и математики и руководитель научно-учебной комиссии Тюркско-татарского училища; преподаватель математики на рабфаке Среднеазиатского государственного университета (Ташкент).
- 1923–1924 – ученый секретарь Академцентра Татнаркомпроса и ответственный секретарь журнала «Магариф» (Казань).
- 1924–1925 – методист татарско-башкирского бюро Совета национальных меньшинств Наркомпроса РСФСР и представитель Совета национальных меньшинств в Комиссии по педагогическому образованию, член научно-методической комиссии ГУС НКП РСФСР (Москва).
- 1925–1929 – штатный аспирант НИИ математики и механики Московского государственного университета.
- 1929–1930 – доцент Казанского государственного педагогического института.
- 1930–1934 – и.о. профессора теоретической механики Казанского государственного педагогического института, заведующий кафедрой теоретической механики Казанского института инженеров коммунального строительства.
- 1934–1938 – старший научный сотрудник Института математики и механики Казанского государственного университета.
- 1933–1937 – заведующий кафедрой теоретической механики Казанского авиационного института.
- 1934–1937 – проректор по научной работе Казанского авиационного института.
- 1937–1938 – профессор теоретической механики Казанского государственного педагогического инсти-

- туда; заведующий кафедрой теоретической механики Казанского химико-технологического института.
- 1938–1941 – заведующий кафедрой теоретической механики Казанского института инженеров коммунального строительства.
- 1939–1944 – декан механического факультета Казанского химико-технологического института.
- 1945–1973 – заведующий кафедрой теоретической механики Казанского химико-технологического института.
- 1946–1972 – директор Физико-технического института Казанского филиала АН СССР.
- 1946–1976 – заведующий отделом теории оболочек Физико-технического института Казанского филиала АН СССР.
- 1976–1981 – старший научный сотрудник Физико-технического института Казанского филиала АН СССР.

Глава II

КРАТКИЙ ОБЗОР НАУЧНЫХ ТРУДОВ Х.М. МУШТАРИ¹

Кручение и изгиб призматических тел

Первая работа по упругости напечатана в [8]². В ней дается точное решение классической задачи о кручении призматического тела для сечения в виде кардиоиды и лемнискаты, а также обобщение применяемого метода на случай произвольных алгебраических сечений.

Метод состоит в следующем. Функция кручения φ удовлетворяет уравнению Лапласа в области, на границе ставятся соответствующие условия. Рассматривается комплексная функция $w = \psi - i\varphi$ от комплексного переменного $\xi = x + iy$. Один из способов решения задачи состоит в том, что w представляется в виде степенного ряда

$$w = \sum_{k=1} A_k \xi^k.$$

В работе этот метод распространяется и на случай дробных степеней ξ :

$$w = \sum_{k=1} A_k \xi^k + \sum_{m=1} B_m (\xi^m + \vartheta_m)^{1/2} + \sum_{n=1} C_n (\xi^{2n} + \lambda_n \xi^n + \mu_n)^{1/2} + \dots,$$

¹ При написании этой главы использованы обзор Х.М. Муштари [49]; обзор в [99]; доклад М.А. Ильгамова «К столетию Х.М. Муштари» // Актуальные проблемы механики оболочек. Труды Межд. конф. Казань: Новое знание, 2000. Большую помощь при этом оказала М.С. Ганеева.

² Ссылки в квадратных скобках даются по работам «Списка научных трудов Х.М. Муштари», приведенного в конце главы.

причем коэффициенты $\vartheta_m, \lambda_n, \mu_n, \dots$ необходимо подбирать так, чтобы особые точки решения оказались вне сечения.

Полученное решение имеет приложение для деталей авиадвигателей (пусковой кулачок двигателя, приспособление для плавного преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное).

Далее дается проверка практического правила Сен-Венана. Последний, рассмотрев кручение призм с различными сечениями, пришел к выводу, что с достаточной точностью можно заменить любое сечение эллиптическим сечением той же площади и с тем же центральным полярным моментом инерции. Оказалось, что при расчете на максимальную деформацию правило Сен-Венана работает верно и для рассмотренных сечений. При определении максимального напряжения кручения замена рассматриваемого сечения эквивалентным эллиптическим сечением дает удовлетворительный результат только для мало удлиненных по оси x сечений.

Этот же метод гармонических функций дробных степеней Х.М. Муштари распространил на задачу Сен-Венана о поперечном изгибе призматических тел. Эта работа опубликована в [11]. Здесь также рассматриваются призматические тела с сечениями в виде синусоидального кулачка, лемнискаты.

Третья статья опубликована в ПММ в 1938 году и содержит единое сжатое изложение материала предыдущих двух статей [15]. В вводной части работы это объясняется тем, что в 1936 году в «Proceedings of the Royal Society» появилась статья Шеферда, в которой автор вновь решает частный случай из решенных Х.М. Муштари задач. Здесь же указывается, что в работе Н.И. Мухелишвили «Некоторые задачи теории упругости», вышедшей в 1933 году, дается решение одного случая лемнискаты с использованием метода конформного отображения.

Нелинейная теория пологих оболочек

В работах [9, 10, 12] рассматривается устойчивость тонких оболочек при кручении концевыми моментами. Задаче устойчивости и развитию общей нелинейной теории анизотропных оболочек посвящены последующие публикации [13, 14, 16, 19, 20, 21].

Смысл предложенных Х.М. Муштари в работах с 1933 года подходов проще показать на примере линейного изгиба кольца в своей плоскости (или изгиба длинной цилиндрической оболочки по ее окружности). Для анализа преимущественно изгиба кольца (вообще, всякой линейчатой поверхности) с удовлетворительной точностью можно считать относительное удлинение $\varepsilon = dv / d\theta + w$ срединной поверхности равным нулю. Здесь v и w – отнесенные к радиусу R кольца компоненты перемещения, θ – центральный угол.

Тогда в выражении изменения кривизны

$$\chi = \frac{1}{R} \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} - \frac{dv}{d\theta} \right) \quad (1)$$

с учетом $dv/d\theta = -w$ последний член может быть выражен через w . Безразмерный изгибающий момент равен:

$$m = - \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} + w \right) \quad \left(m = M \frac{R}{D} \right). \quad (2)$$

Следовательно, отбрасывание члена $dv/d\theta$ в (1) равносильно пренебрежению функцией прогиба w по сравнению с ее второй производной в (2).

Вводя безразмерные силовые факторы $t, q = (T, Q)R^2/D$, $y, z = (Y, Z)R^3/D$, уравнения равновесия элемента кольца запишем в виде

$$\begin{aligned} \frac{dt}{d\theta} + q &= -y, \\ \frac{dq}{d\theta} - t &= z, \\ \frac{dm}{d\theta} &= q. \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом (2) из последнего уравнения (3) имеем

$$q = - \frac{d}{d\theta} \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} + w \right), \quad (4)$$

а из второго уравнения (3) –

$$t = -\frac{d^2}{d\theta^2} \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} + w \right) - z. \quad (5)$$

Первое уравнение (3) приобретает вид

$$\frac{d^3}{d\theta^3} \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} + w \right) + \underbrace{\frac{d}{d\theta} \left(\frac{d^2 w}{d\theta^2} + w \right)}_{-q} = y - \frac{dz}{d\theta}. \quad (6)$$

С упрощенным выражением для изменения кривизны уравнения (2), (4), (5), (6) имеют вид

$$m = -\frac{d^2 w}{d\theta^2}, \quad q = -\frac{d^3 w}{d\theta^3}, \quad t = -\frac{d^4 w}{d\theta^4} - z, \quad (7)$$

$$\frac{d^5 w}{d\theta^5} + \frac{d^3 w}{d\theta^3} = y - \frac{dz}{d\theta}, \quad (8)$$

причем в (8) второй член $d^3 w/d\theta^3$ остается от перерезывающей силы q . Но ведь точно такой же член $d^3 w/d\theta^3$ в первых скобках в (6) (от $dt/d\theta$ или от изменения кривизны) уже отброшен.

Поэтому Х.М. Муштари пренебрег в первых двух уравнениях теории оболочек перерезывающими силами. Оценки его носили качественный характер. В данной простой задаче можно привести и количественное сравнение.

Итак, в варианте теории пологих оболочек вместо (8) разрешающее уравнение запишется

$$\frac{d^5 w}{d\theta^5} = y - \frac{dz}{d\theta}, \quad (9)$$

а силовые факторы определяются по (7).

Рассмотрим пример. При внешних силах $y = 0$, $z = z_0 \cos n\theta$ примем $w = w_0 \cos n\theta$. Тогда решения уравнений (6), (8) и (9) соответственно будут

$$w = -\frac{z_0 \cos n\theta}{(n^2 - 1)^2}, \quad w_* = -\frac{z_0 \cos n\theta}{n^2(n^2 - 1)}, \quad w_s = -\frac{z_0 \cos n\theta}{n^4}. \quad (10)$$

Силловые факторы m, q, t определяются из (2), (4), (5) подстановкой в них найденной функции $w(\theta)$, а m_*, q_*, t_* — из (7) подстановкой $w_*(\theta)$, для пологой оболочки m_s, q_s, t_s — подстановкой в (7) функции $w_s(\theta)$.

Отношения решений уравнений (7), (8) к решениям уравнений без упрощений (2), (4), (5), (6) равны

$$\frac{w_*}{w} = \frac{n^2 - 1}{n^2}, \quad \frac{m_*}{m} = 1, \quad \frac{q_*}{q} = 1, \quad \frac{t_*}{t} = 1. \quad (11)$$

А отношения решений уравнений пологой оболочки (7), (9) к решениям тех же уравнений (2), (4), (5), (6) равны

$$\frac{w_s}{w} = \frac{(n^2 - 1)^2}{n^4}, \quad \frac{m_s}{m} = \frac{n^2 - 1}{n^2}, \quad \frac{q_s}{q} = \frac{n^2 - 1}{n^2}, \quad \frac{t_s}{t} = 0. \quad (12)$$

Выводы из (12) и (11):

1. С увеличением числа волн по окружности n решение задачи в варианте теории пологих оболочек (7), (9) стремится к решению исходной задачи снизу, за исключением продольной силы t_s , которая равна нулю (или константе) при всех n .

2. В задаче (7), (9), кроме t_s , наибольшая погрешность вносится в значение прогиба. Например, при $n = 4$ отношение $m_s/m = q_s/q = 15/16$, или погрешность определения m_s и q_s составляет 6%, а $w_s/w = (15/16)^2$, или погрешность в определении w_s составляет 12%.

3. В задаче (7), (8) правильно определяются все силловые факторы, только значение прогиба имеет погрешность порядка $n^{-2} \cdot 100\%$.

4. Из сказанного следует также, что допущение теории пологих оболочек по перерезывающим силам является более сильным, чем допущение в выражении изменения кривизны.

В свете приведенных оценок любопытно рассмотреть случай пренебрежения перерезывающей силой в первом

уравнении равновесия при сохранении обоих членов в выражении изменения кривизны. При этом уравнения имеют вид (2), (4), (5), (8), причем в последнем член $d^3w/d^3\theta$ сохраняется из-за учета в составе $dt/d\theta$ полного выражения кривизны, как это видно по уравнению (6).

Рассмотренные выше отношения при принятых y, z, w равны

$$\frac{w_{**}}{w} = \frac{m_{**}}{m} = \frac{q_{**}}{q} = \frac{n^2 - 1}{n^2}, \quad \frac{t_{**}}{t} = 0.$$

Здесь все силовые факторы определяются с той же точностью, как и по теории пологих оболочек, лишь прогиб получается с несколько меньшей погрешностью.

Из сказанного следует, что погрешности, вносимые обоими видами допущений (кинематическими и статическими), складываются. Эту сумму погрешностей содержит теория пологих оболочек.

Отметим, в работах Х.М. Муштари всегда подчеркивается, что рассматривается тонкая оболочка и $n \gg 1$. Как известно, при потере устойчивости оболочки во многих случаях $n \sim \sqrt{R/h}$, где h – толщина оболочки, и это условие соблюдается.

Однако в задаче устойчивости кольца под действием давления сжатия критическое значение последнего соответствует $n = 2$. Это видно из решения уравнения (6) при $y = 0$, $z = p(d^2w/d\theta^2 + w)$ и последующих его упрощенных вариантов. Критические значения p равны

$$p = n^2 - 1, \quad p_* = n^2 - 1, \quad p_s = n^2, \quad p_{**} = n^2.$$

Таким образом, в задаче устойчивости кольца (длинной цилиндрической оболочки) теория пологих оболочек дает большую погрешность ($p_s = 4$ вместо $p = 3$). Сохранение точного выражения для кривизны при пренебрежении перерезывающей силой не дает уточнения ($p_{**} = 4$).

Сделаем добавление по динамике в случае системы уравнений (3) – (6). Примем $y = \rho v_{\tau\tau}$, $z = \rho w_{\tau\tau} + p(w_{\theta\theta} + w)$, где ρ, τ – безразмерные масса и время. Продифференцировав один раз по θ уравнение (6) и учитывая соотношение $v_{\theta} = -w$, получаем

$$\frac{\partial^6 w}{\partial \theta^6} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial \theta^4} + \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} + p \left(\frac{\partial^4 w}{\partial \theta^4} + \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) + \rho \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} - w \right) = 0, \quad (13)$$

где последний член $\rho w_{\tau\tau}$ представляет собой производную по θ от инерционной силы в касательном направлении.

Следовательно, если в задаче не учитывается второй член в выражении изменения кривизны (1), то инерционная сила в окружном направлении также не должна учитываться как величина, малая по сравнению с инерционной силой в радиальном направлении. Для полой оболочки уравнение (13) приобретает вид

$$\frac{\partial^4 w}{\partial \theta^4} + p \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial \tau^2} = 0.$$

Отметим, что к теории тонких пологих оболочек Х.М. Муштари обращался и позднее [43, 83, 85].

Общие вопросы теории оболочек

В течение всей своей научной деятельности, вплоть до работы [94] 1973 года, Х.М. Муштари ссылался на книгу А.Лява¹. Первое ее издание появилось в двух томах в 1892–1893 годах. В ней представлены соотношения нелинейной теории упругости. Здесь же (а также ранее в статье 1888 года) А. Ляв дал полное изложение общей теории тонких оболочек в криволинейных координатах, называемой в настоящее время теорией оболочек Кирхгофа – Лява². При этом урав-

¹ Ляв А. Математическая теория упругости. Перевод с 4-го английского издания. М.;Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. 676с. (Love Augustus Edward Hough (1863–1940) – английский механик и математик).

² Важное замечание по поводу термина «гипотезы Кирхгофа–Лява» делается в только что вышедшей книге: Э.И. Григолюк. С.П. Тимошенко. Жизнь и судьба. СПб.: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, 2000. 274 с.: «Гипотезы Кирхгофа для пластин были распространены и на случай тонких оболочек. Рэлей первый (1877, 1878) систематически использует их для цилиндрических и сферических оболочек. Существовало традиционное название – гипотезы Кирхгофа в теории оболочек. С легкой руки В.В. Новожилова и Х.М. Муштари в середине сороковых годов стали говорить о гипотезах Кирхгофа–Лява в теории оболочек. Это вошло в обиход и принято было во всем мире: и у нас и за границей. Может быть вернуться для справедливости вновь к гипотезам Кирхгофа в теории оболочек?»

нения равновесия были записаны в деформированной системе криволинейных координат с учетом поворота координатных осей, то есть это уже нелинейные уравнения.

В докторской диссертации Х.М. Муштари [14] проведено обобщение теории тонких оболочек А. Лява. Прежде всего диссертант предложил нелинейные выражения удлинений и поворотов срединной поверхности с точностью до квадрата смещения в пределах малых деформаций закона Гука.

В обзорной статье [49] Х.М. Муштари дал следующую оценку некоторым своим работам по общим вопросам теории. «Основные зависимости нелинейной теории пологих оболочек были получены в 1938 году в монографии [14] Х.М. Муштари, причем предполагалось, что материал оболочек ортотропен и подчиняется линейному закону Гука и что имеет место средний изгиб, то есть компоненты смещения точек оболочки сравнимы с ее толщиной, но малы по сравнению с другими линейными размерами. Пользуясь ими, была развита теория устойчивости оболочек, которая в случае, когда оболочка при выпучивании делится на большое число пологих частей, была сильно упрощена путем пренебрежения влиянием перерезывающих сил на равновесие мембранных усилий и касательных компонент перемещения на параметры изменения кривизны срединной поверхности оболочки. При этом задача рассматривалась в компонентах перемещения. Дальнейшее упрощение и развитие такой теории, названной впоследствии теорией пологих оболочек, было дано в работах Вей-цанг Чена, В.З. Владова и др.

В статье [23] было доказано, что линейная теория оболочек может привести к погрешности, превышающей возможную погрешность от принятия гипотез Кирхгофа-Лява, если оболочка тонкая или средней толщины, а изгиб средний.

В статье [25] теория деформации оболочки распространяется на случай сильного изгиба, когда прогиб может быть величиной одного порядка с линейными размерами оболочки.

В статье [27] дается новая классификация задач теории конечного изгиба при малых деформациях и качественное исследование некоторых из этих задач.

В заметке [28] развиты некоторые положения нелинейной теории краевого эффекта, проиллюстрированные на примере цилиндрической оболочки.

В статье [32] выведены основные зависимости теории тонкой оболочки, срединная поверхность которой имеет малые, но конечные отклонения от срединной поверхности простой формы, принятой за систему отсчета, в частности, когда системой отсчета является плоскость, получаются нелинейные уравнения теории пологих оболочек в форме Маргерра.

В статье [30] выведены уравнения равновесия и условия совместности деформаций для трех последовательных напряженных состояний, из которых первое представляет начальное напряженное состояние, второе – напряженное состояние после приложения нагрузки, третье состояние получается после бесконечно малой возможной вариации второго состояния равновесия.

В монографии [45] теория обобщена на случай оболочки, имеющей начальные деформации и начальные напряжения, например, температурного происхождения.

В статье [43] ставится проблема малого, но конечного изгиба пологих оболочек. Здесь предполагается, что прогиб – величина порядка $h\sqrt{h/L}$, где h – толщина, L – характерный размер оболочки. При этом оказывается допустимым в пределах точности теории пологих оболочек упростить решение нелинейных уравнений, подставляя в нелинейные члены решения линейных уравнений. Поправка к линейной теории, даваемая этой «полулинейной» теорией, оказывается существенной, в особенности при решении задачи изгиба оболочек средней толщины, для которых h/L – величина порядка $\sqrt{\varepsilon_p}$, где ε_p – допускаемое удлинение».

Устойчивость тонких оболочек

Обладая нелинейными соотношениями для основной формы равновесия оболочки [14], Х.М. Муштари вывел общие уравнения нейтрального равновесия на основе метода малых возмущений. Вероятнее всего, с помощью этой полной системы уравнений не была решена ни одна задача об устойчивости тонких оболочек. Сам автор

этих уравнений на основе обоснованных соображений проводит их упрощение. Спустя примерно 30 лет после получения указанных общих уравнений, когда в распоряжении исследователей появились электронные вычислительные машины, стало возможным изучение вопросов о влиянии на величины критических нагрузок пластин и оболочек моментности напряженно-деформированного состояния, его нелинейности, способов закрепления краев оболочки, получение уточненных решений и так далее.

Однако обратимся к материалам обзора [49]. «Теория устойчивости оболочек, ортотропных как по материалу, так и по конструкции, была развита еще в монографии [14]. В частности, уточняя и развивая исследования Губера и Флюгге, было предложено рассматривать изотропную оболочку, подкрепленную равноотстоящими продольными и поперечными упругими ребрами, как ортотропную оболочку с некоторыми приведенными жесткостями на изгиб, сжатие, сдвиг и кручение, если рассматривается такая деформация, частота изменения которой по поверхности оболочки мала по сравнению с частотой расположения подкрепляющих ребер. Удовлетворительность такой модели подкрепленной оболочки была показана путем двоякого решения ряда частных задач: на основе теории ортотропной оболочки и не пользуясь ею. В монографии [14] и в статье [21] такому рассмотрению была подвергнута задача устойчивости гофрированной цилиндрической оболочки соответственно при продольном сжатии и при внешнем нормальном давлении».

В диссертации [14] и ряде статей [12, 13, 19, 21, 26] Х.М. Муштари применял к решению задач прочности и устойчивости оболочек метод точного интегрирования упрощенных им уравнений равновесия в компонентах перемещения. Наряду с этим в работе [14] был предложен энергетический критерий устойчивости оболочки в малом, исходя из принципа возможных перемещений, для случая, когда внешние силы даны независимо от деформации оболочки.

В 1934 году в статье [9] Х.М. Муштари было дано определение критического значения крутящего момента, приложенного к концевым сечениям цилиндрической оболочки, при котором начинается ее выпучивание.

В статьях [13,14] Х.М. Муштари были рассмотрены некоторые задачи устойчивости цилиндрических оболочек произвольного сечения. В частности, здесь были выведены формулы для определения критического сжимающего усилия в оболочке кругового сечения с синусоидальной гофрировкой и в оболочке эллипсообразного сечения небольшого эксцентриситета.

В главе IX монографии [45] проведено исследование круговой цилиндрической оболочки при совместном действии равномерно распределенных осевых, поперечных и сдвигающих нагрузок в случае превалирующего сдвига.

В статье [34] выведены расчетные формулы для определения критической комбинации осевого сжатия и внешнего нормального давления для цилиндрических и усеченных конических оболочек кругового сечения.

Приближенная формула для определения критической нагрузки при кручении конической оболочки была выведена в статье [19]. В статье [32] Х.М. Муштари выведена формула для определения критического значения внутреннего давления в случае сплюснутой эллипсоидальной оболочки вращения. В главе XIII книги [45] представлены формулы критических нагрузок для вытянутых и сплюснутых эллипсоидальных оболочек под действием внешнего равномерного давления, а также для усеченных оболочек вращения под действием контурных усилий.

Большой вклад в проблему устойчивости сделан в работах [35–39], посвященных устойчивости подкрепленных цилиндрических оболочек наименьшего веса. Эти работы были выполнены в 1950–1953 годах по заданию промышленности и изданы небольшим тиражом в 1954 году в виде «Трудов Физико-технического института КФ АН СССР, №1».

В работе [35] рассмотрена устойчивость подкрепленной сеткой ребер оболочки под действием равномерно распределенных осевого сжатия и внешнего давления. Для отыскания критических нагрузок применяется теория конструктивно-ортотропной оболочки. При этом решается вопрос о максимальной нагрузке при заданном весе конструкции. Показывается, что теория ортотропной оболочки дает удовлетворительные результаты, если количество подкрепляю-

щих ребер значительно больше ожидаемого числа полувогнутых выпучивания каркаса оболочки. Последнее имеет место в случае, когда внешнее давление играет существенную роль. Выводы ортотропной теории применимы и в случае преобладающего осевого сжатия, если ребра расставлены столь часто, что квадрат числа ребер много больше отношения радиуса оболочки к радиусу инерции сечения ребра. Установлены также условия, при которых теория ортотропных оболочек неприменима.

Работа [37] является одной из первых в теории оболочек, в которых изучается устойчивость под действием неравномерных нагрузок. Здесь представлены уравнения равновесия до потери устойчивости, уравнения нейтрального равновесия ортотропной оболочки при неравномерно распределенной нагрузке. Рассмотрены устойчивость длинной цилиндрической оболочки под действием переменных нагрузок; устойчивость оболочки при среднем по длине осевом усилии, равно нулю; устойчивость оболочки при условии равенства нулю среднего по длине поперечного давления; устойчивость оболочки при смешанной продольной и поперечной нагрузке. В статье представлено обилие важных результатов. Читатель сможет найти ответ на не один интересующий его вопрос. Работа в этом направлении была продолжена [48].

В работе [38] рассматриваются устойчивость и прочность корпуса бака под действием равномерно распределенного осевого сжатия и внутреннего давления. Вначале исследуется прочность и устойчивость цилиндрического бака, не подкрепленного шпангоутами, и формируется критерий оптимальности веса для этого случая, затем рассматривается прочность и устойчивость бака, подкрепленного шпангоутами. В заключение формируются практические выводы и предложения.

Работа [39] посвящена вопросам прочности и устойчивости цилиндрических оболочек и пластин в неравномерном температурном поле. В ней исследуется влияние температурного поля на напряженно-деформированное состояние обшивки подкрепленной цилиндрической оболочки, а также на устойчивость в зависимости от харак-

тера поля и наложенных связей. Исследования проводятся как на основе модели ортотропной оболочки, так и без нее, когда учитываются деформации стрингеров и шпангоутов и их взаимодействие с обшивкой. Здесь же рассмотрена устойчивость прямоугольной плиты при условии, когда разность между температурой плиты и температурой контурной рамы изменяется по длине и ширине по линейному закону. Показано, что устойчивость плиты теряется при средней температуре, равной критическому значению температуры равномерно нагретой пластины.

Теория плит и оболочек средней толщины

В работах [54–56] развита теория плит и оболочек средней толщины. В работе [54] строится корректная теория изгиба плит средней толщины. В ней последовательно удерживаются величины порядка h^2/a^2 по сравнению с единицей ($2h$ – толщина, a – ширина плиты) и пренебрегается величинами порядка h^4/a^4 по сравнению с единицей. Показывается, что погрешность предлагаемой теории незначительна даже в случае достаточно толстых плит ($h/a \sim 1/6$), а вносимая при этом поправка является в ряде случаев существенной.

В работе [55] результаты [54] обобщаются на ортотропные пологие оболочки. Полученные здесь основные соотношения учитывают деформацию поперечного сдвига, а также напряжения σ_{33} и обжатие по нормали. Большое внимание уделяется формулировке краевых условий. На примере цилиндрической оболочки под внутренним давлением показано, что учет σ_{33} и обжатия в ряде случаев может дать существенную поправку в величине максимальной интенсивности напряжений.

Работа [56] посвящена теории оболочек средней толщины. Соотношения теории строятся из принципа возможных перемещений, записанного для оболочки как трехмерного тела. Учитывается геометрическая нелинейность. Подробно рассматривается линейный случай. При этом для оболочек допускаются погрешности порядка

деформации наряду с погрешностью порядка h^2/R^2 по сравнению с единицей (h – толщина, R – наименьший из радиусов кривизн). Рассмотрен пример расчета круглой пластины.

Теория трехслойных оболочек

Большой цикл работ Х.М. Муштари посвящен теории трехслойных оболочек и пластин. В работах [59, 60, 63, 65, 67, 68, 70, 73, 77, 82, 84, 90, 93] рассмотрены различные вопросы общей теории трехслойных оболочек: области применимости различных приближенных теорий пластин и оболочек и их уточнение; развитие теории трехслойных пластин и оболочек переменной толщины, а также несимметричного строения; теория трехслойных пластин и оболочек с учетом физической нелинейности заполнителя. В работах [61, 72, 74, 75, 86, 87, 91] на основе ранее полученных соотношений решен ряд важных задач устойчивости и изгиба трехслойных оболочек и пластин.

Во всех этих работах внешние несущие слои рассматриваются в соответствии с гипотезами Кирхгофа–Лява, а для заполнителя принимаются разные допущения, в частности, принимается, что при деформировании прямая линия, первоначально нормальная к срединной поверхности заполнителя, остается прямой, но не нормальной к срединной поверхности. Для получения уравнений изгиба и граничных условий используется вариационный принцип Лагранжа.

Вводятся параметры r, s, t , определяющие относительные геометрические и механические характеристики слоев,

$$\frac{h'}{h} \sim \varepsilon^r, \quad \frac{E_3}{E'} \sim \varepsilon^s, \quad \frac{E}{E'} \sim \varepsilon^t \left(\varepsilon \sim \frac{\mu^2 H^2}{a^2} \ll 1 \right),$$

где $2h', 2h$ – толщины несущего слоя и заполнителя, E' – модуль упругости несущего слоя, E, E_3 – модули упругости заполнителя в касательном и нормальном направлениях к срединной поверхности, a – характерный размер оболочки, H – общая ее толщина, μ – коэффициент изменяемости деформированного состояния.

Неравенство $s \leq r+1$ является условием, при выполнении которого с точностью до ε по сравнению с единицей можно пренебрегать изменением прогиба по толщине заполнителя. Если имеет место неравенство $t < r+1$, то необходимо учитывать тангенциальные усилия и моменты, возникающие в заполнителе. Оболочку с такими свойствами слоев принято называть оболочкой с жестким заполнителем. Рассмотрены случаи как с жестким, так и с мягким заполнителем (с учетом обжатия по толщине).

Обратные задачи теории оболочек

В работах [47, 50, 71] даны постановки и решения некоторых обратных краевых задач нелинейной теории пологих оболочек. Так, в работе [47] формулируются следующие две задачи.

А. В данной системе отсчета найти такую форму поверхности S_0 оболочки до деформации, которая под действием заданной нагрузки при заданных кинематических граничных условиях принимает заданную конечную форму S .

Б. В данной системе отсчета заданы начальная S_0 и конечная S формы поверхности оболочки, требуется найти нагрузку и функцию усилий, реализующие это конечное состояние.

При этом предполагается, что как начальная, так и конечная формы срединной поверхности оболочки могут быть получены путем нормальных перемещений w_0 некоторой поверхности отсчета. Здесь же приводятся примеры решения таких задач.

В работе [71] ставится и решается задача определения такого закона изменения толщины пластины, при котором заданная форма упругой поверхности при заданной нагрузке является точным решением задачи изгиба. Путем варьирования параметра, характеризующего эту форму упругой поверхности, определяется пластина наименьшего объема при заданной величине максимальной интенсивности напряжений или максимального прогиба. В качестве примера рассмотрен поперечный изгиб эллиптической и круглой пластин переменной толщины.

Оптимизация пластин и оболочек

Ряд работ Х.М.Муштари посвятил оптимизации пластин и оболочек. Первые результаты в этой области он получил в уже описанных ранее работах [35–38], посвященных устойчивости подкрепленных цилиндрических оболочек наименьшего веса.

В работе [69] отыскивается такой закон изменения толщины прямоугольной пластины, находящейся под действием равномерно распределенной поперечной нагрузки, который обеспечивает наименьший объем при заданной величине интенсивности напряжений или максимального прогиба. Прогиб пластины представляется в виде тригонометрического ряда, толщина также аппроксимируется тригонометрическими функциями.

В работе [76] выводится закон распределения наполнителя в материале оболочки вращения, находящейся под действием осесимметричной нагрузки. Это распределение обеспечивает минимальный вес оболочки при заданной прочности. Оболочка считается ортотропной с осями упругой симметрии, совпадающими с ее образующей и направляющей. Задача решается в безмоментной постановке. Рассмотрены коническая оболочка под действием равномерного внутреннего давления, цилиндрическая оболочка под действием гидростатического давления, а также под действием центробежных сил. Показана возможность существенного снижения веса конструкции.

В работе [78] решается задача проектирования стержня из композитного материала, способного выдержать заданную сжимающую силу и имеющего заданные запасы прочности и устойчивости. Отыскиваются необходимая минимальная концентрация армирующих элементов и закон их распределения. Предполагается, что стержень армирован прямолинейными тонкими волокнами, расположенными вдоль оси. Рассмотрен также вопрос об оптимальном армировании длинной трубки, изготовленной из ортотропных слоев равной толщины. Получено соотношение, из которого можно определить оптимальное значение параметра армирования и необходимую при этом минимальную концентрацию арматуры.

Работа [79] посвящена задаче проектирования пластины наименьшего веса из композитного материала с учетом условия прочности. Предполагается, что материал пластины состоит из слабого связующего и высокопрочного усилителя. Концентрация усилителя по толщине считается постоянной, а минимизация веса достигается варьированием толщины и концентрацией усилителя по длине пластины. Рассматривается цилиндрический изгиб свободно опертой защемленной и консольной пластин под действием поперечной нагрузки.

В работе [80] определяется закон изменения толщины изотропной круглой пластины наименьшего веса с защемленными краями, а в работе [81] – закон концентрации армирующих элементов в оптимальной по весу свободно опертой круглой пластине из армированного пластика. В обоих случаях на пластину действует переменная вдоль радиуса поперечная нагрузка и достигается весовая экономия около 20%.

В работе [97] решается задача весовой оптимизации круглой пластины, изготовленной из армированного в кольцевом и радиальном направлениях пластика. Ищется закон изменения жесткости вдоль радиуса пластины, обеспечивающий наименьший вес при заданной прочности. На пластину действует поперечная нагрузка. Показана возможность существенного снижения веса пластины (до 27%).

Выпучивание и послекритический изгиб

Неоднократно Х.М. Муштари обращался к решению нелинейных задач, связанных с определением напряженно-деформированного состояния и нагрузок выпучивания оболочек и пластин при конечных прогибах. В работах [31,40] рассматривается вопрос об определении нижней критической нагрузки тонкой сферической оболочки, находящейся под действием внешнего нормального давления. Особенность этой задачи заключается в том, что граница самой области выпучивания оболочки является искомой. Для решения задачи применяется принцип возможных перемещений. Дается решение в первом приближении, а также с уточнением краевого эффекта.

Как известно, исходя из линейной теории Л.С. Лейбензон и Р. Цолли определили критическое значение внешнего давления на сферическую оболочку

$$p_E = \frac{2}{\sqrt{3(1-\nu^2)}} \frac{Eh^2}{R^2}. \quad (14)$$

Однако экспериментальное значение критического давления в три раза меньше, чем по (14). Т. Карман и Цянь¹ дали объяснение этому расхождению (см. об этом в рецензии Цяня и Ху, помещенной в конце этой главы). Исходя из нелинейной теории, они рассмотрели явление «хлопка» участка сферической оболочки. При этом они допустили две ошибки, которые разбираются в [31]. Во-первых, они произвольно приняли удлинение в окружном направлении круглой вмятины равным нулю, что приводит к завышению значения критического давления. Во-вторых, «задачу определения формы хлопка и давления, при которых функционал полной энергии имеет минимальное значение, они подменили задачей определения наименьшего значения давления, не заботясь о минимизации энергии (вопреки принципу Лагранжа–Дирихле)». В результате наложения указанных двух ошибок «эти авторы случайно получили теоретическое решение, дающее слишком хорошее совпадение с экспериментальными данными». Указано также на ошибку решения в другой работе².

Тщательный анализ, приведенный в [31], дал следующее значение критического давления

$$p_M = \frac{0,36}{\sqrt{(1-\nu^2)}} \frac{Eh^2}{R^2}, \quad (15)$$

которое лишь на 22% превышает экспериментальный результат. Это и есть «формула Муштари», о которой говорит-

¹ *Karman Th. and Tsien Hsue-Shen. The buckling of spherical shells by external pressure // J. of the Aeron. Sci. 1939. Vol.17. №2.*

² *Friedrichs K.O. On the minimum buckling load for spherical shells // Applied Mechanics. 1941, №5.*

ся в обзоре В.В. Новожилова, отрывок из которого приведен в главе I (раздел «Казанская школа теории оболочек»).

Этому же вопросу посвящена статья [40], где дается критический анализ работы В.И. Феодосьева¹.

Работа [33] посвящена определению больших прогибов цилиндрической панели, опертой на гибкие нерастяжимые ребра, под действием внешнего нормального давления.

В работе [41] определяется редуцированный коэффициент обшивки подкрепленной плоской и цилиндрической пластины при осевом сжатии. Знание этого коэффициента важно при исследовании несущей способности конструкций после потери обшивкой устойчивости. Рассмотрены два варианта связи ребер с обшивкой: обшивка прикреплена к ребрам только в вершинах панелей или во всех точках. Показано, что по крайней мере при достаточно больших критических прогибах обшивки величины редуцированных коэффициентов для обоих этих случаев прикрепления мало различаются между собой.

В работе [42] в пределах допущений теории пологих оболочек дано точное решение задачи об устойчивости и больших прогибах длинной цилиндрической панели кругового сечения под действием равномерного нормального давления при шарнирном закреплении и жесткой заделке кромок. Получены верхние и нижние критические нагрузки симметричной и несимметричной форм потери устойчивости. Исследовано влияние на деформированное состояние таких панелей отклонений в граничных условиях и начальных несовершенств формы срединной поверхности. При замене выражений для жесткостей полученные результаты применимы к пологим аркам.

В работе [44] на примере длинной цилиндрической панели при внешнем нормальном давлении исследуется сходимость метода Бубнова² при определении верхней и ниж-

¹ Феодосьев В.И. Об устойчивости сферической оболочки под действием внешнего равномерно распределенного давления. ПММ. Т. XVIII, вып. 1. 1954.

² В своих работах Х.М. Муштари применял термин «метод Бубнова-Галеркина». По совету Э.И. Григолюка здесь используется термин: «метод Бубнова» См. об этом: Э.И. Григолюк. Метод Бубнова. Истоки. Формулировка. Развитие. М.: НИИ Механики МГУ, 1996. 58 с.

ней критических нагрузок. Прогиб аппроксимируется тригонометрическим рядом. Полученные результаты в различных приближениях сравниваются с точным решением. Показано, что применение процедуры Бубнова является эффективным и позволяет с достаточной точностью находить как верхние, так и нижние критические нагрузки, причем для определения нижней критической нагрузки требуется решение в более высоких приближениях.

Работа [51] посвящена предложенной Х.М. Муштари «полулинейной теории» пологих оболочек, пригодной для определения перемещений и напряжений в наиболее важном для практики случае, когда прогибы не превышают двух толщин. Эта теория занимает промежуточное положение между классической линейной теорией малого изгиба и теорией «больших» прогибов, составляющих несколько толщин. Существо «полулинейной теории» состоит в пренебрежении в системе уравнений метода Бубнова нелинейными слагаемыми, содержащими амплитуды всех гармоник, кроме первой, тригонометрического ряда, аппроксимирующего прогиб. Качественный анализ указанного пренебрежения и последующие примеры показали правомерность такого подхода, существенно упрощающего численную реализацию метода.

В работе [52] рассматривается изгиб пологого сферического сегмента под равномерно распределенным внешним давлением при условиях шарнирного закрепления и защемления края. Решение ищется в виде разложения по степеням параметра прогиба в вершине сегмента и путем последующего точного интегрирования получающихся линейных уравнений, а также путем их интегрирования методом Бубнова. Исследуется возможность появления несимметричной формы потери устойчивости. Приводятся результаты вычислений.

Работа [53] является обобщением работы [51]. В ней предлагается алгоритм решения системы нелинейных алгебраических уравнений, получающейся в результате применения к исходным нелинейным уравнениям теории пологих оболочек метода Бубнова. Суть алгоритма заключается в выделении главной гармоники тригонометрического ряда,

аппроксимирующего прогиб, и в использовании амплитуды этой гармоники в качестве ведущего параметра. Амплитуды неглавных гармоник находятся из решения системы уравнений, в которой содержащиеся их нелинейные слагаемые перенесены в правую часть и берутся из решения для предыдущего достаточно близкого значения ведущего параметра. Показана эффективность алгоритма в задачах среднего изгиба пологих оболочек.

В работе [64] рассматривается средний изгиб прямоугольной в плане полой оболочки двойкой кривизны. Решение ищется в тригонометрических рядах.

Работа [92] посвящена конечным прогибам трансверсально-изотропных пластин и пологих оболочек. Рассмотрены прямоугольные в плане пластина и оболочка, а также круглая пластина и пологий сферический купол. Задачи решаются методом конечных разностей. Анализируется влияние на напряженно-деформированное состояние учета деформации поперечного сдвига.

Уточненная теория пологих оболочек

Примечательно, в последних своих работах [94, 95], относящихся к 1973–1974 годам, т.е. через 40 лет, Х.М. Муштари разработал вариант расширения области применения нелинейной теории пологих оболочек. Идея этого расширения состоит в том, что определенные из уравнений теории пологих оболочек прогиб w_s и перерезывающая сила q_s подставляются во второй член выражения для кривизны и в первое уравнение равновесия (в рассматриваемой в данной главе простой задаче (1)–(3)).

Для m , q , t будут выражения

$$m = -\left(\frac{d^2w}{d\theta^2} + w_s\right), \quad q = -\left(\frac{d^3w}{d\theta^3} + \frac{dw_s}{d\theta}\right), \quad t = -\left(\frac{d^4w}{d\theta^4} + \frac{d^2w_s}{d\theta^2}\right) - z, \quad (16)$$

а первое уравнение (3) примет вид

$$\frac{dt}{d\theta} = -y - q_s. \quad (17)$$

Так как из первого и второго уравнений равновесия пологой оболочки $dt_s/d\theta = -y$, $dq_s/d\theta - t_s = z$ следуют

$$t_s = -\int_0^\theta y d\theta' + c, \quad q_s = \int_0^\theta z d\theta' - \int_0^\theta d\theta' \int_0^{\theta'} y d\theta'' + c\theta + c_1,$$

то уравнение уточненной теории (17) может быть записано

$$\frac{dt}{d\theta} = -y + \int_0^\theta d\theta' \int_0^{\theta'} y d\theta'' - \int_0^\theta z d\theta' - c\theta - c_1.$$

Следовательно, такое уточнение сводится к введению некоторой распределенной кольцевой силы, зависящей от приложенных внешних сил и граничных условий.

Применение уточненных выражений для кривизны и первого уравнения равновесия может быть произведено и отдельно. Хотя такая процедура в работах Х.М.Муштари не указывается. Так как выше было выяснено, что наиболее сильным допущением теории пологих оболочек является отбрасывание перерезывающей силы в первом уравнении, то уточнение проведем по ее приближенному учету. Тогда это будет задача (7), (8), только уравнение (8) запишется

$$\frac{d^5 w}{d\theta^5} = y - \frac{dz}{d\theta} - \frac{d^3 w_s}{d\theta^3}.$$

Его решение (обозначим индексом cs) при принятых выше y , z , w , а также w_s из (10) равно

$$w_{cs} = -\frac{z_0(n^2+1)\cos n\theta}{n^6}.$$

Отношения решений уточненной за счет перерезывающей силы теории к решениям исходной задачи (2), (4), (5), (6) равны

$$\frac{w_{cs}}{w} = -\frac{(n^2+1)(n^2-1)^2}{n^6}, \quad \frac{m_{cs}}{m} = \frac{q_{cs}}{q} = \frac{n^4-1}{n^4}, \quad \frac{t_{cs}}{t} = \frac{n^2-1}{n^2}.$$

Таким образом, приближение cs дает более точные результаты, чем вариант теории пологих оболочек (7), (9), свободно от его неисправимой погрешности $t_s = 0$, а с увеличением n все силовые факторы и прогиб приближаются к точным значениям снизу. При $n = 4$ $w_{cs}/w = 0.93$, $m_{cs}/m = q_{cs}/q = 0.99$, $t_{cs}/t = 0.94$.

Даже при $n = 3$ результаты могут быть удовлетворительными. При $n = 3$ полувогнута деформации охватывает угол $\theta = 60^\circ$, а это соответствует довольно подъемистой цилиндрической панели (арке). Таким образом, достигается существенное расширение области применения теории пологих оболочек.

Это решение весьма близко также к (11). Однако в двумерных задачах этот вариант уточнения может быть более простым (учет приближенного значения перерезывающих сил), чем вариант, соответствующий (7), (8). Отметим, что $w_{cs}/w_* = (n^4 - 1)/n^4$.

Работы по разным направлениям и обзоры

В работах [43, 46, 49, 62, 89, 96] дается краткий обзор исследований по разным направлениям нелинейной механики оболочек. Основное внимание уделено рассмотрению работ казанских авторов.

Задаче кручения призматического бруса концевыми моментами посвящены ранние работы [8, 11, 15]. В работах [57, 58] исследуется изгиб квадратной пластинки и сферической панели, квадратной в плане, при нелинейной зависимости между деформацией и напряжением. В [98] дается формулировка задачи взаимодействия оболочки и идеальной жидкости в смешанной Эйлерово-Лагранжевой форме.

Книга [99] представляет собой собрание избранных работ Х.М. Муштары. Из более чем 80 работ, посвященных теории оболочек, в ней приводится 18. Сюда полностью вошла докторская диссертация. Другие работы касаются практически всех областей теории: устойчивости подкрепленных цилиндрических оболочек наименьшего веса, обла-

сти применимости линейной теории и гипотез Кирхгофа – Лява; качественного анализа уравнений; теории нетонких и трехслойных пластин и оболочек, больших прогибов, методов решения задач; вопросов весовой оптимизации; постановки и решения обратных краевых задач теории оболочек. В книгу включен краткий биографический очерк и обзор некоторых работ Х.М. Муштари. Представлен хронологический список его трудов.

Монография Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек»

В этом капитальном труде, ставшем настольной книгой не одного поколения специалистов по нелинейной теории оболочек, с большой строгостью и полнотой изложены все разделы теории: теория деформаций, соотношения упругости, уравнения равновесия, вариационные соотношения, теория устойчивости. Здесь же изложена нелинейная теория пологих оболочек.

В предисловии к книге отмечается: «Характерная особенность тонкостенных оболочек – их гибкость, т.е. относительно малая сопротивляемость изгибанию и закручиванию, благодаря чему при деформации под действием нагрузки получают перемещения, сравнимые с их линейными размерами. Между тем классическая теория упругости, в частности теория оболочек, основана на допущении бесконечной малости перемещений точек тела, которое позволяет с математической строгостью пренебрегать квадратами и высшими степенями перемещений по сравнению с их первыми степенями. Такая теория, называемая линейной, в нашей литературе изложена в ряде капитальных работ В.З. Власова, А.Л. Гольденвейзера, А.И. Лурье, А. Лява, В.В. Новожилова и других.

Теория гибких стержней, пластин и оболочек должна быть свободной от указанного допущения геометрического характера. В этом смысле она является «геометрически нелинейной». Наряду с этим возможна «физическая нелинейность», когда зависимость между напряжением и деформацией тела является нелинейной. Основы общей теории упругости, учитывающей как геометрическую, так и физическую нелиней-

ность, изложены в монографии В.В. Новожилова, в которой приводится и обширная библиография отечественной и иностранной литературы (до 1946 года включительно).

Однако эта единственная в своем роде монографическая работа посвящена трехмерной задаче теории упругости и мало касается теории гибких тел. Поэтому мы сочли необходимым изложить в нашей монографии специальную теорию гибких пластин и оболочек, причем, ввиду обширности темы, ограничились рассмотрением геометрической нелинейности.

Теорию, учитывая физическую нелинейность, но построенную в предположении малости перемещений, читатель найдет в известной монографии А.А. Ильюшина и в журнальной литературе.

Одной из важнейших проблем теории гибких оболочек является исследование устойчивости пластин и оболочек. Эта проблема лежит также в кругу наших научных интересов, поэтому мы уделили ей особое внимание. Вместе с тем мы не ставили перед собой задачи составить монографию, заменяющую известную работу С.П. Тимошенко «Устойчивость упругих систем», в которой хорошо изложены простейшие случаи потери устойчивости пластин и оболочек, ставшие в настоящее время классическими. Однако во многих частях эта книга С.П. Тимошенко уже не отражает современного состояния наших знаний в рассматриваемой области.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

Х. М. МУШТАРИ, К. Э. ГАЛИМОВ

НЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК



ТАТКНИГОИЗДАТ
Редакция научно-технической литературы
Казань 1967

Титульный лист монографии

При выборе материала для данной монографии предпочтение отдавалось вопросам, над которыми на протяжении более чем 20 лет работал старший из авторов совместно со своими учениками и сотрудниками. Однако при изложении их большое внимание было уделено освещению научного вклада и многих других ученых как отечественных, так и зарубежных. Особенно часто нам приходилось ссылаться на монографические исследования И.Г. Бубнова, П.Ф. Папковича, Вей-Цанг Чена и других».

Общей нелинейной теории оболочек посвящено шесть глав книги из четырнадцати. Остальные восемь глав посвящены исследованию устойчивости и напряженно-деформированного состояния оболочек и пластин и методам решения нелинейных задач. В них приводится решение большого количества задач устойчивости и нелинейного деформирования пластин и оболочек. Рассмотрены устойчивость и изгиб прямоугольных и круглых пластин; устойчивость цилиндрических оболочек средней длины; устойчивость и большие прогибы цилиндрических оболочек кругового сечения с начальными неправильностями; большие прогибы пологих цилиндрических панелей; устойчивость и большие прогибы конических оболочек; устойчивость и большие прогибы оболочек вращения (сферических, эллипсоидальных); методы решения нелинейных задач теории пологих оболочек.

Цянь Сюе-сень, Ху Хай-чан

Рецензия на монографию

Х.М. Муштари и К.З. Галимова

«Нелинейная теория упругих оболочек»¹

В результате применения тонких упругих оболочек к промышленным конструкциям, особенно к конструкциям самолетов и других средств сообщения, перед учеными, работающими по теории оболочек, встал ряд новых задач, которые не могла разрешить классическая ли-

¹ Рецензия была опубликована в «Известиях Казанского филиала Академии наук СССР, серия физико-математических и технических наук». 1958. №12. С. 179-180.

нейная теория. Пришлось обратиться к нелинейной теории. После того, как Т. Карман и Цянь Сюэ-сень в 1939 году предложили нелинейную теорию потери устойчивости сферической оболочки при действии внешнего давления, нелинейная теория упругих оболочек получила большое развитие как в отношении основных уравнений, так и в отношении расчета конкретных задач, а также в отношении экспериментальных исследований. Для дальнейшего развития этой теории и применения имеющихся результатов к практике в настоящее время возникла необходимость собрать и обобщить результаты в этой области и подвести итоги в виде монографии. Как раз в это время мы с радостью увидели монографию Х.М.Муштари и К.З.Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек». Выпуск в свет этой монографии означает новый этап развития нелинейной теории упругих оболочек.

В своей монографии авторы собрали и обобщили важные труды советских ученых и ученых других стран в этой области, в том числе результаты многочисленных исследований казанских ученых под руководством авторов. Содержание монографии охватывает все стороны общей нелинейной теории упругих оболочек, а также имеющиеся решения частных задач для упругих оболочек различных форм при разных нагрузках. Прочитав эту монографию, читатель получает всестороннее и ясное представление о развитии данной теории.

Одной из особенностей монографии Х.М.Муштари и К.З.Галимова является строгое и систематическое изложение. Начиная с общей нелинейной теории упругих оболочек, в монографии выясняется область применимости основных уравнений тонких упругих оболочек. Затем при рассмотрении различных типов задач вводятся новые предположения для упрощения общих уравнений. Ввиду сложности нелинейной теории упругих оболочек, любая неясность в понятии или в формулировке может вызвать путаницу. Авторы своим точным и строгим изложением выяснили некоторые вопросы, которые были смутны раньше. В частности, надо отметить, что авторы предложили обоснованную процедуру для вычисления нижней критической нагрузки и тем самым внесли ясность в спорные вопросы, появившиеся в начале

развития этой теории. В настоящее время решение конкретных задач нелинейной теории обычно проводится приближенными методами, основанными на вариационных принципах. Рассматриваемая монография дает систематическое изложение различных вариационных принципов, разбросанных в литературе, что помогает читателям глубже понять сущность различных вариационных принципов и при различных конкретных условиях выбрать соответствующий вариационный принцип в качестве основы приближения.

Монография обладает и многими другими особенностями, которые мы здесь перечислять не будем. В целом она является необходимым пособием для работников по упругим оболочкам.

Важным применением нелинейной теории упругих оболочек является определение нижней критической нагрузки. Как отметил Цянь Сюэ-сень, нижняя критическая нагрузка связана с условиями загрузения упругих оболочек. Различают два предельных случая загрузения: загрузение мертвым грузом, когда приложенная нагрузка является контрольным фактором, и загрузение с помощью испытательной машины, когда контрольным фактором является перемещение. На практике условие загрузения может находиться между этими двумя предельными случаями, и оно сложнее их. В данной монографии, по-видимому, рассматривается нижняя критическая нагрузка только при условиях мертвого груза. Остается неясным, в соответствии ли с этим условием были получены экспериментальные данные? Если нет, нужно ли рассматривать разницу между ними?

Конечно, действительная критическая нагрузка упругой оболочки находится в интервале между верхней и нижней критическими нагрузками и ее величина тесно связана с внешним возмущением. Мы считаем, что так как нелинейная теория упругих оболочек уже создана на прочной основе, необходимо далее подходящим образом предсказывать критические нагрузки упругих оболочек, определяя вероятность потери устойчивости упругих оболочек при данных условиях, на основе статистических свойств внешних возмущений. Эта вероятность есть функция нагрузки. Когда

нагрузка меньше нижней критической нагрузки, вероятность равна нулю; когда нагрузка превышает нижнюю критическую нагрузку, вероятность перестает быть равной нулю и притом возрастает с повышением нагрузки; когда нагрузка доходит до верхней критической нагрузки (т.е. до классической критической нагрузки), вероятность равна 100%. Таким образом, проектирование тонких упругих оболочек может покоиться на более строгом принципе.

Поступила 1.IX.1957 г.

Китай, г. Пекин, Институт механики АН Китая

В. Койтер

Реферат монографии Муштари Х.М. и Галимова К.З. «Нелинейная теория тонких упругих оболочек» в английском переводе

(перевод Моргенштерна, Шор-Хона и Штаффа)

Этот перевод исчерпывающей русской монографии является первой книгой по нелинейной теории оболочек, которая появляется в западном мире. Она дает полное представление о состоянии знания в этой области к моменту ее первоначальной публикации (1957).

Первые три главы посвящены общей геометрически нелинейной теории оболочек для малых деформаций. Деформация срединной поверхности выражается в компонентах деформаций растяжения и изменений кривизны, которые связаны тремя нелинейными уравнениями совместности. Затем деформация оболочки определяется на основе гипотез Кирхгоффа–Лява. Уравнения равновесия и граничные условия формулируются в компонентах упругого усилия и момента. Они даны для деформированной конфигурации оболочки, хотя и используются некоторые упрощения, являющиеся результатом предположения малости деформаций. Соотношения напряжения–деформации задаются в Рейсснеровской форме так называемого первого приближения Лява.

Формулируется принцип виртуальных перемещений и получена энергия упругой деформации оболочки. В связи с

этим обсуждаются методы Ритца и Галеркина для приближенного решения соответствующих вариационных задач. Более того, обсуждается представление упругого усилия и момента в компонентах симметричных тензоров и применение последних к решению уравнений равновесия в компонентах трех функций напряжения. Наконец, выводится вариационный принцип типа теоремы Кастильяно для малых деформаций и произвольных перемещений.

Глава 4 дает предварительную классификацию задач в области оболочек, как «малого изгиба» (линейная теория оболочек), «среднего изгиба» (применительно к пологим оболочкам) и «большого изгиба» (при конечных углах поворота).

Глава 5 обсуждает общую теорию устойчивости тонких оболочек. Обсуждение начинается с уравнений нейтрального равновесия и приводит к энергетической формулировке. Уравнения упрощаются для случая начальных мембранных напряжений.

Следующие главы имеют дело с более или менее специфическими задачами. Заголовки дают соответствующее указание на богатое содержание книги: нелинейная теория пологих оболочек; некоторые задачи теории устойчивости и больших

ACADEMY OF SCIENCES, USSR
KAZAN' BRANCH

Kh. M. Mushtari, K. Z. Galimov

NON-LINEAR THEORY OF THIN ELASTIC SHELLS

TATKNIQOIZDAT
Editors and Publishers of Scientific and Technical Literature
Kazan' 1957

Титульный лист книги в английском переводе

прогибов прямоугольных пластин; устойчивость мембранно-равновесного состояния цилиндрических оболочек средней длины; некоторые методы решения задач в теории изгиба круглых пластин; устойчивость и большие прогибы замкнутых цилиндрических оболочек кругового поперечного сечения с начальными неправильностями; большие прогибы пологих цилиндрических панелей; устойчивость и большие прогибы круговых конических оболочек; устойчивость и большие прогибы оболочек вращения; метод решения краевых задач при помощи нелинейных уравнений в теории пологих оболочек.

Книга заканчивается обширной библиографией, в которой помещены ссылки как на русские, так и на не русские работы.

Публикация этой важной работы в английском переводе особенно приветствуется всеми, кто работает по теории оболочек. Остается сожалеть, что этот перевод сделан небезукоризненно.

Список научных трудов Х.М. Муштары

1. Человечество и вселенная: Сер. науч.-попул. и антирелигиоз. статей. Казань: Татгосиздат. 1924.

2. Учебник алгебры для средних школ. Казань: Татгосиздат, 1925. Ч.1. 228с.

3. Физика. Рабфак. Учебник для школ второй ступени, техникумов и партийных школ: В 3 ч. Казань: Татгосиздат, 1929. Ч. 1: Механика, жидкости и газы. 168 с.; Ч. 2: Молекулярная гипотеза, теплота, магнетизм, электричество. 248 с.; Ч. 3: Звук, свет, колебательное движение и радио. 208 с. Соавт.: Шнаси Г.

4. Книга по физике для первого года обучения школ колхозной молодежи. Казань: Татгосиздат, 1931. Ч. 1–2. Соавт.: Раимов Н., Альмухаммедов Н.

5. Курс физики для вузов и втузов. Казань: Татгосиздат, 1932. Ч. 1.

6. О катании тяжелого твердого тела вращения по неподвижной горизонтальной плоскости // Мат. сб. 1932. Т. 39, вып. 1/2. С. 105–126.

7. Курс теоретической механики для вузов и самообразования. Казань: Татгосиздат, 1933. Ч.1.

8. Обобщение одного из способов решения классической задачи кручения призматических тел // Сб. науч. тр. Казан. авиац. ин-та. 1933. № 1. С. 17–32.

9. Об устойчивости круглой тонкой цилиндрической оболочки при кручении // Там же. 1934. №2. С. 3–17.

10. К вопросу об устойчивости упругого равновесия круглой тонкостенной цилиндрической оболочки при кручении парами сил, приложенными к концевым сечениям // Тр. Всесоюз. конф. по прочности авиаконструкций (23–27 дек. 1933 г.). М., 1934. Вып. 1.

11. Об одном способе получения новых результатов в решении задачи Сен-Венана о поперечном изгибе призматических тел // Тр. Казан. ин-та инженеров коммунал. строит. 1935. №1. С. 53–67.

12. Об устойчивости тонкостенной конической оболочки с круглым сечением при кручении концевыми парами // Сб. науч. тр. Казан. авиац. ин-та. 1935. №3. С. 18–23.

13. Об одном возможном подходе к решению задач устойчивости тонких цилиндрических оболочек произвольного сечения // Там же. № 4. С. 19–31.

14. Некоторые обобщения теории тонких оболочек с приложениями к задаче устойчивости упругого равновесия // Изв. физ.-мат. о-ва и НИИ математики и механики при Казан. ун-те. Сер. 3. 1938. Т. 11. С. 71–150.

15. Об одном способе получения некоторых результатов в решении задач Сен-Венана о кручении и о поперечном изгибе призматических тел // ПММ. Н.С. 1938. Т. 1, вып. 4. С. 427–440.

16. Некоторые обобщения теории тонких оболочек с приложениями к решению задач устойчивости упругого равновесия // Там же. 1939. Т. 2, вып. 4. С. 439–456.

17. Термины по физике и метеорологии. Казань: Татгосиздат, 1939. 72 с. Соавт.: Галиев М., Хуснуллин Х.

18. Сборник татарских терминов по физике и геофизике. Казань: Татгосиздат, 1940.

19. Приближенное решение некоторых задач устойчивости тонкостенной конической оболочки кругового сечения // ПММ. 1943. Т. 7, вып. 3. С. 155–166.

20. Об упругом равновесии цилиндрической оболочки под действием продольного сжатия в закритической области // Тр. Казан. авиац. ин-та. 1946. № 17. С. 32–36.

21. Некоторые задачи об упругом равновесии и устойчивости его в случае тонких цилиндрических трубок некругового сечения // Тр. Казан. хим.-технол. ин-та. 1947. Вып. 10. С. 127–134.

22. Об области применимости приближенной теории оболочек Кирхгофа–Лява // ПММ. 1947. Т. 11, вып. 5. С. 517–520.

23. Об области применимости линейной теории упругих оболочек // ДАН СССР. 1947. Т. 58, № 6. С. 997–998.

24. Инвариантные уравнения равновесия пограничной зоны упругой оболочки в комплексной форме // ПММ. 1948. Т. 12, вып. 2. С. 129–136.

25. Об определении деформаций срединной поверхности оболочки при произвольных изгибах // Тр. Казан. хим.-технол. ин-та. 1948. Вып. 13. С. 132–137.

26. Определение напряженного состояния при упругом равновесии в пограничной зоне тонких оболочек некоторых типов // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1948. № 1. С. 9–24. Соавт.: Винокуров С.Г.

27. Качественное исследование напряженного состояния упругой оболочки при малых деформациях и произвольных смещениях // ПММ. 1949. Т. 13, вып. 2. С. 121–134.

28. Нелинейная теория равновесия пограничной зоны упругой оболочки // ДАН СССР. Н.С. 1949. Т. 69, № 4. С. 511–513.

29. Русско-татарский словарь математических терминов / Под ред. Муштари Х.М. Казань: Татгосиздат, 1949. 98с. Авт.: Алексеев И., Халиков Х.

30. Теория упругого равновесия пластин и оболочек с учетом начальных напряжений // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1950. № 2. С. 39–52.

31. О нелинейной теории устойчивости упругого равновесия тонкой сферической оболочки под действием равномерно распределенного нормального внешнего давления // ПММ. 1950. Т. 14, вып. 6. С. 573–586 Соавт.: Суркин Р.Г.

32. Об упругом равновесии тонкой оболочки с начальными неправильностями в форме срединной поверхности // Там же. 1951. Т. 15, вып. 6. С. 743–750.

33. Определение больших прогибов цилиндрической панели, опертой на гибкие нерастяжимые ребра, под действием внешнего нормального давления // Там же. 1953. Т. 17, вып. 6. С. 755–760. Соавт.: Свирский И.В.

34. Об устойчивости цилиндрических и конических оболочек кругового сечения при совместном действии осевого сжатия и внешнего нормального давления // Там же. 1954. Т. 18, вып. 6. С. 667–674. Соавт.: Саченков А.В.

35. Об устойчивости цилиндрической оболочки под действием равномерно распределенных осевого сжатия и внешнего нормального давления // Тр. Физ.-техн. ин-та. КФ АН СССР. 1954. Вып. 1. С. 3–61. Соавт.: Свирский И.В.

36. Некоторые выводы из работы П.А. Соколова «Устойчивость оболочки, подкрепленной упругими круговыми ребрами жесткости, при действии поперечной и продольной нагрузки» (ПММ. 1933. Т. 1, вып. 2) // Там же. С. 62–67.

37. Об устойчивости цилиндрической оболочки под действием неравномерных нагрузок // Там же. С. 77–103.

38. Об устойчивости и прочности корпуса бака под действием равномерно распределенного осевого сжатия и внутреннего давления // Там же. С. 104–120.

39. Некоторые вопросы прочности и устойчивости пластин и оболочек в неравномерном температурном поле // Там же. С. 121–147. Соавт.: Галимов К.З.

40. К теории устойчивости сферической оболочки под действием внешнего давления // ПММ. 1955. Т. 19, вып. 2. С. 251–254.

41. Приближенное определение редуцированного коэффициента обшивки подкрепленной плоской и цилиндрической пластинки при осевом сжатии // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1955. № 7. С. 23–35.

42. Устойчивость бесконечно длинной пологой цилиндрической панели под действием нормального равномерно давления // Там же. С. 36–50. Соавт.: Корнишин М.С.

43. Некоторые математические проблемы нелинейной теории устойчивости пологих оболочек // Тр. III Всесоюз. мат. съезда (июнь-июль 1956 г.). М.: Изд-во АН СССР, 1956. Т.1. С. 207.

44. О сходимости метода Галеркина при определении верхней и нижней критических нагрузок в одной нелинейной задаче // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1956. № 10. С. 27–30. Соавт.: Корнишин М.С.

45. Нелинейная теория упругих оболочек. Казань: Таткинигоиздат, 1957. 431 с. Соавт.: Галимов К.З.

46. О работах советских ученых по некоторым проблемам теории оболочек (в частности, по теории пологих оболочек) // Chin. J. Mech. Eng. 1957. Vol. 1. № 2. P. 152–168.

47. Об обратных краевых задачах нелинейной теории пологих оболочек // ДАН СССР. 1957. Т. 116, № 1. С. 35–37.

48. Об устойчивости цилиндрической оболочки при неравномерном обжатии // Тр. Казан. хим.-технол. ин-та. 1958. Вып. 22. С. 10–23. Соавт.: Прохоров С.В.

49. Работы казанских ученых по нелинейной теории оболочек после Великой Октябрьской социалистической революции // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1958. № 12. С. 5–15.

50. Некоторые обратные краевые задачи нелинейной теории пологих оболочек вращения // Там же. С. 63–67.

51. Средний изгиб пологой оболочки, прямоугольной в плане и опирающейся на гибкие в своей плоскости ребра // Там же. С. 53–62.

52. Об изгибе пологого сферического сегмента под действием внешнего нормального давления // Там же. С. 69–84. Соавт.: Кривошеев Н.И.

53. Об одном алгоритме решения нелинейных задач теории пологих оболочек // ПММ. 1959. Т. 23. вып. 1. С. 159–163. Соавт.: Корнишин М.С.

54. Теория изгиба плит средней толщины // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. 1959. № 2. С. 107–113.

55. Теория пологих ортотропных оболочек средней толщины // Там же. № 6. С. 60–67. Соавт.: Терегулов И.Г.

56. К теории оболочек средней толщины // ДАН СССР. 1959. Т. 128, № 6. С. 1144–1147. Соавт.: Терегулов И.Г.

57. Поперечный изгиб опертой квадратной пластинки при нелинейной зависимости между деформацией и напряжением // Изв. Казан. фил. АН СССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1960. № 14. С. 23–33. Соавт.: Суркин Р.Г.

58. Средний изгиб пологой сферической панели, квадратной в плане, при нелинейной зависимости между деформацией и напряжением // Журн. прикл. механики и техн. физики. 1960. №2. С. 162–165. Соавт.: Суркин Р.Г.

59. О применимости различных теорий трехслойных пластин и оболочек // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. 1960. № 6. С. 163–165.

60. К общей теории пологих оболочек с наполнителем // Там же. 1961. № 2. С. 24–29.

61. Некоторые задачи статической и динамической устойчивости трехслойных пластин с наполнителем // Тр. конф. по теории пластин и оболочек (24–29 окт. 1960 г.). Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1961. С. 155–163. Соавт.: Ильгамов М.А.

62. Некоторые нелинейные задачи теории упругих оболочек и эффективные методы их решения // Теория оболочек и пластин: Тр. II Всесоюз. конф. (Львов, 15–21 сент. 1961 г.). Киев: Изд-во АН УССР, 1962. С. 7–15.

63. Об одном уточнении приближенной теории трехслойных пластин с наполнителем // Там же. С. 128–131.

64. Средний изгиб гибкой весьма пологой оболочки двоякой кривизны, прямоугольной в плане, при шарнирном закреплении краев // Там же. С. 350–352. Соавт.: Никифоров М.Е.

65. Об одном уточнении приближенной теории трехслойных пластин с наполнителем // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. 1962. № 1. С. 125–130.

66. Об одной постановке задачи изгиба пластинок и балок наименьшего объема // Всесоюз. конф. по теории оболочек и пластин (24–31 окт. 1962 г.) Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1962. С. 66.

67. Теория трехслойных пологих оболочек с наполнителем со слоями переменной толщины // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. 1962. № 4. С. 71–76.

68. Об области применения приближенных теорий трехслойных пластин несимметричного строения с наполнителем // Там же. 1963. №5. С. 176–178.

69. К теории изгиба прямоугольной пластинки переменной толщины // Инж. журн. 1964. Т. 4, вып. 1. С. 45–49.

70. К теории трехслойных пластин и оболочек // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1964. Вып. 2. С. 35–47. Соавт.: Галимов Н.К.

71. Об одной обратной задаче теории изгиба упругих пластин переменной толщины // Инж. журн. 1964. Т. 4, вып. 3. С. 510–515.

72. Об устойчивости трехслойных оболочек с упруговязким наполнителем // Изв. АН СССР. Механика и машиностроение. 1964. № 6. С. 119–124. Соавт.: Терегулов А.Г.

73. К теории трехслойных пластин и оболочек с учетом физической нелинейности наполнителя // Прикл. механика. 1965. Т. 1, вып. 5. С. 1–5.

74. О температурной устойчивости трехслойных пластин с заземленными краями // Изв. АН СССР. Механика. 1965. № 3. С. 145–148. Соавт.: Ильгамов М.А.

75. Решение задач изгиба круглых и прямоугольных трехслойных пластин с учетом обжатия наполнителя // Тр. Казан. хим.-технол. ин-та. 1965. Вып. 35. С. 336–345. Соавт.: Гольденштейн А.М.

76. К теории оптимальных оболочек вращения переменной жесткости // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1966. Вып. 4. С. 516–521. Соавт.: Амирханов И.Г.

77. Основные зависимости теории упругих трехслойных оболочек переменной жесткости // Инж. журн. МТТ. 1966. № 2. С. 145–149.

78. К вопросу оптимального включения арматуры в материал сжатых стержней // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1967. Вып. 5. С. 574–578. Соавт.: Амирханов И.Г.

79. К теории изгиба оптимальных по весу пластин из композиционного материала // Прикл. механика. 1967. Т. 3, вып. 4. С. 1–7.

80. К теории изгиба оптимальной круглой пластины переменной толщины // Некоторые вопросы теории пластин и оболочек: Материалы конф. Казан. физ.-техн. ин-та (май 1967 г.). Казань, 1967. С. 10–14.

81. К теории изгиба оптимальной круглой пластины из армированного пластика // Там же. С. 69-71. Соавт.: Амирханов И.Г.

82. Уравнения равновесия трехслойных оболочек со слоями переменной толщины с учетом различия в метрике слоев // Там же. С. 3-9. Соавт.: Гольденштейн А.М.

83. К вопросу обоснования теории тонких пологих оболочек // III Всесоюз. съезд по теорет. и прикл. механике (Москва, 25 янв.-1 февр. 1968 г.). М.:Наука, 1968. С. 221; То же // Прикл. механика. 1969. Т. 5, вып. 1. С. 109-113.

84. Об одном уточнении уравнений трехслойных пластин со слоями переменной толщины // Тр. семинара по теории оболочек / Казан. физ.-техн. ин-т Казан. фил. АН СССР. Казань, 1969. Вып. 1. С. 62-71. Соавт.: Гольденштейн А.М.

85. Основные зависимости нелинейной теории пологих оболочек переменной жесткости с учетом поперечных сдвигов // Там же. С. 5-14. Соавт.: Амирханов И.Г.

86. К расчету трехслойных прямоугольных и круглых пластин переменной толщины с легким заполнителем // Там же. С. 48-61. Соавт.: Гольденштейн А.М.

87. Изгиб трехслойных круглых пластин переменной жесткости // Там же. С. 37-47. Соавт.: Галимов Н.К.

88. К теории изгиба балок переменной жесткости из композиционного материала // Тр. Казан. хим.-технол. ин-та. 1969. Вып. 39, ч. 2. С. 22-29.

89. О некоторых нелинейных задачах статики оболочек // Тр. VII Всесоюз. конф. по теории оболочек и пластинок (Днепропетровск, 1969 г.). М.: Наука, 1970. С. 840-845.

90. Об одной форме уравнений равновесия трехслойных пластин переменной толщины // Теория пластин и оболочек. М.: Наука, 1971. С. 61-65. Соавт.: Гольденштейн А.М.

91. Устойчивость трехслойной конической оболочки, находящейся под действием нагрева, осевых сжимающих сил и внутреннего давления // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1972. Вып. 8. С. 109-143. Соавт.: Галимов Н.К.

92. Конечные прогибы трансверсально-изотропных пластин и пологих оболочек // Механика сплошной среды и

родственные проблемы анализа. М.: Наука, 1972. С. 145–154. Соавт.: Ганеева М.С., Корнишин М.С.

93. On the construction of a precise theory of sandwich plates and shells // Proc. XIII Internat. Congr. theor. and app. Mech. (Moscow, 1972). В. etc.: Springer, 1973.

94. Уточнение и расширение области применения нелинейной теории тонких пологих оболочек // Тр. семинара по теории оболочек / Казан. физ.-техн. ин-т Казан. фил. АН СССР. Казань, 1973. Вып. 3. С. 7–20.

95. К уточнению нелинейной теории тонких пологих оболочек // Там же. 1974. Вып. 4. С. 7–11.

96. Об основных достижениях советских ученых в разработке теории пластин и оболочек: Обзор // Там же. Вып. 5. С. 5–14.

97. К вопросу изгиба оптимальной круглой пластины из армированного пластика // Исследования по теории оболочек: Тр. семинара / Казан. физ.-техн. ин-т Казан. фил. АН СССР. Казань, 1976. Вып. 7. С. 47–51. Соавт.: Амирханов И.Г.

98. A mixed Euler-Lagrange method in the theory of the strong interaction of shells with liquid // Abst. XIV Intern. Congr. theor. and appl. mech. (Delft, Netherlands, 1976). Amsterdam etc.: North-Holland, 1976, P. 65. Соавт.: Ильгамов М.А.

99. Нелинейная теория оболочек / Отв. ред. И.Ф.Образцов. М.: Наука, 1990. 224с.

Глава III

Х.М. МУШТАРИ И ЕГО СОВРЕМЕННОКИ

М.А. Лаврентьев

У нас в стране было мало людей, не слышавших о Михаиле Алексеевиче Лаврентьеве (1900–1980). Безусловно, это титаническая фигура в советской науке.

Родился и вырос в Казани. Учился в Казанском и Московском университетах. Работая в ЦАГИ, многое сделал для развития авиации. Будучи первоклассным математиком, мастерски использовал математические методы для описания и анализа многих физико-механических явлений (взрыв, кумуляция и т.д.). Крупнейший организатор науки и высшего образования (директор институтов в Киеве, Москве, Новосибирске, вице-президент АН Украины и АН СССР, создатель Сибирского отделения АН СССР).

В главе I уже было сказано, что Х.М. Муштари и М.А. Лаврентьев были однокурсниками в Казанском университете. Думаю, они мало общались после их отъезда из Казани. Извест-



М.А. Лаврентьев в 1948 году

но, что Хамид Музафирович посылал М.А. Лаврентьеву отдельные свои работы, в частности совместную монографию с К.З. Галимовым.

Конечно, М.А. Лаврентьев не занимался механикой твердого деформируемого тела. Но, по крайней мере, в задачах упругой устойчивости он хорошо разбирался. Во-первых, в Институте гидродинамики СО АН СССР всегда велись на высоком уровне такие исследования, во-вторых, еще в 1949 году вместе с А.Ю. Ишлинским им была опубликована работа по устойчивости длинной цилиндрической оболочки под действием наружного динамического давления¹.

С использованием известного уравнения (13) из главы II при зависящем от времени t давлении $p = p(t)$ ими было впервые показано, что потеря устойчивости оболочки происходит с образованием волн, число которых зависит от того, насколько $p(t)$ превосходит значение статического критического давления $p = 3$ (последнее значение получается из формулы $p = n^2 - 1$ при $n = 2$).

В своих экспериментах М.А. Лаврентьев обратил внимание, что дюрелевая трубка при подводном взрыве становится гофрированной с числом волн по окружности, переменным по длине трубки. Оказалось, чем ближе заряд к рассматриваемому участку трубки, тем больше n , а при достаточно большом удалении его $n = 2$. Исходя из таких экспериментальных данных, была создана соответствующая



М.С. Корнишин, М.А. Лаврентьев,
Х.М. Муштари, С.Ф. Коротков в
лаборатории М.А. Ильгамова

¹ Лаврентьев М.А., Ишлинский А.Ю. Динамические формы потери устойчивости упругих систем // ДАН СССР. 1949. Т.64, №6. С.779-782.

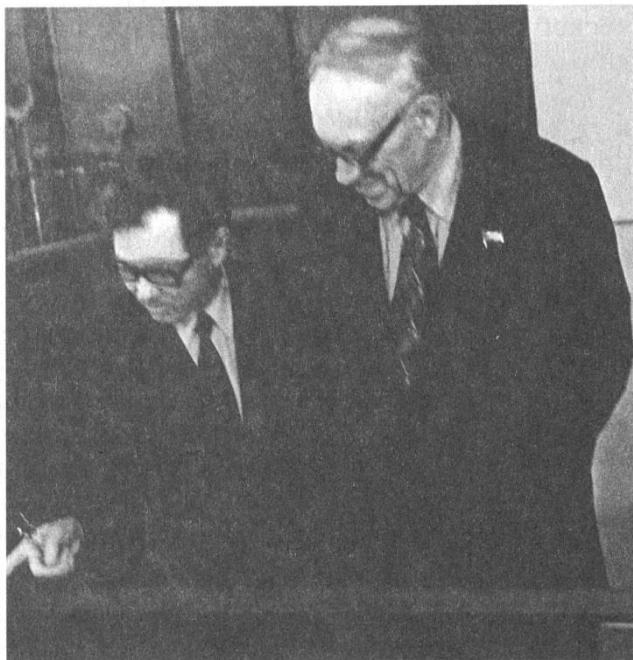
теория, которая в дальнейшем вызвала исследования во многих других случаях.

Так что М.А. Лаврентьев мог оценить работы по устойчивости оболочек. Нам было приятно, что он присылал свою письменную поддержку кандидатуры Х.М. Муштари при выборах в АН СССР.

В семидесятые годы Х.М. Муштари как-то с юмором рассказывал, как в Новосибирске М.А.Лаврентьев пригласил его куда-то съездить на машине. Сел он за руль и поехал по проселочной дороге, не разбирая ям и кочек. Хамид Музафарович очень пожалел, что сел к нему в машину.

Мне посчастливилось дважды быть участником приема М.А. Лаврентьева в Казани во второй половине семидесятых годов. При одной из встреч с Х.М. Муштари он вспоминал, как они однажды ели очень вкусный арбуз у родителей Хамида Музафаровича.

В первый свой приезд он выступил в университете с большим докладом по вопросам теории и практики использо-

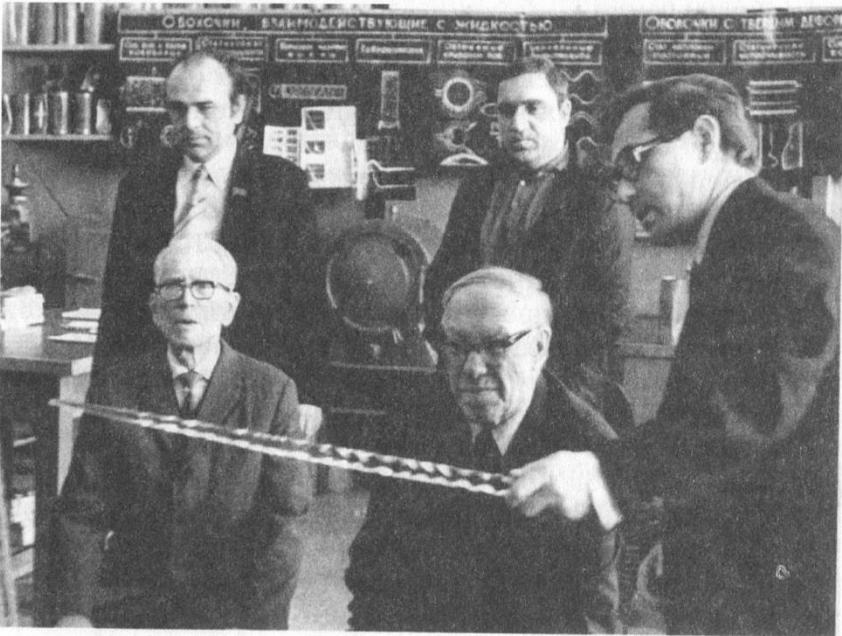


М.А. Лаврентьев и
М.А. Ильгамов в
лаборатории

вания взрыва. На одной из прогулок по городу показал двухэтажный деревянный дом, расположенный между Центральным парком и Казанским санаторием, где прошла жизнь его семьи до переезда в Москву. В своих воспоминаниях он красочно описал эти места.

В другой раз М.А. Лаврентьев подробно ознакомился с работой механиков в КФТИ КФ АН СССР и дал высокую оценку полученным результатам. Рассказывая о теории волновых движителей и показывая физические их модели, я напомнил, что статья по теории одной из этих моделей и конструктивной схеме была опубликована в «Докладах АН СССР» по рекомендации М.А. Лаврентьева. Он в свою очередь нам задал вопрос: вылезет ли уж из открытой вертикально стоящей бутылки?

Через некоторое время после посещения Казани я побывал у М.А. Лаврентьева в Москве. Ознакомил его с выдвиг-



М.А. Лаврентьев в Казанском физико-техническом институте. Первый ряд: Х.М. Муштари, М.А. Лаврентьев, М.А. Ильгамов. Второй ряд: директор КФТИ М.М. Зарипов, инженер А.М. Гусев

нутым на соискание Премии имени Ленинского комсомола циклом работ двух наших молодых сотрудников: Р.Г. Зарипова и Н.Н. Шихранова. Работы были посвящены исследованию периодических ударных волн в газе, взаимодействию их с тонкостенными элементами резонансной трубы. М.А. Лаврентьев подробно обсудил результаты и подписал отзыв с поддержкой работы.

Мы провели в 1995 году в Казани Лаврентьевские чтения, посвященные 95-летию со дня его рождения. Они проходили на базе профилактория «Строитель» на Волге и привлекли внимание многих исследователей. На открытии чтений был представлен доклад М.А. Ильгамова и Н.Б. Ильинского «Казанский период жизни М.А. Лаврентьева».

Чтения, посвященные столетию М.А. Лаврентьева, были проведены в сентябре 2000 года в Новосибирске.

Л. Доннелл, В.З. Власов

Наиболее близки к первым работам Х.М. Муштари по теории оболочек работы Л. Доннелла (L.H. Donnell). Об их работах начала тридцатых годов сказано в главе II.

В своей докторской диссертации 1938 года Х.М. Муштари ссылается на две работы Л. Доннелла, относящиеся к 1933 и 1934 годам (в ней пишется Доннель). Первая из них представляет собой отчет (NACA Rep. 1933. № 479. P. 1–24) и посвящена устойчивости при кручении цилиндрической оболочки. Это та же задача, которую рассмотрел Х.М. Муштари в первой своей статье по теории оболочек. Она была опубликована в «Сборнике научных трудов» КАИ (1934. № 2. С. 3–17).

Таким образом, работа Л. Доннелла увидела свет в 1933, а Х.М. Муштари в 1934 году. Но нужно иметь в виду, что первая из них – это отчет, а вторая – статья, которая, как известно, выходит не так быстро, особенно в наших условиях. Так или иначе, бесспорно то, что авторы выполняли работу почти одновременно и совершенно независимо. Это, видимо, тот случай, когда говорят, что идея витает в воздухе.

Х.М. Муштари отмечал в своей докторской диссертации, что Л. Доннеллом даются «относительно простые формулы для определения критического усилия, при этом пренебрегаются по сравнению с единицей квадраты угла наклона образующихся волн к оси цилиндра. Поэтому решение Л. Доннелла, несмотря на свою внешнюю красоту, должно быть признано сугубо приближенным».

То, что было сделано ими, получило в дальнейшем название: «уравнения Муштари – Доннелла» и «приближения Муштари – Доннелла» или в алфавитном порядке фамилий «уравнения Доннелла – Муштари», «приближения Доннелла – Муштари».

Что касается жизни Л. Доннелла, то нам мало известно о ней. Кажется, он жил в Сан-Диего, в городе на южной оконечности тихоокеанского побережья США. Неизвестно, была ли когда-нибудь переписка Х.М. Муштари с ним. О встрече их где-нибудь и речи не могло быть.

Весьма любопытные сведения о Л. Доннелле содержатся в книге Э.И. Григолюка¹. Оказывается, он являлся учеником С.П. Тимошенко. Затем некоторое время они вместе работали в Мичиганском университете. Это обстоятельство представляется весьма важным. Была среда для обсуждения вопросов, связанных с проводившимися исследованиями. Более того, Э.И. Григолюк прямо указывает, что предпринятый Л. Доннеллом шаг в задаче устойчивости при кручении цилиндрической оболочки был сделан под влиянием С.П. Тимошенко. Отрицание этого обстоятельства в письме Л. Доннелла, приводимом в указанной книге, выглядит неубедительным. Отметим, в условиях Казани начала тридцатых годов о чьем-либо прямом влиянии на Х.М. Муштари в его работе по устойчивости оболочек не приходится говорить. Совершенно очевидно, он пришел к «приближениям Муштари» исходя из анализа уравнений устойчивости оболочки.

Иногда приведенные выше определения называются так: «уравнения Доннелла – Муштари – Власова» и «приближения Доннелла – Муштари – Власова».

¹ Э.И. Григолюк. С.П. Тимошенко. Жизнь и судьба. СПб.: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, 2000. 274 с.

В 1944 году Василием Захаровичем Власовым (1906–1958) была опубликована статья в журнале ПММ (1944, т. VIII, вып. 2), где формулируется теория пологих тонких оболочек путем отбрасывания в соответствующих уравнениях не только перерезывающих сил и упрощения выражений для кривизн и кручения, но и пренебрежением некоторыми другими малыми членами, имеющими множителем Гауссову кривизну срединной поверхности. Система линейных уравнений В.З. Власова:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 w = 0,$$

$$\nabla_k^2 \varphi + \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \nabla^2 \nabla^2 w = Z$$

получила широкое применение. Здесь

$$\nabla^2 = \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right],$$

$$\nabla_k^2 = \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{A} k_2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{B} k_1 \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right],$$

φ , w – функция напряжения и прогиб, A , B – коэффициенты первой квадратичной формы, k_1 , k_2 – главные кривизны срединной поверхности.

Этой теорией, называемой также технической теорией оболочек, охватывается широкий круг практически важных задач. Надо отметить, что при построении теории В.З. Власов не ссылается ни на Х.М. Муштари, ни на Л. Доннелла. Говорят, у него была такая особенность. В дальнейшем В.З. Власов дал также систему нелинейных уравнений полой оболочки в тех же переменных φ и w .

В.В. Новожилов писал, что «фигура В.З. Власова – как человека и как ученого – весьма своеобразна и колоритна. Он родился в крестьянской семье и мальчиком работал пастухом. В 1930 году окончил Высшее инженерно-строительное училище. Уже в 1931 году появляется в печати его первый научный труд. Он прожил всего 52 года».

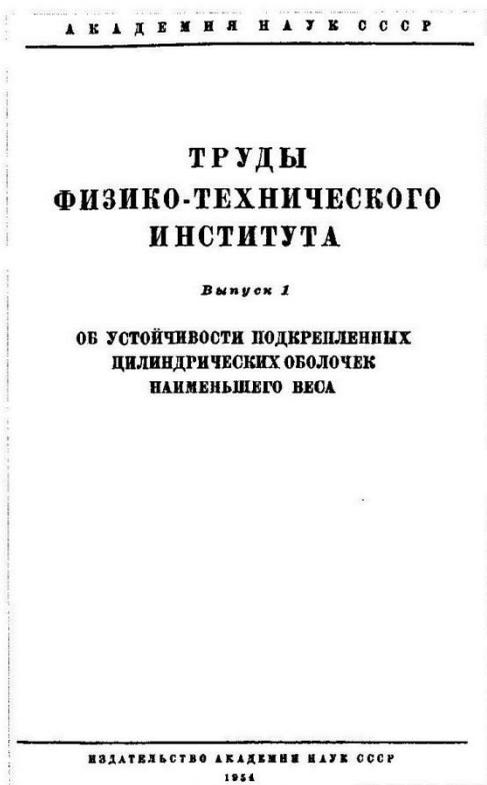
Х.М. Муштари и К.З. Галимов тесно общались с В.З. Власовым. В частности, он был оппонентом докторской диссертации К.З. Галимова.

В.З. Власов оставил яркий след в теории оболочек.

М.В. Келдыш, С.П. Королев

В 1950–1953 годы в Физико-техническом институте КФ АН СССР были выполнены исследования по устойчивости и прочности орбренных цилиндрических оболочек наименьшего веса при различных нагружениях и температурных полях по техническому заданию фирмы Сергея Павловича Королева (1906–1966). Результаты были изданы в виде закрытых «Трудов Физико-технического института КФ АН СССР» (Изд-во АН СССР, 1954). В конце пятидесятих годов эти «Труды...» были рассекречены и стали доступны специалистам. Статьи, помещенные в них, были во многом пионерскими как по постановке, так и по полученным результатам.

В нашей лаборатории часто вспоминали, что С.П. Королев когда-то предложил Х.М. Муштари переехать в подмосковный Калининград и работать в его фирме. Но Х.М. Муштари от такого предложения отказался. Говорили также, что в этой фирме хотели,



Титульный лист «Трудов ...»

чтобы в Казани был создан специальный академический институт по проблемам прочности ракетных конструкций и якобы Х.М. Муштари не проявил инициативы в этом направлении. Но от него самого мне не приходилось слышать ничего на эту тему. Не знаю, насколько это соответствует действительности.

Но идея создания в Казани академического института по механике всегда витала в нашем коллективе. Отмечу, что реальные действия в этом направлении начались с 1979 года. И такой институт, хотя и с большими трудностями, и с большим опозданием, был создан в 1991 году.

Когда в июле 1980 года мы были на даче по поводу 80-летия Х.М. Муштари, я задал ему вопрос, как происходила встреча у С.П. Королева. На это он сказал, что был принят с большим уважением. После некоторого разговора и показа корпусов ракет (цилиндрических оболочек) С.П. Королев направил Х.М. Муштари к специалистам по прочности. С.П. Королев запомнился как очень занятый руководитель большого дела. Это и понятно, ведь вопросы прочности, хотя и очень важные, составляют у любого генерального конструктора малую часть его огромных забот.

Известно, что Х.М. Муштари в качестве директора Физико-технического института был на приеме у президента АН СССР Мстислава Всеволодовича Келдыша (1911–1978). В приемной референт предупредил, чтобы посетитель был в кабинете не более пяти минут. За это время вопрос был решен.

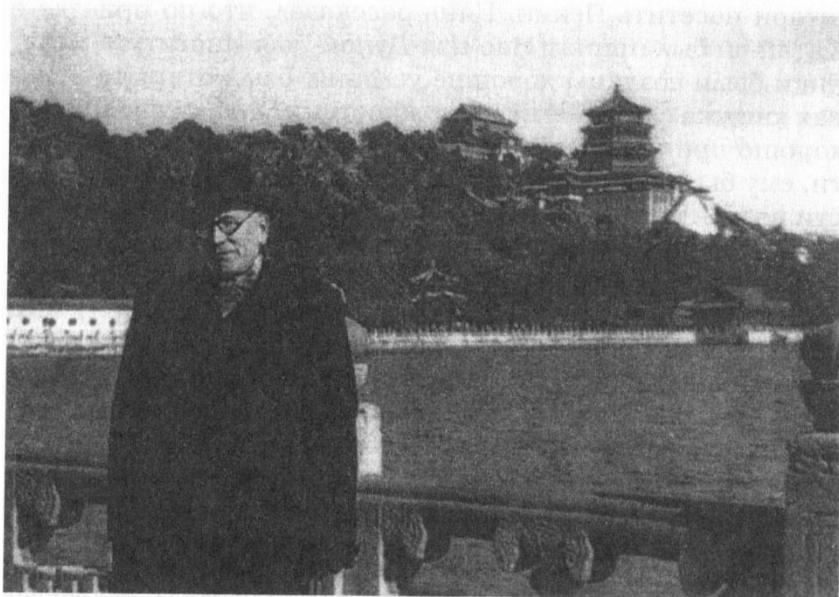
Еще случай, связанный с М.В. Келдышем. В начале семидесятых годов на отчет нашего института в Президиуме АН СССР Хамид Музафарович не смог поехать из-за болезни. Вместо него сообщение об институте сделал заведующий лабораторией член-корреспондент АН СССР Б.М. Козырев. По свидетельству присутствовавшего там заместителя директора С.Ф. Короткова, в своем заключительном слове М.В. Келдыш особо отметил важность работ Х.М. Муштари по устойчивости оболочек. Вообще он показал свою хорошую осведомленность в этой области. А это, очевидно, связано с его работой по руководству научными исследованиями по проблемам ракетостроения.

Можно еще добавить, что Х.М. Муштари в шестидесятые годы консультировал одного из ведущих сотрудников по прочности из ОКБ, возглавлявшегося генеральным конструктором академиком В.П. Макеевым (г. Миасс).

Цянь Сюе Сень

Выдающиеся и разносторонние ученые по механике, в том числе по механике жидкости и газа, Теодор Карман и его ученик Цянь Сюе Сень (H.S. Tsien) вошли в историю теории оболочек своей работой по выпучиванию панелей и оболочек, о чем было уже сказано в главе II.

Цянь – это, конечно, легендарная личность. Он в одном лице представлял собой для Китая примерно то же, что у нас представляли великие ЗК (Курчатов, Королев, Келдыш). Именно под его руководством проводились исследования при создании и атомного, и ракетного оружия Китая.



Х.М. Муштари в Пекине

О некоторых деталях судьбы Цяня написано в книге «Облако над Китаем» двух американских авторов¹.

Приехавший из Шанхая на учебу в США, Цянь сделал головокружительную научную и военную карьеру (был полковником армии США). После образования Китайской Народной Республики в 1955 году китайские власти вынудили его вернуться на родину.

В период подготовки его отъезда из США раздавались голоса, что нужно Цяня удержать, ибо «он слишком талантлив», что «лучше его пристрелить, чем отпускать в коммунистический Китай». В дальнейшем за выезд Цяня и других ученых китайского происхождения еще долго обвинялись иммиграционные службы США. Естественно, как всегда и везде, нашлись мракобесы, которые утверждали: «мы ничего не потеряли». Надо сказать, что они не только не потеряли, а много приобрели, поскольку не стало рядом человека на голову выше их.

Цянь, 1909 года рождения, в 1955 году в самом расцвете творческих сил стал директором Института механики АН Китая. В этом качестве в 1957 году он пригласил Х.М. Муштари посетить Пекин. Цянь рассказал, что по приезде в Китай он был принят Мао Цзе-Дуном, для Института механики были созданы хорошие условия, была открыта чековая книжка с большими возможностями. Х.М. Муштари был хорошо принят китайскими учеными. Кроме деловой части, ему была предложена культурная программа, в частности возили его на Великую китайскую стену.

Скорее всего, он привез с собой домой русский перевод отзыва Цяня и Ху о книге Х.М. Муштари и К.З. Галимова, который был опубликован у нас в 1958 году (см. главу II). Безусловно, Х.М. Муштари вернулся домой вдохновленным. Цянь прислал отзыв-поддержку его кандидатуры при выборах в АН СССР (сохранилось письмо на имя председателя президиума Казанского филиала АН СССР академика А.Е. Арбузова). Предстояла также поездка К.З. Галимова в КНР. Но вскоре резко испортились отноше-

¹ Райан У., Саммерлин С. Облако над Китаем // Иностранная литература. 1970. №11. С.222-249.

Nov. 21, 1979

Beijing

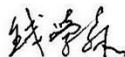
Professor Kh. M. Mushtari
Kazan Branch of the USSR
Academy of Sciences
Siberian track, IO
420029 Kazan USSR

Respected Professor Mushtari:

I was pleased to receive your letter of September 12, 1979. And I would like to thank you very much for sending me your work on the theory of shallow shells and the book of your disciple professor M. A. Ilhamov.

Best regards.

Sincerely yours,



Hsue-shen Tsien
Institute of Mechanics,
Academia Sinica

Письмо Цяня на имя Х.М. Муштари

ния руководителей двух государств, а далее наступило глобальное ухудшение отношений между странами. Был период, когда нельзя было особо говорить об этих контактах. В научных статьях запрещалось ссылаться на работы китайских авторов.

Затем началась культурная революция в КНР. Как писали авторы книги «Облако над Китаем», Цянь как заместитель министра обороны, вице-президент Академии наук, от которого слишком сильно зависели дела в военно-промышленном комплексе, не должен был пострадать от культур-

H. S. Tsien
 Institute of Mechanics
 Academia Sinica
 Beijing
 People's Republic of China

404



Professor M. A. Ilgamov
 Vice-Chairman of the Presidium
 of Kazan Branch of the USSR

October 5, 1981

Professor M. A. Ilgamov
 Vice-Chairman of the Presidium
 of Kazan Branch of the USSR
 Academy of Sciences
 Siberian track, 10
 420029 Kazan USSR

Respected Professor Ilgamov:

Thank you for your letter of August 25, 1981.

I regret the passing of Professor Kh. M. Mushtari.

Best regards.

Sincerely yours,

H. S. Tsien

Письмо Цяня на имя М.А. Ильгамова

ной революции. Если не пострадает от своего сына и дочери, которые были хунвейбинского возраста.

Действительно, она его не затронула, в отличие, например, от президента Академии наук КНР Го Мо Жо. За все эти годы Цянь только один раз дал миру знать о себе, посыл открытку одному из своих близких друзей в США со словами: «Это цветы, которые цветут и в ненастье».

В 1979 году после моего долгого отсутствия в Казани Хамид Музафарович показал мне адресованное ему письмо Цяня от 21 ноября 1979 года. В нем говорится, что он получил письмо Х.М. Муштари от 12 сентября 1979 года. Цянь благодарил за присланные статьи по теории пологих оболочек и книгу его ученика профессора М.А. Ильгамова. Очевидно, здесь речь идет о двух статьях Х.М. Муштари, посвященных построению уточненной теории пологих оболочек.

Сейчас трудно восстановить в памяти, как началась эта переписка между Цянем и Х.М. Муштари после более двадцати лет перерыва, кто был инициатором. Зная о сложных моментах, пережитых Хамидом Музафаровичем в 1937 году, сотрудники нашей лаборатории и института с пониманием относились к его настороженности в контактах с иностранцами и вообще к его осторожности. Поэтому я думаю, что первое послание могло быть только со стороны Цяня. По видимому, после этого Хамид Музафарович послал письмо, оттиски статей и книгу.

Он попросил меня ответить Цяню. Несколько писем и открыток было отправлено, были получены ответы, но они не сохранились. Сохранилось только одно письмо, адресованное мне. Из него следует, что 25 августа 1981 года я сообщил Цяню о кончине Х.М. Муштари (почему-то с большим опозданием). В связи с этой потерей Цянь выражает свое соболезнование.

Неоднократно бывая в Китае, я постоянно интересовался судьбой Цяня, но собеседники всегда уходили от этой темы. Известно лишь, что он здравствует.

В. Койтер, Н. Хофф

Виднейший голландский ученый В. Койтер (W.T. Koiter) много сделал по нелинейной теории оболочек и по устойчивости. При оккупации Голландии германской армией вынужден был эмигрировать из своей страны и именно в годы войны выполнил важные исследования. Он относится к самым цитируемым авторам по нелинейной теории оболочек в западной литературе.

В. Койтер неоднократно бывал в Советском Союзе. Во время конференций он встречался с Х.М. Муштари. У них

были работы по одним и тем же вопросам или по близким направлениям. Долгие годы В. Койтер возглавлял Международный союз теоретической и прикладной механики, известный во всем мире как IUTAM.

Ниже приводится одно его письмо: *Уважаемый профессор Муштари, во время моего пребывания в Соединен-*



Х.М. Муштари и Н. Хофф на прогулке

ных Штатах меня попросили сделать обзор английского перевода книги по нелинейной теории тонких упругих оболочек, написанной Вами совместно с профессором Галимовым. Я был счастлив, что получил возможность прочесть этот перевод. Вы, вероятно, вспомните, что любезно дали мне экземпляр русского издания. Но мое недостаточное знание Вашего языка мешало прочесть текст, который, конечно, необходим во многих местах для полного понимания доказательства.

Теперь я лучше понял ценность Вашей огромной работы. Вам, вероятно, будет интересно услышать, что я рекомендовал ее студентам по курсу, который в настоящее время читаю по упругой устойчивости и о состоянии после потери устойчивости.

Я вкладываю копию моего обзора для Вашей информации. С наилучшими пожеланиями.

Искренне Ваш В. Койтер

Крупный американский ученый в области механики Николас Хофф (Nicolas Hoff) посетил наш институт в мае 1970 года. Он знакомился с трудами Х.М. Муштари и других сотрудников, выступал на нашем семинаре.

Из американских ученых Хофф был наиболее сведущ в исследованиях советских авторов и, пожалуй, больше других понимал нас, наши проблемы. На Международном конгрессе по теоретической и прикладной механике в Москве

в 1972 году он выступил с приветствием от имени всех зарубежных участников. Не знаю, встречались ли они с Хамидом Музафаровичем в это время.

В 1982 году во время моего пребывания в Сан-Франциско (Стенфордский университет) Хофф узнал о моем приезде, и мы несколько раз встречались. Оказалось, что он не знал о кончине Х.М. Муштари. Тепло вспоминал свое посещение Казани. Пригласил к себе домой, познакомил с женой и еще с какими-то пожилыми дамами. Мы ужинали, он много рассказывал, с некоторой гордостью показал посаженные им три березки, которые не характерны для Калифорнии.

Я не мог не поинтересоваться у него о Цяне, который учился с ним в одно время, кажется, в Массачусетском технологическом институте. Хофф хорошо был осведомлен о нем, рассказывал о студенческих годах и последующей работе, об их учителях С.П. Тимошенко и Т. Кармане.

На другой день водил в университете по памятным ему местам, показал, где работали С.П. Тимошенко, А.Ф. Керенский.



В лагере «Волга»

Венгр по национальности, он знал, что венгры пришли на Дунай из зоны между Волгой и Уралом. Как известно, наши историки утверждают то же самое.

Из американских ученых, знакомых с отдельными работами Х.М. Муштари, могу назвать еще профессора У. Нэша (William Nash) из Массачусетского университета, долгие годы издателя и редактора «International Journal of Non-linear Mechanics», а также профессора П. Сайда (Paul Seide) из Южно-калифорнийского университета. Это крупные специалисты по теории оболочек. По-видимому, Хамид Музафарович с ними никогда не встречался. При моем посещении в 1982 году указанных университетов в городах Амерст и Лос-Анджелес они расспрашивали о Х.М. Муштари и В.В. Новожилове.

В.В. Новожилов

Валентин Валентинович Новожилов (1910–1987) и Х.М. Муштари были знакомы со времени Великой Отечественной войны, когда с некоторыми ленинградскими институтами и предприятиями находились в Казани Н.Е. Кочин, Ю.А. Шиманский и другие ученые. Среди них был и В.В. Новожилов, квартировавший с семьей у родителей Ш.У. Галиева, моего сотрудника раннего периода, ныне профессора Оклендского университета в Новой Зеландии.

Хамид Музафарович был первым оппонентом кандидатской диссертации Новожилова (защищенной в Казани, предположительно, в 1943–1944 годах). Как высоко оценивал В.В. Новожилов вклад Х.М. Муштари в теорию оболочек, видно из его статьи, отрывок из которой приведен в конце главы I. Известно, когда В.В. Новожилов был избран членом-корреспондентом АН СССР, он прислал письмо, в котором говорилось, что этого избрания более достоин был бы Хамид Музафарович.

Летом 1980 года Х.М. Муштари попросил меня поехать на семидесятилетие В.В. Новожилова и поздравить его от имени нашего института. Были мы у него вместе с К.Ф. Черныхом. И тогда Валентин Валентинович дал очень высокую

оценку трудов Х.М. Муштари, особо подчеркнув, что создателем нелинейной теории пологих оболочек является именно Х.М. Муштари, выразил самые теплые к нему чувства.

В мае 2000 года во время Общего собрания Отделения проблем машиностроения, механики и процессов управления РАН в Москве было приятно услышать те же слова в адрес Хамида Музафаровича от другого патриарха теории оболочек – Эдуарда Ивановича Григолюка.

Х.А. Рахматулин

Халил Ахмедович Рахматулин (1909–1988) был ученым с широкими научными интересами. В этом отношении он был похож на Т. Кармана, Дж. Тейлора. Основные научные интересы его лежали в области механики жидкости и газа. Но он много занимался и задачами механики твердого деформируемого тела. В частности, в теории упругопластических волн Х.А. Рахматулин открыл волну разгрузки, являлся ведущим специалистом в области парашютного дела, т.е. специфической мягкой оболочки. При этом он исходил не из общей теории мягких оболочек, а, максимально учитывая особенности задачи, рассматривал сразу статику осесимметричного купола с большим количеством меридиональных лент, которые за пределами купола продолжают в виде строп, замыкающихся в одной точке (коуше) на спускаемом грузе.

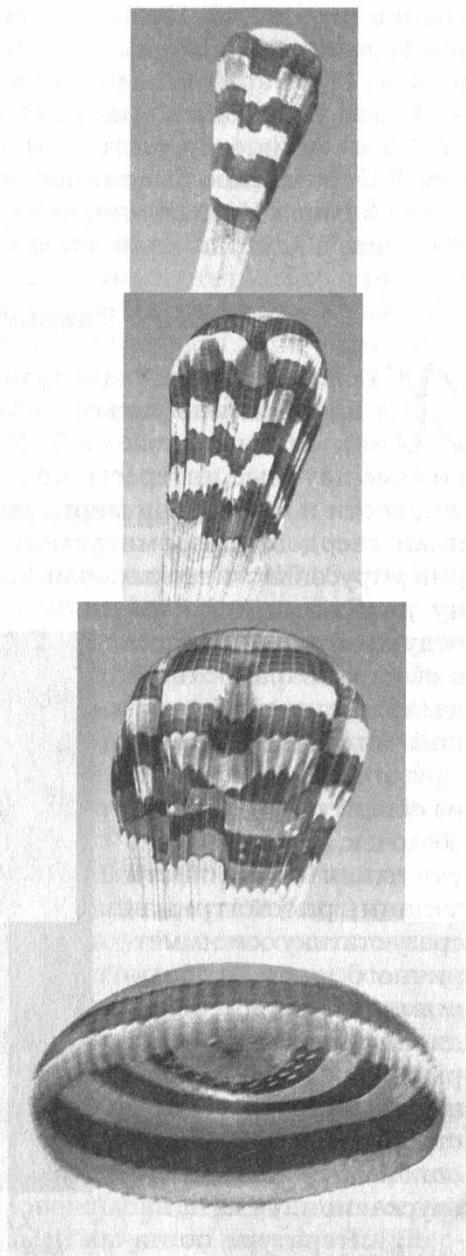
В литературе по парашютам существует



Х.А. Рахматулин в лаборатории М.А. Ильгамова в Казанском физико-техническом институте

«модель Рахматулина», которая сыграла (и продолжает играть) очень большую роль. Эта модель основана на двух допущениях («гипотезах Рахматулина»), одно из которых сводит двухосное напряженное состояние купола к одноосному состоянию, другое связано с ортотропностью парашютной ткани. Данная теория была создана им еще в довоенное время и получила распространение применительно к куполам других очертаний, к их динамике. Так что имеются все основания считать Х.А. Рахматулина принадлежащим к плеяде оболочечников.

По-видимому, Х.А.Рахматулин и Х.М. Муштари были знакомы со времени защиты последним докторской диссертации в МГУ в 1938 году. Присутствовавший на этой защите молодой сотрудник МГУ Х.А. Рахматулин рассказал в 1975 году, через 37 лет, во время встречи с Хамидом Музафаровичем на конференции в лагере «Волга», что одним из членов со-



Процесс раскрытия круглого парашюта

вета был задан вопрос: как может быть, что деформации малы, а перемещения большие. В ответ диссертант показал изгиб тонкой металлической линейки, и всем присутствующим стала ясной особенность тонкого упругого тела.

Безусловно, Х.М. Муштари и Х.А. Рахматулин – выдающиеся и яркие ученые в области механики из национальных республик СССР. Было много общего в их судьбах, научной деятельности, что делало их в чем-то похожими друг на друга. Но темперамент, энергия, диапазон научных интересов, мне кажется, довольно сильно различались. К этому вопросу мы вернемся в четвертой главе, чтобы подчеркнуть некоторые черты характера Хамида Музафаровича. Здесь отметим только, что Х.А. Рахматулин в своей работе охватил широкий круг вопросов механики, в каждом из них добился больших результатов и оставил яркий след. Что касается Х.М. Муштари, то за исключением работ, выполненных в молодые годы по аналитической механике по указанию С.А. Чаплыгина, а также по составлению учебных пособий и терминологических словарей, он посвятил свою жизнь только теории оболочек, никогда не отклонялся от этого направления. Но внутри него рассмотрел разнообразные вопросы. Может быть, в этих случаях говорят: одна, но пламенная страсть.

А.А. ИЛЬЮШИН

Алексей Антонович Ильюшин (1911–1998) – крупнейший механик, родом из Казани, в студенчестве повторивший путь М.А. Лаврентьева. Проучившись некоторое время в Казанском университете, в конце 1929 года он перевелся в Московский университет. Свой жизненный путь сам ярко описал в статье «Динамика»¹.

Снова попал в Казань в 1941 году вместе с эвакуированным Институтом механики АН СССР (директор – академик Б.Г. Галеркин). Именно здесь в драматические месяцы защиты Москвы, в условиях острейшей нехватки артиллерийских снарядов, выполняя распоряжение Государ-

¹ Вестник МГУ. Сер. I. 1994. №3. С. 79–87.

ственного Комитета Оборона СССР о необходимости срочных работ по производству снарядов и упрощению технологии их изготовления, он буквально за два месяца создал фундамент теории малых упругопластических деформаций. Теорию он применил для анализа осесимметричной деформации артиллерийского снаряда, в основной своей части представляющего собой цилиндрическую оболочку средней толщины ($h/R \sim 0,2$). В полости этой оболочки содержится наполнитель (ВВ), учет деформации которого также важен в момент ускоренного движения снаряда в стволе и его осесимметричного обжатия. Эти меры позволили А.А. Ильюшину предложить новые допуски на пластические деформации снарядов после выстрела и отмену технологии их термической обработки (закалки). Это резко упростило и ускорило изготовление снарядов. Потом один из руководителей промышленности боеприпасов генерал Н.Д. Иванов скажет: «Вы никогда не поймете – что сделали для войны и победы».

Здесь следует сказать, что в годы Великой Отечественной войны значительно более половины производимого металла шло на боеприпасы, а не на танки, пушки, корабли, транспортные средства, строительные конструкции и т.д. Много лет спустя А.А. Ильюшин выпустил две монографии на эту тему («Прочность снарядов при выстреле», «Вопросы прочности артиллерийских стволов»).

Любопытно отметить, что в ту же осень 1941 года М.А. Лаврентьев, эвакуированный в Уфу вместе с Украинской академией наук, во дворе мечети, где размещался их институт, проводил эксперименты, стараясь установить, что же делается с пулей после вылета из ствола винтовки. Для этого использовалась бочка с водой, в которой было вырезано отверстие и заклеено пергаментной бумагой. При выстреле возник неожиданный эффект: М.А. Лаврентьев получил довольно сильный удар в лицо водяной струей. Этот побочный эффект изучался много лет спустя при рассмотрении известного явления – кумуляции, образования «султана» при падении тела в воду или при подводном взрыве. Но главная цель – рассмотреть пулю неповрежденной – в тот период была достигнута.

Вот как нередко бывает – крупные открытия появляются в моменты экстремальные, наивысшего напряжения сил.

История жизни Алексея Антоновича, как никого из механиков, с ее взлетами и падениями, достойна художественного повествования. Мальчик с улицы Третья гора, что находится в районе нижнего конца нынешней улицы Муштари и Дома-музея Ульяновых, в окружении глубоких оврагов и садов. Недалеко расположен всегда хулиганистый микрорайон «Суконка». Не исключено, что он участвовал в знаменитых кулачных боях на льду озера Кабан. Казанский, московский, ленинградский университеты, работа в знаменитых организациях (ЦАГИ, НИИ 88-ЦНИИМАШ, Арзамас-16, Институт механики АН СССР и Институт механики МГУ) в периоды грандиозных свершений в стране. Совместная работа с крупнейшими учеными (С.А. Чаплыгин, Н.Е. Кочин, М.А. Лаврентьев, М.В. Келдыш, И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, С.П. Королев, Н.Н. Боголюбов), аудиенции и встречи с государственными деятелями и военными (А.П. Берия, Н.С. Хрущев, Б.А. Ванников, С.В. Кафтанов и другие). Острые дискуссии с М.В. Келдышем и Л.И. Седовым, когда А.А. Ильюшин сформулировал закон плоских сечений в аэродинамике больших сверхзвуковых скоростей. Можно предположить, что эти встречи и обсуждения часто проходили драматически. Алексей Антонович был человеком горячим, эмоциональным, равнодушным.

К казанским механикам он относился всегда хорошо. Безусловно, А.А. Ильюшин и Х.М. Муштари были знакомы давно, между ними всегда было взаимное уважение.

В сентябре 1980 года мы проводили в Казани конференцию, приуроченную к восьмидесятилетию Х.М. Муштари. Но юбиляр не смог принять в ней участия по состоянию здоровья. Из всех участников конференции, по-видимому, только А.А. Ильюшин побывал у него дома.

Мне посчастливилось тесно пообщаться с Алексеем Антоновичем в 1991–1994 годы в г. Уфе, когда он был консультантом в Институте проблем сверхпластичности металлов РАН. Кроме того, мы с ним принимали участие в организации Академии наук Республики Башкортостан, бывали на ее ежегодных общих собраниях.

А.С. Вольмир

Арнольд Сергеевич Вольмир (1910–1986) был для многих казанских оболочечников наиболее близким как по научным интересам, так и в чисто человеческом плане. В его первой книге¹ даются ссылки на работы Х.М. Муштари, К.З. Галимова, И.В. Свирского, Р.Г. Суркина, М.С. Корнишина, Ф.С. Исанбаевой по устойчивости оболочек.

В параграфе под названием «Развитие общей нелинейной теории гибких оболочек. Труды Х.М. Муштари и В.З. Власова» говорится: «В трудах Х.М. Муштари, относящихся к 1935 – 1938 годам, был изучен общий случай гибкой оболочки произвольного очертания. В качестве координатных линий были избраны линии кривизны поверхности. Изогнутое положение оболочки определялось деформациями срединной поверхности и углами поворота трехгранника, образованного нормалью к поверхности и касательными к линиям кривизн. В отличие от А. Лява, определившего эти величины в предположении малости перемещений, Х.М. Муштари получил выражения для деформаций срединной поверхности и углов поворота при перемещениях, сравнимых с толщиной оболочки. Вместе с тем перемещения считались малыми по сравнению с другими размерами оболочки, а деформации – лежащими в пределах действия закона Гука. Далее Х.М. Муштари были выписаны приближенные зависимости между усилиями и деформациями для анизотропной оболочки, предложенные ранее И.Я. Штаерманом. Получив уравнения равновесия элемента оболочки, Х.М. Муштари подробно проанализировал их, сопоставляя порядок отдельных членов. Оказалось, что при известных условиях, когда деформация оболочки сопровождается волнообразованием и число волн для ограниченной оболочки сравнительно велико (квадрат числа волн велик по сравнению с единицей), эти уравнения могут быть значительно упрощены. Х.М. Муштари показал, что при этом

¹ А.С. Вольмир. Гибкие пластинки и оболочки М.: Гос. изд-во техн.-теор. литературы, 1956, 420 с.

задача сводится к интегрированию линейного уравнения восьмого порядка в частных производных».

В.В. Новожилов в своем «Кратком очерке ...» назвал А.С. Вольмира «энциклопедистом». Действительно, работая по широкому кругу вопросов нелинейной статики и динамики, теории взаимодействия оболочек с жидкостью и газом, он написал капитальные монографии по многим важнейшим направлениям этой теории. При этом старался охватить все сколько-нибудь значимые результаты. В его книгах нашли отражение и классические, и новейшие результаты исследований.

А.С. Вольмир был постоянным участником всех конференций по теории оболочек. Часто выступал с пленарными докладами на их открытии. Это был очень демократичный человек. К нему люди тянулись. Каждый участник, вплоть



В.В. Болотин, Х.М. Муштари, А.С. Вольмир на конференции. Казань, январь, 1971 год

до аспирантов и младших научных сотрудников, мог подойти к нему и обсудить интересующие его вопросы. Арнольд Сергеевич внимательно выслушивал всех, давал свои советы.

Он и Х.М. Муштари относились друг к другу очень тепло.

Другие современники

Конечно, в ряду ученых-современников Х.М. Муштари находится и Курбан Закирович Галимов (1910–1986). Но в отношении к этому доброму человеку и большому ученому у меня действительно «чувств больше, чем слов», как сказано в предисловии. Кроме того, в приложении к данной книге дано выступление профессора Ю.П. Жигалко о К.З. Галимове на конференции 2000 года, да и во всех главах данной книги он неоднократно упоминается. По этим причинам в ней нет раздела о нем.

Отметим, что, за исключением М.А. Лаврентьева, все указанные выше современники Х.М. Муштари были моложе его на 6–11 лет (период жизни Л. Доннелла нам неизвестен).

Названными учеными не ограничивался круг общения Х.М. Муштари. И с другими учеными велись переписка, обмен научными статьями, происходили встречи на конференциях и т.д. Могут быть названы такие имена, как А.Я. Александров (Новосибирск), С.А. Алексеев (Москва), Н.А. Алумяэ (Таллин), Л.И. Балабух (Москва), И.Н. Векуа (Новосибирск, Тбилиси), Н.А. Кильчевский (Киев), А.И. Лурье (Ленинград), Ю.Н. Работнов (Москва), Э. Рейсснер (США), Г.Н. Савин (Киев), В.И. Феодосьев (Москва), А.П. Филин (Ленинград), А.П. Филиппов (Харьков). Здесь перечислены только ушедшие из жизни современники Х.М. Муштари.

Многие крупнейшие специалисты по теории оболочек, с которыми Х.М. Муштари многие годы контактировал и тепло к ним относился, здравствуют и успешно работают.

Глава IV

МОИ ВОСПОМИНАНИЯ

Работа в конструкторском бюро. Как впервые я увидел фамилию Муштари

После окончания Уфимского авиационного института в 1957 году я стал работать в Опытно-конструкторском бюро п/я 100 в г. Уфе. Это известная фирма, где в годы Великой Отечественной войны главным конструктором был знаменитый В.Я. Климов. Здесь вырос до главного конструктора, затем был переведен в г. Куйбышев будущий генеральный конструктор и академик Н.Д. Кузнецов. Всему миру известны авиационные и ракетные двигатели, созданные под их руководством.

В мое время «главным» был В.Н. Сорокин. Конструкторское бюро создавало турбореактивные двигатели для изделий фирмы академика В.Н. Челомея в Подмоскowie. Тогда в этой знаменитой фирме создавались самолеты-снаряды (другое название – беспилотные самолеты). Теперь они во всем мире называются крылатыми ракетами.

Этот славный коллектив в Уфе и сейчас на плаву благодаря продаже самолетов серии Су (например, Су-37) в Индию, Китай и другие страны, а также усилиям по конверсии.

Турбореактивный двигатель – сложный аппарат. Не случайно только Россия, США, Англия и Франция создают такие двигатели. Здесь нужны не только большие средства, но и большие знания, многолетний опыт, школа и традиции.

Вместе с другими инженерами я проводил расчеты на прочность разных деталей, например, подвесок, быстровра-

щающихся дисков компрессора и турбины. Мне особенно нравилось определять критические обороты валов по формулам П.А. Капицы, которые он вывел, анализируя работу созданного им быстрооборотного турбодетандера. Между прочим, я только недавно узнал, что в 1938 году под руководством Н.Н. Парфентьева М.Т. Нужиным была выполнена и опубликована статья «О критических скоростях вращающихся валов»¹.

В двигателе много всяких деталей и узлов, представляющих собой тонкостенные оболочки. Например, так называемая форсажная камера – цилиндрическая оболочка, одним концом прикрепленная с помощью приваренного фланца к корпусу турбины. На другом, свободном, конце устанавливается сопловое устройство. В форсажной камере в необходимое время производится дополнительный впрыск топлива против потока газов, и таким образом достигается увеличение тяги (режим форсажа).

Таким образом, форсажная камера представляет собой консольную цилиндрическую оболочку с сосредоточенной массой на свободной ее кромке. Поскольку крылатая ракета резко маневрирует на относительно малой высоте, примерно следуя рельефу местности (вне поля зрения радаров), то эта консоль испытывает изгиб. При испытаниях ракеты в Подмосковье обнаружилось, что в зоне максимальных сжимающих усилий около закрепленной кромки происходит волнообразование, что приводит к отклонению оси камеры и изменению вектора тяги.

Поскольку в имеющихся методических пособиях по отрасли (пособиях ЦИАМ – Центрального института авиационных моторов) не излагались вопросы устойчивости оболочки в рассматриваемом случае, я усиленно стал искать постановку и решение задачи в отчетах и монографиях по теории оболочек. И в них впервые встретил ссылку на статьи Х.М. Муштари. Эта несколько необычная фамилия мне запомнилась. Увидев летом 1958 года в книжном магазине по улице Ленина монографию

¹ М.Т. Нужин. Воспоминания современников. Ред.: Н.Б. Ильинский и др. Казань: Унипресс, 1999. 208 с.

Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек», я понял, что это казанские ученые. Но не ведал, что с ними будут связаны долгие годы общения, причем лучшие годы, а воспоминания о них и после их ухода из жизни будут согревать душу...

Возникший дефект нужно было быстро устранить. С инженером Р.Г. Якуповым (впоследствии профессором) мы провели довольно чистые эксперименты по устойчивости консольной цилиндрической оболочки при нагружении поперечной концевой силой при разных значениях внутреннего давления. Результаты позднее были опубликованы по рекомендации главного конструктора. Дефект устранили путем утолщения окружного пояса около заделки.

В дальнейшем мне пришлось много работать по ответственным изделиям. Но такого удовлетворения, даже гордости, за анализ явления, уяснение наиболее важных факторов, наконец, быстрое и эффективное внедрение результатов, кажется, больше не испытывал.

Этим длинным рассказом я хотел показать, как человек, работающий в конструкторских организациях и НИИ, приходит к пониманию важности и жизненности теории оболочек. Теперь уже жизнь позади. Были такие периоды ее, которые как будто ничего существенного не дали. Но два года работы в ОКБ были очень важны для меня, дали заряд на всю жизнь, наполнили смыслом всю дальнейшую работу в академических институтах.

Первая встреча с Х.М. Муштари

В моей жизни 1959 год, безусловно, был точкой бифуркации. Я решил поступить в аспирантуру, и любой малый толчок мог определить мое будущее научное направление: прочность, динамика конструкций, газовая динамика ... А интересы были широкие. Дело в том, что со студенческих лет была привычка читать запоем разные книги по математике и механике. И я составил мнение, что наиболее интересными являются вопросы устойчивости движения, колебаний и вообще ди-

намика механических систем. Мне были известны имена Н.Г. Четаева, И.Г. Малкина, Н.Н. Красовского и других специалистов в этой области. Я собирался съездить в Москву и Свердловск для того, чтобы определиться с аспирантурой.

Объявление Казанского авиационного института об аспирантуре, вывешенное у нас в ОКБ, послужило таким толчком. В нем как раз была указана специальность «устойчивость движения». Летом я впервые прилетел в Казань. В КАИ меня направили к профессору П.А. Кузьмину. Однако он сказал, что не собирается в этом году брать аспирантов. Немного расспросив о моих прежних занятиях, посоветовал мне обратиться к профессору Муштари Хамиду Музафаровичу. Так я услышал эту фамилию, теперь с именем и отчеством. П.А. Кузьмин проводил меня от корпуса № 4 КАИ на улице Толстого до угла улицы Горького и показал, в каком направлении идти в Казанский филиал АН СССР. Заметил при этом,



Здание Казанского филиала АН СССР

что Муштари купил хорошую дачу и может находиться там.

Меня очень хорошо принял ученый секретарь Физико-технического института Р.Г. Суркин. Оказывается, Х.М. Муштари является директором этого института. Но в это время его не было в институте.

Осенью, приехав для сдачи вступительных экзаменов в аспирантуру, я зашел к Х.М. Муштари и увидел стройного и красивого профессора. Ему тогда было 59 лет. Приведенная на этой странице фотография относится к тому времени, может быть, на два-три года раньше, и является одной из самых удачных.

Он встретил меня приветливо и тепло. Расспросил о моих данных. Узнав, откуда я родом (Южное Зауралье), сказал, что это настоящий башкирский край, там поют мелодичные протяжные песни. Выходя из кабинета, я подумал, что, по-видимому, таких людей имел в виду А.П. Чехов, говоря о красоте человека.

Экзамен по специальности он принимал вместе с К.З. Галимовым и И.В. Свирским, которых я также впервые увидел, придя в кабинет директора. Было такое впечатление, что они не менее меня были заинтересованы в успешной сдаче экзамена. Правильным ответам искренне радовались, особенно это проявлялось у К.З. Галимова. Я же боялся огорчить их своим недостаточным знанием вопроса. После какого-то моего ответа И.В. Свирский сорвался с места и стал быстро ходить по комнате кругами. Продолжая отвечать, я с опаской поглядывал на него.

Осенью 1959 года я стал аспирантом Х.М. Муштари.



Х.М. Муштари в конце пятидесятих годов

Аспирантура. Наша лаборатория

Оказалось, что аспирантура это такая хорошая жизнь, о которой можно было только мечтать. Даже лучше, чем студенчество. Со школьных лет человеку приходится делать над собой усилие, изучая не только то, что ему нравится, но и то, что не очень нравится. И только в аспирантуре приобретаешь свободу в этом плане. Изучаешь те вопросы, читаешь те книги, которые тебе интересны. Занимаешься тем, что тебе кажется значительным. А еще за это платят. По вечерам всей группой аспирантов часто ходили в кино, театры, на концерты. Возвращались домой поздно, утром ехали в институт, когда хотели.

После очень напряженной работы в ОКБ, суровой дисциплины, шума производства, условия работы аспиранта, тишина в лабораториях и кабинетах, коридорах, в библиотеке поражают. Все работают самостоятельно, разные лаборатории не зависят друг от друга, поэтому люди спокойны, дружелюбны. Эта атмосфера значительно отличается от порядков в ОКБ, где у всех, в конечном счете, одна цель – в сжатые сроки выполнить одну работу. Как на конвейере, работа всех служб и отдельных людей взаимосвязана.



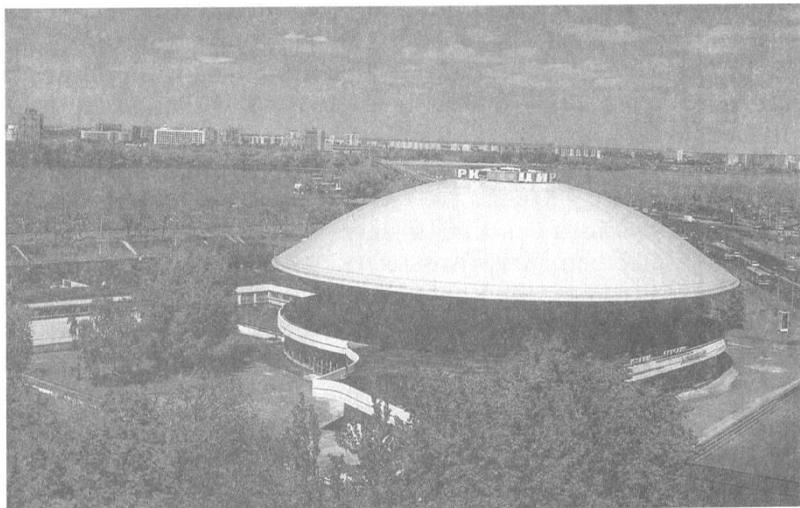
Вечерняя Казань

С выбором темы диссертации руководитель дал мне полную свободу. То, чем я хотел заниматься (устойчивость движения упругих тел, в том числе оболочек), выпадало из круга проблем, которыми занимались в лаборатории теории оболочек. А хотелось быть вместе с другими, чтобы не вариться в собственном соку.

В этот период Х.М. Муштари интенсивно занимался построением теории изгиба трехслойных оболочек несимметричного строения с учетом анизотропии несущих слоев и заполнителя. На семинарах он сделал уже несколько сообщений. В конце концов я решил заняться тем же, рассматривая в качестве конкретных задач колебания и устойчивость трехслойных пластин несимметричного строения.

Было принято, что перед выступлением на семинаре и перед отправкой статьи в журнал Х.М. Муштари обязательно просматривал материал. Все написанное мною подверглось этой процедуре. Он и мою диссертационную работу просмотрел тщательно.

Быт и рабочее место у меня еще не были устроены. Часть диссертации я написал, сидя за столом ушедшей в декретный отпуск М.С. Ганеевой, другую часть – на раскладушке



Здание Казанского цирка

в ночлежке. Теперь условия хорошие, есть знания, опыт, но нет той энергии и того горения. Однако это замечание не есть жалоба на возраст. И пожилые люди, как писал Цицерон, «полноправно живут, пока могут творить и вершить дела, связанные с исполнением их долга. Ввиду этого старость даже мужественнее и сильнее молодости». Добавим, старость плоха только тем, что и она проходит.

В те времена на сроки выполнения работы аспирантами обращали большое внимание. Председатель Казанского филиала АН СССР академик Александр Ерминингельдович Арбузов похвалил нас с Хамидом Музафаровичем за представление к защите диссертационной работы досрочно, издал приказ о премировании, дополнительном оплачиваемом отпуске и о приеме на работу в Физико-технический институт. Этого легендарного человека я видел много раз до этого и после, но больше не довелось с ним разговаривать.

Так я стал младшим научным сотрудником в лаборатории Х.М. Муштари (1962 год). Сам он, естественно, работал в директорском кабинете. В самой большой комнате находились М.С. Корнишин, И.В. Свирский, Ф.С. Исанбаева, М.С. Ганеева, И.Г. Терегулов, Н.К. Галимов (до него К.З. Галимов) и еще две сотрудницы. В этой же комнате проходили семинары. Р.Г. Суркин и еще две сотрудницы работали в отдельной комнате. Три небольшие комнаты занимали экспериментаторы во главе с Б.М. Зуевым. Они провели, в частности, тензометрирование модели Казанского цирка, представляющего собой усеченную коническую оболочку, на верхнее (большее) основание которой опирается сферический сегмент.

Эти люди были большими знатоками своего дела, создающими атмосферу, поучительную без назиданий, воспитывающую без поучений. Каждый новый сотрудник впитывал их образ мыслей. На одной из фотографий, приводимых здесь, запечатлена наша лаборатория, правда, не в полном составе. Снимок относится к началу 1963 года и был сделан в честь победы в социалистическом соревновании за прошедший год. Какая это была лаборатория, какие люди! Вглядываясь в их лица, вспоминая их манеры и особенности, с грустью приходится повторять пушкинские слова:



Сотрудники лаборатории механики. 1963 год. Первый ряд (слева направо): Б.М. Зуев, Р.Г. Суркин, М.С. Ганеева, М.С. Корнишин, Х.М. Муштары, Ф.С. Исанбаева, И.В. Даугтов, Д.А. Касимова; второй ряд – М.М. Сулейманова, М.А. Ильгамов, Л.А. Кузнецова, И.Г. Терегулов, С.Г. Степанов, И.В. Свировский, А.З. Бакирова, А.А. Коргов, А.Н. Спиваковская

*Иных уж нет, а те далече,
Как Саади некогда сказал.*

Позже экспериментальная лаборатория была передана в новый Институт органической и физической химии КФ АН СССР. В одной из освободившихся комнат поселились я и сотрудники, работавшие со мной. В этой группе велась интенсивная работа по теории взаимодействия оболочек с жидкостью и газом, причем Х.М. Муштари дал нам полную свободу в выборе тематики. Потом группа стала основой для образования новой лаборатории.

Семинары Х.М. Муштари

Они проходили по четвергам с 11.30 часов каждую неделю. Докладывались работы как сотрудников нашего сектора, так и со стороны. Были законченные работы типа диссертаций и незаконченные, на стадии выполнения. Последние представляли даже больший интерес.

Х.М. Муштари вел эти семинары ровно, не перебивая и не задавая вопросы по ходу изложения (как это было принято на некоторых семинарах других известных ученых). Время доклада не ограничивалось. Все происходило демократично.

Было так заведено, что докладываемую работу наши сотрудники заранее показывали Х.М. Муштари. По-видимому, это делалось для того, чтобы на семинаре более определенно высказать мнение о работе. Выступали все сотрудники со своими результатами, а иногда с изложением важных работ из литературы. А, пожалуй, больше всех выступал сам Х.М. Муштари.

Для молодых сотрудников эти семинары имели большое значение. Они нравились нам, и мы в какой-то мере находились в ожидании семинарских четвергов. Вот все собираются, рассаживаются по известным местам. Иногда от монотонного изложения материала кое-кто начинает дремать. Но заинтересованный слушатель, собирающийся задать вопрос или выступить, внимательно слушает (как мы шутили – «враг не дремлет»).

Чтение протоколов семинаров дает в какой-то мере представление об истории развития теории пластин и оболочек в Советском Союзе. Любопытно, первые протоколы вел будущий

ректор Казанского университета М.Т. Нужин. Он работал в КФТИ с марта 1946 года по апрель 1947 года.

Начиная с 1969 года издавались «Труды семинара по теории оболочек», редакторами которых были М.С. Корнишин и М.А. Ильгамов. Они выходили почти ежегодно. Всего было опубликовано 27 выпусков (последний – в 1992 году). Приводимое ниже содержание выпуска III этих трудов за 1973 год дает представление о составе авторов (статьи повторяющихся авторов опущены).

1. *Муштары Х.М.* Уточнение и расширение области применения нелинейной теории тонких пологих оболочек.
2. *Корнишин М.С., Дедов Н.И., Столяров Н.Н.* Средний упругопластический изгиб гибких прямоугольных в плане пластин и пологих оболочек с учетом разгрузки и сжимаемости материала.
3. *Корнишин М.С., Сулейманова М.М.* О влиянии деформации поперечного сдвига на несимметричное выпучивание панелей.
4. *Терегулов И.Г., Могилевкин Л.И.* Влияние геометрической нелинейности в асимптотических формулах для круглой пластинки и пологого сферического купола при нагружении сосредоточенной силой.
5. *Ганеева М.С., Корнишин М.С., Малахов В.Г.* Равнопрочные упругие оболочки вращения.
6. *Паймушин В.Н., Галимов Н.К.* Об использовании приема Тимошенко С.П. в теории трехслойных пластин с заполнителем.
7. *Даутов И.В.* Изгиб трехслойной пластины с учетом поперечных сдвигов во внешних слоях.
8. *Грибов А.Н.* Напряженно-деформированное состояние длинной пологой цилиндрической панели с эксцентричным упругим включением.
9. *Федоров Н.А.* Безмоментная цилиндрическая оболочка, подкрепленная кольцами переменной жесткости.
10. *Галимов Ш.К.* Симметричный изгиб круглой пластины средней толщины.
11. *Иванов В.А., Сафиуллин Ф.Х.* Деформация бесконечной цилиндрической оболочки с заполнителем, нагруженной по участку боковой поверхности.
12. *Зарипов Р.М.* Изгиб цилиндрической оболочки с заполнителем.

13. *Гатауллин М.З., Иванов В.А.* Устойчивость цилиндрической оболочки с заполнителем под действием внешнего давления и осевого сжатия.

14. *Гусев А.М., Иванов В.А.* Устойчивость прямоугольных пластин, сжатых в одном направлении, на упругом основании.

15. *Камалов А.З.* Устойчивость оболочки вращения в потоке несжимаемой жидкости.

16. *Бакирова А.З.* Об устойчивости вытянутых оболочек вращения под действием равномерного внешнего давления.

17. *Ильгамов М.А., Шакирьянов М.М.* Взаимодействие упругосмещающейся преграды и идеальной сжимаемой жидкости при ударном нагружении.

18. *Сахабутдинов Ж.М.* Колебание жидкости в цилиндрическом баке с упругим днищем при импульсном нагружении.

19. *Гулин Б.В., Яруллин С.С.* Динамическая реакция цилиндрической оболочки на резкое изменение внутреннего давления.

20. *Фалелеева С.А.* Собственные колебания цилиндрической оболочки с заполнителем.

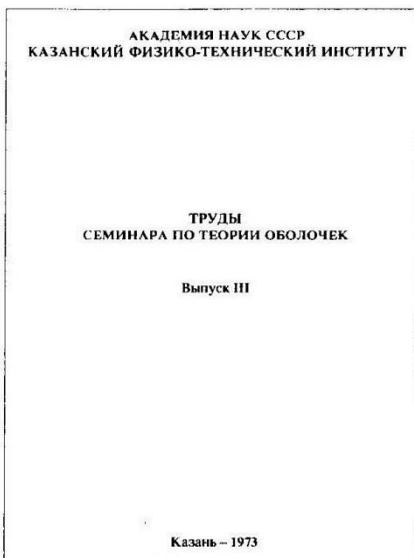
21. *Свирский И.В.* Метод прогонки для решения нелинейных уравнений.

22. *Корнишин М.С., Петухов Н.П.* К расчету гибких пластин методом блочной итерации.

23. *Гулин Б.В., Терентьев Н.И.* Об ускорении сходимости итерационного процесса второго порядка.

24. *Камышов В.В., Суркин Р.Г.* Влияние граничных условий на критическую нагрузку сферических оболочек высокого подъема.

25. *Садыков А.В.* Нелинейные колебания днища трубы под воздействием периодических волн в её полости.



Титульный лист «Трудов семинара...»

Этот список дает также представление о тематике исследований в этот период.

Со второй половины шестидесятых годов семинар по теории оболочек работал также в университете под руководством К.З. Галимова. Здесь большое место занимало обсуждение работ для представления в совет по защите диссертаций.

Всесоюзная конференция по теории пластин и оболочек. Чествование Х.М. Муштари в связи с его шестидесятилетием

С начала 1960 года в нашем секторе началась подготовка к проведению в Казани Всесоюзной конференции по теории пластин и оболочек. Ее проведение приурочивалось к 60-летию Х.М. Муштари. Наибольшую работу по подготовке провели М.С. Корнишин и Ф.С. Исанбаева.

Октябрь 1960 года был теплый и солнечный. Участникам конференции приятно было ходить по улицам города. Из Москвы приехали В.В. Болотин, А.С. Вольмир, из Ленинграда – Г.Ю. Джанелидзе, А.К. Перцев, А.П. Филин (ожидался приезд А. И. Лурье, однако он не смог приехать), из Ростова-на-Дону – И.И. Ворович, из Львова – Н.П. Флейшман, из Харькова – А.П. Филиппов, из Таллина – У.К. Нигул, из Новосибирска – А.Я. Александров и другие. Представительная делегация была из Киева – Г.Н. Савин, Н.А. Кильчевский, А.Д. Коваленко, П.М. Варвак, В.Г. Чудновский, Я.М. Григоренко, В.Т. Гринченко и другие.

Заседания проходили в Доме ученых на улице Бутлерова, а открытие и закрытие состоялись в конференц-зале КФ АН СССР на улице Лобачевского. Работали три секции, председателями которых были Г.Н. Савин, А.С. Вольмир, В.В. Болотин, а научными секретарями – Н.К. Галимов, М.С. Ганеева и М.А. Ильгамов.

Мой бедный язык не позволяет описать ту обстановку общего подъема, огромного интереса участников к работам по

теории и практике применения оболочек и оболочечных конструкций, которая царила на конференции. Участники с большим уважением и почтением относились к Х.М. Муштари.

В последний день конференции проводится его чествование в связи с шестидесятилетием. Роскошный конференц-зал Казанского филиала АН СССР с портретами Н.И. Лобачевского, А.М. Бутлерова, Н.Н. Зинина в овальных рамках (позже здесь появятся портреты обоих Арбузовых, Г.Г. Ибрагимова, Е.К. Завойского). Присутствуют все участники конференции, а также местные коллеги. Заседание ведет академик А.Е. Арбузов (он присутствовал и на открытии конференции). В президиуме несколько человек, в том числе Хамид Музафарович и его супруга Раиса Ибрагимовна. С поздравлениями выступили люди, знающие работы Х.М. Муштари. Поэтому нам, молодым сотрудникам и аспирантам, было поучительно послушать их. Помнится, А.С. Вольмир прочитал также специально написанное им стихотворение.



Президиум Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластин в МГУ, 1965 год

Как он оценивал сделанное юбиляром и какое место отводил ему в теории оболочек, видно из его монографий. А.З. Бакирова и Л.А. Кузнецова преподнесли картину от имени нашего сектора механики. М.С. Корнишин сделал сообщение по биографии Х.М. Муштари. Так впервые я более подробно узнал некоторые его биографические данные.

В 1961 году такая же конференция была организована во Львове под руководством академика АН УССР Г.Н. Савина. Здесь участников было даже больше. Особенно много было украинских ученых. Тогда же впервые услышали выступление А.В. Погорелова по устойчивости, которое вызвало живое обсуждение. Запомнились выступления В.И. Феодосьева и В.В. Болотина в прениях. После окончания конференции была организована двухдневная автобусная экскурсия по городам Западной Украины до Ужгорода. В нашем автобусе находились такие известные упругисты, как А.Р. Ржаницын, А.Н. Григорьев, М.А. Колкунов. Г.Н. Савин и Х.М. Муштари путешествовали в легковой машине.

Во Львове было решено считать Казанскую конференцию 1960 года Первой Всесоюзной, каковой она и явилась, а Львовскую 1961 года – Второй Всесоюзной. Однако на следующей подобной конференции в Ереване в 1962 году было решено отсчет вести от небольшого совещания в Тарту, состоявшегося в 1957 году. Так Казанская и Львовская конференции стали второй и третьей. С тех пор эта нумерация не менялась.

Мы организовали также всесоюзные конференции по теории оболочек, приуроченные к 70-летию и 80-летию Х.М. Муштари. На последней из них сам Хамид Музафарович не участвовал по состоянию здоровья.

Директор Физтеха

Как сказано в главе I, Х.М. Муштари был директором Физико-технического института Казанского филиала АН СССР в течение почти 27 лет. Если попытаться несколькими словами охарактеризовать стиль его директорства, то это будет: отсутствие суеты, размеренная жизнь, дружелюбие. Нам, молодым, даже казалось, что вопросы решаются долго. Видимо, он еще и еще раз обдумыв-

вал свои решения, прежде чем их принять. Зато, кажется, не было случая, чтобы какое-то из них отменялось из-за то-ропливости его принятия или обсуждалось повторно.

В небольшом нашем институте царила товарищеская, подлинно творческая атмосфера. Безусловно, это заслуга директора. Думаю, играла роль сама обстановка стабильности в стране, в Академии наук, со стабильным финансированием, с заданной численностью сотрудников. Если и были изменения, то только в сторону увеличения. В шестидесятые годы почти каждый год институт получал несколько квартир. В одно время даже нуждающихся в жилье у нас было мало.

Но ведь несмотря на это были в АН СССР институты, в которых коллектив бурлил постоянно. Говорили, у нас в Казанском филиале беспокойно было в Институте языка, литературы и истории, в Москве из близких нам учреждений – в Институте механики АН СССР. Последний был закрыт, главным образом, из-за дрызг в коллективе, вместо него был открыт новый Институт проблем механики АН СССР с новым руководством. Отмечу, позже трудные периоды были и в Физико-техническом институте.

Как говорится, умный всегда находит выход из создавшегося положения, а мудрый не создает такого положения, из которого приходится искать выход. Х.М. Муштари подходил к решаемым вопросам очень вдумчиво, старался именно не создавать ситуацию, из которой придется искать выход.

Жизнь его была строго упорядочена. Не знаю, как раньше было, но с начала шестидесятых годов он работал в институте только до обеда. Директорские, лабораторные дела, семинары, совещания были в это время. После обеда он занимался дома. Только на редкие общие или профсоюзные собрания приходил вечером. Чаще бывали партийные заседания и собрания, но, будучи беспартийным, он на них не ходил. Неизвестно, что решала про себя партийная организация, но влияния ее в институте не чувствовалось. Как беспартийный сотрудник института, а позже как заведующий крупной лабораторией, я не испытывал ни положительного, ни отрицательного ее воздействия.

Директору очень помогали ученый секретарь Р.Г. Суркин (до 1962 года), а также ученый секретарь, а затем долгие годы заместитель директора С.Ф. Коротков. Они очень умело решали все вопросы, сглаживали острые углы. Одним словом, директору повезло со своими заместителями. Мне, как заведующему лабораторией, особенно много приходилось иметь дело по разным вопросам с последним из них. Всегда решал он их быстро и без канители. Вспоминаю нашу работу



В рабочем кабинете

в те уже далекие времена с благодарностью к обоим.

Однажды, по-видимому, это было в 1971 году, по институту пронесся слух, что в обкоме партии предложили Х.М. Муштари освободить должность директора. Это проявили инициативу физики, которых он всегда поддерживал и развивал. По словам Р.Г. Суркина и С.Ф. Короткова, на это Х.М. Муштари сказал примерно так: «Не вы поставили, не вам освобождать. Освобожу, когда истечет срок, на который избран Академией наук». При этом известии я пришел в состояние, для определения которого современная молодежь использует глагол «обалдел». Я никак не ожидал от Хамида Музафаровича такой реакции. Теперь не все представляют, что означало в те времена только одно слово секретаря обкома, особенно по части снятия кадров. Потом, ведь кто сказал: «Не вы...»? Хамид Музафарович, на всю жизнь которого наложил свой отпечаток 1937 год, который не позволял себе вольностей, всегда предостерегал нас от действий, могущих причинить нам вред. Значит, были у него еще ресурсы достойно ответить на нажим. Воз-

можно, сыграло роль и то, что он был беспартийным. И доработал директором до окончания срока, хотя обкомом уже был прислан новый директор, который пока работал заведующим лабораторией.

Этот его шаг, повторяю, меня приятно поразило и порадовало за проявленную силу духа. Действительно, и после своего семидесятилетия он был в хорошей физической форме, вел активную научную работу, институт был на подъеме. Наконец, завершили строительство отдельного здания на Сибирском тракте, и сотрудники были в радостном ожидании расширения площадей.

Хамид Музафарович старался относиться ко всем сотрудникам ровно. Институт всегда состоял из двух самостоятельных частей: механиков и физиков. Первые занимались, главным образом, теорией, расчетами, а у вторых преобладали экспериментальные исследования. Сохранение баланса интересов между этими частями у Х.М. Муштари всегда было предметом особой заботы. Как правило, по развитию лабораторий в институте, по оборудованию, командировкам и так далее он предпочтение отдавал физическому на-



Сотрудники КФАН СССР на праздничной демонстрации.

Слева: первый – И.В. Свирский, третий – М.С. Корнишин, четвертый – Р.Г. Суркин

правлению. Возможно, это он делал во избежание лишних разговоров, недовольства с их стороны. Период до начала семидесятых годов, период естественного и эволюционного развития, спокойной творческой работы представляет собой эпоху Муштари.

К сожалению, постепенно этот баланс интересов стал нарушаться в сторону физических направлений, их гипертрофического развития в ущерб направлениям по механике, особенно, по подземной гидромеханике и фильтрации, которые для нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей республики имеют большое значение.

С приходом директоров-физиков этот наметившийся дисбаланс только возрастал. Для механиков особо тяжелыми были 1976–1977 и 1990–1991 годы. И только переход механиков в ведение Отделения проблем машиностроения, механики и процессов управления АН СССР – РАН в виде института спас это направление для Казани от постепенного исчезновения. Но это уже тема отдельного разговора.

Хамид Музафарович не одобряет

Думаю, было не так много случаев, когда какие-то дела в институте вызывали острое неприятие со стороны Х.М. Муштари, его недовольство и досаду. Он был не только директором, но и своего рода духовным лидером или духовным авторитетом. И люди в то время сами старались не допускать какие-то поступки, которые могли быть неприемлемыми.

Однако жизнь есть жизнь, какие-то события происходили, требовалось принятие решений по ним. Приведу три случая, правда, не особенно значительные, которые, тем не менее, характеризуют Х.М. Муштари.

Вспоминается май 1960 года, первый год аспирантуры. В институте висело объявление о летнем отдыхе на теплоходе, курсирующем по Дунаю через многие страны от Измаила до Вены и обратно. Моя стипендия в 110 рублей вполне позволяла мне поехать. Чтобы подписать характеристику, я зашел к Х.М. Муштари. Затея моя сразу

же не понравилась ему, главным образом, из-за города Вены. Он долго молчал, смотрел в окно (это бывало, когда ему что-то не нравилось или было неприятно). Потом произошел диалог:

– А Вы читали в «Правде» статью «В Австрии неонацизм поднимает голову?»

– Да, читал во вчерашнем номере.

– А Вы будете в Вене. Там может быть какая-нибудь провокация против Вас.

– Едут и из других институтов филиала, я буду ходить только с группой, ни с какими фашистами не буду связываться.

– И группа не поможет, если пройдет какой-нибудь слух. Опасно не там, а здесь. Это могут использовать против Вас и через десятилетия.

Я же, тупо упорствуя, стоял на своем. Было ясно, он собирается отказать мне в разрешении на поездку. От этого он и сам страдал. Но вдруг оживился, по лицу пробежала улыбка. Не иначе, как пришла какая-то спасительная идея: «А по Волге Вы путешествовали?» На мой отрицательный ответ он сказал: «Очень хорошо путешествовать по Волге». И не подписал характеристику.

Конечно, сейчас этот эпизод может вызвать улыбку. Но сорок лет назад... Даже в конце 1987 года я, вспоминая об этом, сказал про себя: «Как же он был прав, наш учитель!» Может быть, многие уже не помнят, в этот период, через 50 лет после 1937 года развитие событий в стране могло пойти и по другому пути. На нас могла обрушиться российская стихия доноительства. Одна из немногих заслуг М.С. Горбачева состоит в том, что он не дал разыграть этой стихии. Но опасность существует всегда. Стоит властям лишь начать реагировать на письма с очернением сослуживцев, знакомых...

Второй случай связан с возникшим спором между двумя кандидатами наук из университета и пединститута на нашем семинаре об авторстве в чем-то по трехслойным оболочкам. По-видимому, спорили они на эту тему не первый раз. Х.М. Муштари никого не поддержал. Было видно, что история ему очень не нравится, поэтому он быстро закрыл

заседание. А выходя из комнаты в коридор, очень возмущался: «Результат ерундовый, а такая свара».

Событие это относится, по-видимому, к 1961 году, больше таких разбирательств у нас на семинарах не было. Они всегда проходили корректно, насыщенно, как уже отмечалось выше, являлись большой школой, особенно для молодежи.

Третий случай. В начале 1964 года Хамид Музафарович пригласил меня к себе и сообщил, что есть решение ученого совета о назначении нас с А.Р. Кесселем старшими научными сотрудниками, причем одну надбавку соответствующего оклада делили на двоих. Я сразу стал отказываться от такого назначения, сказав, дайте эту должность А.Р. Кесселю. Х.М. Муштари воспринял это как обычное мое упрямство, огорчился, был сердит. Видимо, было только одно место, и идея деления его принадлежала ему. Таким образом, он хотел поддержать меня. А тут неблагодарность.

В это время кто-то к нему зашел, и мы закончили разговор. И больше никогда к нему не возвращались. До сих пор жалею, что не сумел сразу объяснить мотивы своего отказа.

А они состояли в том, что А.Р. Кессель пришел в институт раньше меня на год, причем сразу сотрудником, а я аспирантом. Правда, диссертацию защитил позже меня. Он хороший физик-теоретик. Тогда и в последующем я к нему относился с большим уважением. И считал, что он более достоин получить эту должность. Я был уверен также, что скоро дадут и мне. Действительно, через два-три месяца нас обоих одновременно назначили старшими научными сотрудниками. Вот такая история.

Кажется, Хамид Музафарович был еще несколько недоволен тем, что я, прослушав курсы по математическим дисциплинам на вечернем отделении КГУ, не стал ходить на другие курсы (для получения диплома), самоуверенно считая, что и так достаточно осведомлен в них. Кроме того, в тот период для меня слишком высока была цена времени.

Рассказанные случаи относятся к первым четырем годам моего пребывания в институте. Они кажутся совершенно безобидными в свете последующих событий, к которым Х.М. Муштари уже не имел отношения.

Еще о некоторых чертах характера

В главе III уже говорилось о Х.А. Рахматулине. Здесь попытаемся продолжить сравнение характеров и особенностей его и Х.М. Муштари. Это будет сравнение на контрастах.

Не могу сказать, что я лично хорошо знал Х.А. Рахматулина. Поэтому пользуюсь воспоминаниями его ученика академика Р.И. Нигматулина¹.

Поступать на второй курс в МГУ приехал из Средней Азии «колоритный парень с горящими глазами в узбекском чапане и в тюбетейке». Это был Х.А. Рахматулин. Как видно из фотографий (с. 15), Х.М. Муштари приехал в МГУ поступать в аспирантуру как европейский человек (но, как уже было сказано в главе I, встретил там вначале непонимание).

Надеюсь, это и дальнейшие сравнения ни в коем случае не создадут впечатления, что делается попытка показать чьи-то недостатки. Просто они были очень разными людьми и по-разному выглядели в молодые годы. Может быть, узбекский чапан и тюбетейка не хуже, чем европейский костюм.

«Рахматулин был человеком бурного темперамента, огромной жизненной энергии, чрезвычайной доброты...». Что касается Муштари, то я не могу отнести его к числу людей с бурным темпераментом. Хотя близко знавшие его люди говорят, что он бывал и достаточно резким, особенно в более молодые годы. Добрейшим человеком был К.З. Галимов. К сожалению, этим прекрасным человеческим качеством большого ученого иногда злоупотребляют. Мне кажется, что Х.М. Муштари, будучи по-настоящему добрым человеком, старался, чтобы его добротой не злоупотребляли.

«Х.А. Рахматулин не был избран в АН СССР, ему не было воздано по справедливости». Это же в полной мере относится и к Х.М. Муштари. Он совершенно не занимался пробиванием каких-то наград и поощрений.

Я слышал, как перед выборами в Академию наук старшие товарищи предлагали ему поехать в Москву с выступ-

¹ Нигматулин Р., Сагитов Т. Разговор писателя с ученым. Уфа: Гилем, 1999. 111с.

лениями на семинарах, что-то делать. Он это отвергал, говорил, что если сочтут его достойным, то изберут, если не сочтут, то не изберут. Это была его твердая позиция, она распространялась и на защиту диссертаций, какие-то награждения и т.д. Ходить, добиваться чего-то, казалось, было выше его сил.

Помнится такой случай. Один из оппонентов моей диссертации А.С. Вольмир сказал мне, что в данный момент что-то происходит в ВАКе (как известно, в ней всегда что-то меняется, перестраивается), много отклоняется диссертаций. И просил передать Х.М. Муштари, чтобы он принял участие в судьбе моей работы. На это Х.М. Муштари сказал, что если работа достойна, то ничто не помешает ее прохождению.

Конечно, первые уроки честности и доброты Х.М. Муштари получил у родителей. Эти качества не только у лю-



В сквере перед зданием КФ АН СССР. Слева направо: М.С. Ганеева, Х.М. Муштари, М.М. Сулейманова, Р.Г. Суркин, М.С. Корнишин

дей, но и у отдельных этносов он высоко ценил. В качестве примера приводил такой эпизод. Летом 1917 года он ездил на заработки в Финляндию. Где-то забыл свой чемодан и вернулся за ним через значительное время. Чемодан оставался на месте. Он выразил свое одобрение находившемуся рядом финну. Тот ответил: «Во-первых, чемодан никто из местных не возьмет. Во-вторых, я оставался на этом месте и не позволил бы никому это сделать».

Далее, некоторые мои личные воспоминания о Х.А. Рахматулине. На кафедре В.И. Феодосьева в МВТУ им. Баумана, которая намечалась быть оппонировающей организацией, высказали предложение, чтобы в качестве одного из оппонентов моей докторской диссертации был Х.А. Рахматулин.

Еще не будучи знакомым с ним, в феврале 1970 года я позвонил ему домой из московской гостиницы, прося быть оппонентом моей работы. Конечно, сказал, что я ученик Х.М. Муштари. Тогда он стал читать мне стихи Габдуллы Тукая. После долгого и вдохновенного чтения сразу же дал согласие быть оппонентом. Но ко времени защиты диссертации у него случился инфаркт, и после больницы он находился дома. Чтобы отдать свой отзыв, пригласил меня к себе домой на Ломоносовском проспекте. Подробно объяснил, как доехать до его дома, в какие двери зайти.

Лежал он в постели, прикрывшись ватным одеялом, меня усадили рядом. После того, как он отдал мне отзыв, завел разговор о жизни. Долго не отпускал, хотя я порывался уйти, чтобы его не утомлять. Присоединилась к нам и его супруга Татьяна Самойловна. Он очень охотно разговаривал, пожаловался на свой «дурацкий характер»: «Вот в газете написано, что между США и Японией идет торговая война, а я из-за этого волнуюсь...». Хотя прошло более 30 лет, я хорошо помню разговор с этим великим человеком.

Думаю, Хамид Музафарович не стал бы читать стихи человеку, впервые позвонившему ему. Не посмотрев работу, не дал бы согласия быть оппонентом. Пожалуй, будучи больным, по природной деликатности и еще почему-либо, не стал бы приглашать к постели малознакомого человека для разговора.

Вот такие разные они были люди. Они даже семинары вели совершенно по-разному.

Преподавательская работа

Научная деятельность составляла суть жизни Х.М. Муштари. Далее по важности стояла научно-организационная работа. Но и педагогической работой он занимался всю жизнь. Здесь уместно отметить, что все его дети – Гульфия и Наркиз от первого брака, Земфира и Данияр от второго, стали преподавателями высшей и средней специальной школы.

Я слушал много выступлений Х.М. Муштари на научных семинарах, конференциях, на всевозможных собраниях. Но не довелось присутствовать на его лекциях и занятиях со студентами. Уверен, однако, что он был прекрасным лектором. Для этого у него было все: хорошая речь, дикция, аккуратность, стройная фигура, правильные черты лица, опрятная одежда и многое другое. В облике, поведении, мягких манерах чувствовались некий аристократизм и высокая интеллигентность. Излишне говорить о знании предмета и годами выработанной методике. Представляется, изложение темы серьезное, глубокое, может быть, без особого артистизма.

Однажды в газете была опубликована статья В.Я. Гудковой о Х.М. Муштари (отметим, что она сделала больше всех для популяризации Х.М. Муштари и его научной школы). После этого пришли письма нескольких бывших выпускников Казанского химико-технологического института, которые с восторгом вспоминали его лекции. Студенты им восхищались, студентки влюблялись.

Однако я считаю, что в преподавательской работе его потенциал большого ученого не был полностью реализован (хотя у кого весь потенциал бывает реализован?). Имею в виду то, что ученым такого ранга лучше читать не общие курсы типа теоретической механики или сопротивления материалов в больших потоках студентов, а спецкурсы. Соответственно, возглавлять не общеобразовательную, а выпускающую кафедру.

Х.М. Муштари всегда был более похож на профессора классического университета, нежели технического вуза. К

сожалению, в университет он не был приглашен, а всю жизнь занимал общеобразовательные кафедры в технических вузах. От этого много потеряли и университет, и Хамид Музафарович.

Многие его ученики также работали в вузах. Спустя несколько десятилетий мне довелось поработать в тех же вузах, вести занятия со студентами, возможно, в тех же аудиториях, что Х.М. Муштари. Однако преподавательской работой я занимался немного, только на полставки и четверть ставки. В разные годы вел курсы теоретической механики и сопротивления материалов в Уфимском авиационном институте, в Казанском инженерно-строительном институте, курс численных методов в матфизике – в Казанском пединституте и авиационном институте, курс физической газодинамики – на физфаке, спецкурс по аэрогидроупругости – на мехмате Казанского университета. Однако сделал для себя некоторые выводы.

Убежден, преподавательская работа полезна для научно-го работника. Это относится особенно к спецкурсу, что позволяет привести в порядок, систематизировать материал в данной области. Например, чтение указанного выше спецкурса позволило мне подготовить книгу «Введение в нелинейную гидроупругость», вышедшую в 1991 году в издательстве физико-математической литературы. Насколько я знаю, она используется для занятий в Санкт-Петербургском университете (кафедра гидроупругости), отдельные главы – в Московском авиационном институте, в Дюкском университете США наравне с монографией¹, в Нанкинском аэрокосмическом университете (китайский перевод 1993 года).

Раиса Ибрагимовна

Впервые я увидел супругу Хамида Музафаровича за столом президиума, когда в конференц-зале КФ АН СССР отмечалось его шестидесятилетие. Это была красивая, цветущая женщина. В последующие годы

¹ E. Dowell, M. Ilgamov. Studies in Nonlinear Aeroelasticity. S.-F., New York – London – Paris – Tokyo, 1988. 456 p.

встречался с ней редко, в основном когда приезжал к ним на дачу. Больше общались с ней в восьмидесятые годы, после кончины Хамида Музафаровича.

Из рассказов Раисы Ибрагимовны и особенно Народно-го писателя Республики Татарстан Амирхана Еники я многое узнал о ее происхождении. Начало их рода связано с селением Каргалы, находящимся недалеко от Уфы. Вот как описывает эти места А. Еники: «Каргалы большой аул. В нем три мечети, три махаллы. Главная улица протяженностью километра три. Как во всяком ауле она, в зависимости от течения ручья, делится на три части: верхний конец, середина, нижний конец. Земли много, поля раскинулись далеко вокруг. Среди жителей прочих аулов каргалинцы выделялись грамотностью, тягой к знаниям».

В качестве иллюстрации к последнему утверждению назову только три имени. Это легендарная в Башкирии личность, выдающийся просветитель и ученый-медик Гения-



Раиса Ибрагимовна и Хамид Музафарович Муштари в сороковые годы

тулла Терегулов (1891–1984). В частности, он был одним из организаторов Башкирского медицинского института и санатория Янган-Тау. Это Искандер Нигматулин (1908–1980) – профессор МВТУ им. Баумана, создатель теории турбонаддува двигателей. Это Амирхан Еники (1909–2000), слова которого о Каргалах приведены выше. По количеству переводов на языки мира произведений национальных писателей Советского Союза за какой-то год он занял второе место после Чингиза Айтматова. Остается добавить, что первые двое из названных являются двоюродными братьями, а третий – троюродным братом Раисы Ибрагимовны.

Отец ее, Ибрагим Еникеев, служил в царской гвардии. Был высоким видным человеком, настоящим гвардейцем. Служил хорошо, поэтому перед возвращением в Каргалы был щедро награжден командованием.

Вот из такой среды вышла Раиса Ибрагимовна. Она росла в Уфе. Училась в Казанском медицинском институте. То, что она оказалась в Казани, неудивительно. Между этими городами всегда кочевали просветители, ученые, писатели, деятели культуры и искусства. Со времен Сергея Аксакова, одного из первых студентов Казанского университета, всегда какой-нибудь уфимец учился в нем.

Если сравнивать города, как сравнивают людей, то Казань, мне кажется, старшая сестра. Более красивая и образованная, со старинной архитектурой, а Уфа – резвая, энергичная младшая сестра. Если бы исторически случилось такое, что была бы только Казань или только Уфа, мы потеряли бы очень многое. Они слишком связаны между собой, многое перенимают, соревнуются, дополняют друг друга.

Но вернемся к нашей героине. Не знаю, как они познакомились с Хамидом Музафаровичем. В свое время не спросил у нее, да ведь никогда не думал, что придется об этом писать. Она много рассказывала о трудностях, которые они пережили в годы войны.

Раиса Ибрагимовна не работала, а полностью посвятила себя Хамиду Музафаровичу и детям. Это она делала охотно, даже с особым рвением. Считала, что если в семье будет все хорошо, это отразится на всем – и на работе мужа, и на учебе детей. Зная об этом, чувствуя и видя ее заботу о

Хамиде Музафаровиче, сотрудники института относились к ней всегда с большим уважением.

Х.М. Муштари по разным поводам, например, при чествовании в связи с круглыми датами, подчеркивал, что многим в жизни обязан Раисе Ибрагимовне. Одним словом, это была гармоничная, любящая пара. Она рассказывала, как, проводив его на работу, всегда смотрела вслед из окна, пока он не завернет за угол дома, а в обед ждала, когда появится со своим портфелем из-за этого угла.

Внешняя и внутренняя красота, ум, самоотверженность, преданность – вот черты ее образа, запечатлевшегося в памяти. Никто не коснулся ее безупречной репутации, хотя можно было этого опасаться, поскольку у Хамида Музафаровича это был второй брак, а она была моложе его на 16 лет.

Раиса Ибрагимовна приняла участие и в моей судьбе. В 1982 году умерла моя жена Людмила, уже более года тяжело болевшая. Все это время я находился в безвыходном положении. Достаточно сказать, что младший сын пошел только в третий класс. Рядом никаких родственников. В этот период Раиса Ибрагимовна и Халима Закировна – жена композитора Рустема Яхина, оказали мне большую поддержку. Последняя познакомила меня с моей будущей женой Айсылу. Раиса Ибрагимовна нашла в Айсылу родственную душу, такую же «декабристку». Она потратила много сил и времени, рассказывая ей о своей жизни, уроках жизни, о некоторых особенностях научных работников, например, о том, что они временами бывают замкнутыми, неразговорчивыми, но из этого не нужно делать трагедию, и так далее.

Она пережила своего мужа на 8 лет. В последний путь мы проводили ее в январе 1989 года. Мы с женой часто вспоминаем Раису Ибрагимовну, и на сердце становится теплее.

Искусство в жизни Х.М. Муштари

До складу характера Муштари любил работать один. Об этом говорит и то, что основные его работы написаны без соавторов. Он был человеком одаренным. Думается, ему не чужд был бы и труд писателя или

композитора. Не случайно в молодости он дружил с поэтом Хади Такташем, композиторами Мансуром Музафаровым (1902–1966) и Салихом Сайдашем (1900–1954). Любил их произведения, а также музыку композитора Рустема Яхина (1921–1993).

В жизни Х.М. Муштари большое место занимало музыкальное искусство. При первом знакомстве меня поразил его интерес к башкирской фольклорной музыке, к мелодиям курая. Тогда он с любовью упомянул старинную песню «Зульхиза». Говорили, что он играл на скрипке и мандолине. Иногда в летние вечера приходил поиграть в составе оркестра Салиха Сайдаша в саду «Эрмитаж». В роли первой скрипки выступал М. Музафаров, а в роли третьей скрипки – Хамид Музафарович. Но мне не пришлось слышать его игру.

Он не был замкнутым человеком, хотя так могло показаться мало знающим его людям. В институте охотно участвовал в чаепитиях по поводу дней рождения своих сотрудников или успешной защиты диссертаций. Был он и



В кругу семьи

на банкете в ресторане «Казань» после моей защиты кандидатской диссертации. В таких случаях по просьбе присутствующих мог спеть песню (он обладал приятным баритоном), мог поговорить на любые темы и особенно – на исторические. В частности, у него были четкие представления об истории переселения народов, гуннов, Волжской Булгарии, казанских татар и Казанского ханства.

Из записей Данияра Хамидовича Муштары: «Когда отец впервые услышал замечательную песню М. Музафарова «Подняться бы на Уральские горы» в исполнении И. Шакирова, позвонил композитору и сказал: «Мансур, большое спасибо тебе за твою песню».

Однажды С. Сайдаш сыграл красивую музыкальную пьесу. «Обязательно запиши это, Салих», – сказал отец. Тогда тот сыграл другую изумительной красоты вещь. Это были импровизации. Отец говорил, что не слышал позже эту музыку и сожалел, что у него не было достаточных навыков и музыкальной памяти, чтобы самому ее записать.

В Китае отцу предложили выбрать самому подарки, которые ему все равно купят. В частности, они зашли в музыкальный магазин и начали отбирать пластинки с китайской музыкой. К концу этого процесса собрался народ, который сопровождал каждый сделанный выбор одобрительными восклицаниями.

Вернувшись из Китая, он рассказал, что китайские ученые иногда с интересом слушают татарскую музыку, которая им достаточно близка (пентатоника). Решив послать китайским коллегам пластинки с записями татарской музыки, он поручил собирание коллекции своим детям. С тех пор лучшие произведения покупались и хранились в трех экземплярах, один – домой, два – для профессоров Цяня и Чена. К сожалению, резкое ухудшение отношений с Китаем не позволило передать набранные коллекции пластинок. Часть из них в дальнейшем разошлась по родственникам и знакомым. Оставшиеся пластинки были подарены музею Салиха Сайдаша».

Прекрасно пела и Раиса Ибрагимовна. В январе 1982 года в первую годовщину кончины Х.М. Муштары мы уст-

роили Муштариевские чтения, где выступили М.С. Корнишин и я. Вечером были дома в семье Муштари. Когда речь зашла о том, как он пел, решили продемонстрировать нам записи с исполнением и Раисы Ибрагимовны. Запись была не очень качественная, но исполнение было превосходное. Я решил, что мы слушали профессиональную певицу. Но оказалось, что это и есть голос Раисы Ибрагимовны.

Родители привили любовь к музыке и своим детям. Земфира Хамидовна закончила консерваторию и все последующие годы работает там. По приглашению Хамида Музафаровича сотрудники нашей лаборатории ходили на ее фортепьянные концерты в консерваторию, когда она еще была студенткой. Запомнилась красочная афиша, на которой крупными буквами была написана ее фамилия. Здесь же как-то мы слушали выступление молодого и еще не столь знаменитого Ростроповича.

Приятно, что Данияр Хамидович, талантливый математик, увлекается музыкой. В давние времена, пробыв несколько месяцев во Франции, он привез хороший проигрыватель. Такого у других еще не было. У него много записей музыкальных произведений, в том числе популярных народных песен. Последнее особенно удивительно для человека, выросшего в условиях большого города.

Так что это музыкальная семья. Причастность к татарской, русской, мировой культуре, многоязычие делают жизнь всякого человека богаче, разнообразнее, насыщеннее. Хамид Музафарович обладал таким богатством.

В этом отношении Казань дает уникальные возможности. Таких городов в России немного. Здесь можно отметить, например, симфонический оркестр, исполнительское мастерство которого в свое время высоко поднял Натан Рахлин. К сожалению, по разным причинам не всем доступен этот огромный прекрасный мир живой музыки.

Отмечу, в пятидесятые и в первой половине шестидесятых годов по субботам устраивались вечера в конференц-зале филиала. Выступали наши таланты, организовывались танцы. А.Е.Арбузов, который, как известно, сам играл на скрипке, иногда приглашал к нам приезжих и местных исполнителей. Запомнился творческий вечер композитора

Дж. Файзи (1910–1973). Он подарил А.Е. Арбузову пластинки с записью его музыкальной комедии «Башмачки» в исполнении артистов Московского театра оперетты. К сожалению, позже эта традиция не поддерживалась. В качестве приятного исключения можно назвать творческий вечер Рустема Яхина, который мы устроили в 1984 году. Он надолго запомнился всем присутствующим.

Дача на станции Обсерватория

Каждое лето семья Х.М. Муштари выезжала на дачу. Она представляла собой хороший бревенчатый дом с довольно большим земельным участком. Особенно привлекали внимание аккуратно соструганные совершенно одинаковые бревна, которые видны были внутри дома и в верандной необшитой части. Раиса Ибрагимовна говорила, что для того, чтобы внутри дома был виден рисунок натурального дерева, стены ничем не закрыли. Одним словом, это была настоящая профессорская дача. Мне кажется, Хамид Музафарович и Раиса Ибрагимовна с детьми проводили здесь каждый год много приятных дней и месяцев.

Для учеников Х.М. Муштари и многих сотрудников Физтеха дача также играла заметную роль. Когда он находился там, помощники по дирекции и лаборатории старались не беспокоить его, а когда было необходимо, ездили к нему на дачу.

Почти каждое лето мы, многие ученики и ближайшие сотрудники Физтеха, ездили в Обсерваторию в день рождения Х.М. Муштари. Сами сборы, поездка на электричке с людьми, с которыми, может быть, давно уже не виделся, общение, шутки и анекдоты создавали приподнятое настроение. Часто объектом всеобщего внимания и безобидных острот становился И.В. Свирский. При этом он так счастливо и вздохнул смеялся, что заражал весельем других. Иногда вместе с нами были люди из других городов. Помню, на семидесятилетие Х.М. Муштари приезжала с поздравлением по наказу В.В. Новожилова его ученица В.А. Родионова (ныне – профессор).

Вообще, жизнь в шестидесятые и семидесятые годы была веселее, все мы были молодые. Конечно, были и трудности,

и неприятности. Но когда вспоминаешь эти годы, они в целом окрашены только в светлые тона.

Нас тепло встречали хозяева. Много разговаривали. Ценился юмор. Вот рассказ Хамида Музафаровича про одного крестьянина из Казанской губернии, избранного в первую Госдуму, но не знавшего русского языка. Его спросили:

– Как же ты голосовал, не зная, о чем?

– Я делал то же, что один представительный господин с бородой!

– Но это же черносотенец Пуришкевич!

Раиса Ибрагимовна обязательно устраивала веселое застолье на веранде. Потом ходили купаться на Волгу...

Многочисленной толпой мы были на даче в последний раз на восьмидесятилетии. Как раз тогда я спросил Хамида Музафаровича о встрече с С.П. Королевым, о чем сказано в главе III.



В пятидесятые годы на курорте на Азовском море



На даче в семидесятые годы

Больше Хамида Музафаровича я уже не видел. Через несколько месяцев, в январе 1981 года, его не стало. Панихида состоялась при большом стечении народа в конференц-зале Казанского филиала АН СССР на улице Лобачевского. Похоронили его на Татарском кладбище.

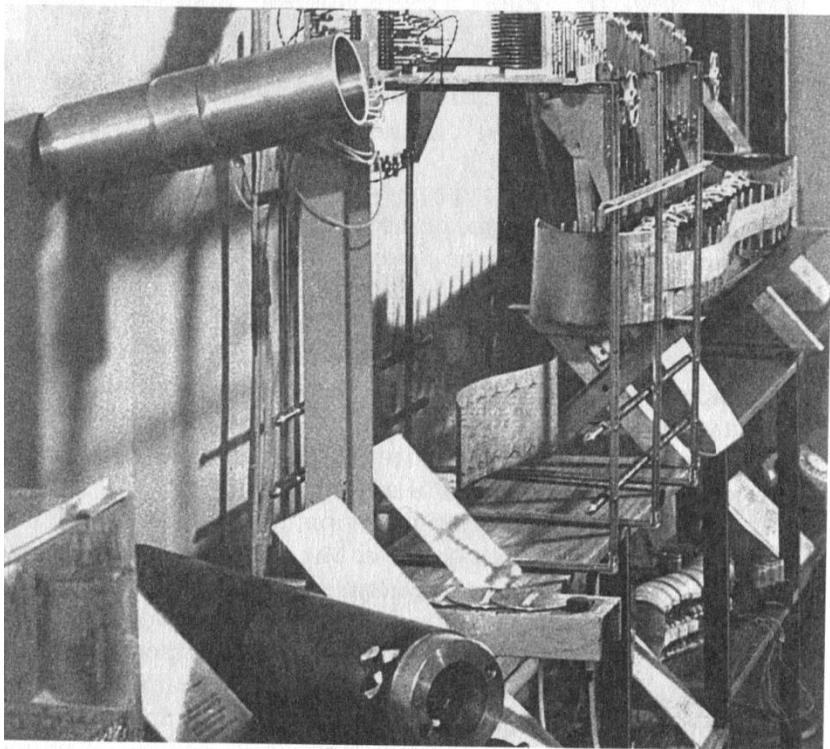
На даче довелось побывать мне еще раз. К 85-летию со дня рождения Х.М. Муштари казанское телевидение организовало передачу с моим участием. Тогда я впервые поделился своими воспоминаниями и показал много фотографий, которые приведены и в данной книге.

С семьей Х.М. Муштари договорились, что передачу посмотрим все вместе у них на даче. Мы с женой провели здесь весь день. По истечении времени ясно, что все сказанное тогда в выступлении было правильно, за исключением заключительной части, где говорилось о связи прошлого и будущего, о будущем расцвете науки и всей страны.

Вообще, лето 1985 года было особое, это лето первых прекрасных речей М.С. Горбачева и ожиданий лучшего в нашей жизни. Теплое лето надежд, которым не суждено было сбыться.

Лаборатория теории оболочек, взаимодействующих со средой

В 1970 году во время защиты мной докторской диссертации на совете Казанского университета Х.М. Муштари в своем выступлении впервые упомянул о том, что по разрабатываемому в диссертации направлению в КФТИ будет организована лаборатория. Выступивший затем М.Т. Нужин горячо поддержал идею организации такой лаборатории. Надо сказать, что в те времена возникновение какой-то лаборатории было событием. Достаточно напомнить, что в КФТИ со времени его существования с 1946 года было всего два-три случая организации новых лабораторий и развития новых научных направлений.



Экспериментальный зал лаборатории теории оболочек,
взаимодействующих со средой

Потом мы долго обсуждали в институте название лаборатории. Трудно было придумать краткое название, отражающее в то же время направление исследований. В конце концов остановились на названии, которое предложил Х.М. Муштари. Оно получилось длинным, но выражающим суть – «Лаборатория теории оболочек, взаимодействующих со средой» (лаборатория ТОВС).

В начале 1971 года наш институт стал частями перебираться из здания на улице Лобачевского, 2/31 во вновь построенное здание на Сибирском тракте, 10. В это время (в начале апреля) и была организована лаборатория. Нам были предоставлены помещения в новом здании. В состав лаборатории вошли сотрудники, с которыми мы уже несколько лет работали вместе, и только что поступившие к нам. Вот первые сотрудники: Ш.У. Галиев, М.З. Гатаулин, Б.В. Гулин, Р.Г. Зарипов, В.А. Иванов, А.З. Камалов, Г.И. Маркелов,



Сотрудники лаборатории теории оболочек на праздничной демонстрации

А.А. Павлов, М.З. Сабитов, Г.В. Садыков, Ж.М. Сахабутдинов, Э.Бакаева.

Таким образом, с 1971 года в КФТИ работали две лаборатории по теории оболочек, заведующим одной из них был М.С. Корнишин, другой – я. Они входили в отдел, заведующим которого был Х.М. Муштари.

Временами в нашей лаборатории численность сотрудников доходила до 40 человек. Примерно одна третья – одна четвертая часть их занимались созданием экспериментальной базы и проведением экспериментов. Эта база была нашей гордостью. Нигде я не видел другого научного коллектива, где так тесно были связаны численный и физический эксперименты, моделирование с помощью разных аналитических методов. Мы выполняли большие хозяйственные работы.

В конце семидесятых годов у лаборатории появился дочерний отдел прикладной математики двойного ведения – Казанского государственного педагогического института и КФТИ. Он располагался в КГПИ. Это позволило еще больше расширить фронт исследований по хозяйственным.

В восьмидесятые годы для работы по проблемам производственного объединения КамАЗ была создана лаборатория динамики и прочности машин. Несколько позже удалось добиться совместного постановления Президиума АН СССР и Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения СССР о создании двух лабораторий по тематике строящегося Елабужского тракторного завода. Они получили названия лабораторий вычислительной газовой динамики (заведующий Ж.М. Сахабутдинов) и моделирования технологических процессов (заведующий В.А. Федяев).

Во второй половине восьмидесятых годов были организованы лаборатория нестационарных процессов в



И.В. Свирский и М.А. Ильгамов на праздничной демонстрации



После семинара отдела прикладной математики КФТИ и КГПИ

сплошных средах (заведующий А.Н. Гильманов) для работы, главным образом, с предприятием «Союз» по тематике твердотопливных двигателей, а также Казанский научно-учебный центр Минобразования СССР и АН СССР (директор В.Б. Кузнецов) для работы со школьниками. Во все эти лаборатории переходили сотрудники из лаборатории ТОВС. В связи с этими изменениями она стала называться лабораторией механики сплошной среды (МСС) (заведующий Р.Г. Зарипов). Название ТОВС перестало существовать, а правопреемником стала лаборатория МСС.

Хотя все эти изменения произошли уже после Х.М. Муштари, они представляли собой продолжение его дела, развитие его лаборатории, попытку подготовки к грядущим грозным событиям в нашей жизни и науке, которые все же угадывались задолго до их наступления. Было приложено много сил для укрепления вычислительного центра, повышения его статуса. При этом не все было решено оптимальным образом, в частности в кад-

ровом плане. Но, как поется, «жизнь невозможно повернуть назад».

Наша главная книга. Издание избранных произведений

В нашей лаборатории всегда широко пользовались книгой Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек». Она была основным источником также при подготовке кандидатских экзаменов. В ней дается квадратичная нелинейная теория в общем виде и довольно полно собран материал по предмету к состоянию на середину пятидесятых годов. В приведенном в главе II отзыве Цяня и Ху определяются ее роль и значение. Несмотря на то, что прошло более 45 лет со времени издания этой книги, по-видимому, еще нет монографии, полностью заменяющей ее.

Как всякая книга, она не лишена недостатков: местами написана сложновато, имеются опечатки. Можно было бы подумать о системе обозначений в формулах. Выпущена далеко не лучшим издательством, оставляет желать лучшего полиграфическое качество. Ввиду малого тиража быстро стала библиографической редкостью. Вообще, это досадные недостатки, относительно легко устранимые. Поэтому многие сотрудники неоднократно предлагали авторам переиздать ее в Москве. Мы просили наших молодых сотрудников, готовящихся к кандидатским экзаменам, записывать замеченные ими опечатки и другие недостатки. Помню, такую работу тщательно провел Ж.М. Сахабутдинов. Однако авторы так и не взялись за это дело.

Вероятно, причин было несколько. Одна из них в том, что в шестидесятые годы пошел такой вал публикаций по устойчивости оболочек и нелинейным задачам во всем мире, что уже действительно трудно было с той же полнотой, как до середины пятидесятых годов, «перелопатить» результаты и отразить в монографии. Возможно, это главная причина.

В этих условиях правильным шагом было бы переиздание книги большим тиражом с учетом обнаруженных недо-

статков, без добавления нового материала, в издательстве «Наука».

Многие работы Х.М. Муштари были в свое время опубликованы в малоизвестных и малотиражных изданиях. Одна из основных работ – докторская диссертация – была издана всего в нескольких экземплярах и с самого начала являлась библиографической редкостью. Несмотря на это на нее всегда широко ссылались.

Поэтому напрашивалась необходимость собрать эти работы и переиздать в виде собрания трудов. Но в Советском Союзе издавались собрания трудов только членов АН СССР после их кончины. Таков был общий порядок. И только по особым постановлениям издавали собрания сочинений таких ученых, как Н.И. Лобачевский, И.С. Громека, А.В. Котельников.

Во второй половине восьмидесятых годов всякие ограничения в нашей жизни стали ослабевать. В 1988 году я подал в АН СССР обоснование по изданию собрания сочинений Х.М. Муштари. Указан был следующий состав редколлегии: академик И.Ф. Образцов (председатель), д.ф.-м.н. М.А. Ильгамов (зам. председателя), д.ф.-м.н. М.С. Ганеева (секретарь), чл.-корр. АН СССР И.И. Ворович, д.ф.-м.н. Н.С. Ганиев, чл.-корр. АН СССР Э.И. Григолюк, чл.-корр. АН СССР А.А.Ильюшин, д.т.н. М.С.Корнишин, д.ф.-м.н. А.В. Саченков, д.ф.-м.н. И.Г. Терегулов.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Казанский физико-технический институт

Х. М. Муштари

НЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ ОБОЛОЧЕК

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Ответственный редактор

академик И.Ф. ОБРАЗЦОВ



МОСКВА "НАУКА"
1990

Титульный лист сборника трудов
Х.М. Муштари

Вскоре потребовалась подпись И.Ф. Образцова (не помню, работал ли он еще министром высшего образования РСФСР). На каком-то собрании в Москве я изложил ему вопрос. Он без слов сразу подписал документы. Так собрание трудов попало в план издательства «Наука».

Вся работа по подготовке рукописи была выполнена М.С. Ганеевой и М.С. Корнишиным. Собрание трудов вышло под названием: Х.М. Муштари. Нелинейная теория оболочек. (М.: Наука, 1990. 223 с.).

Года через два Иосиф Израилевич Ворович при разговоре высоко оценил это издание. Такую же оценку дал Эдуард Иванович Григолюк в мае 2000 года. Он пожалел, что мы не включили в собрание самую первую работу Х.М. Муштари по кручению цилиндрической оболочки и работу по хлопку сферической оболочки, где впервые было проведено варьирование области выпучивания.

Мемориальная доска и улица Муштари

В январе 1982 года к первой годовщине со дня кончины Х.М. Муштари мы провели специальный семинар по теории оболочек (Муштариевские чтения). Они проходили и в последующие годы.

Тогда же мы подняли вопрос о мемориальной доске на здании КФ АН СССР и о названии улицы в честь Муштари. Нам это не казалось сложным делом. Несколько лет назад умер заведующий одной из физических лабораторий нашего института, недавно защитивший докторскую диссертацию Н.С. Гарифьянов. И по первому обращению нашего института в Казани появилась улица его имени.

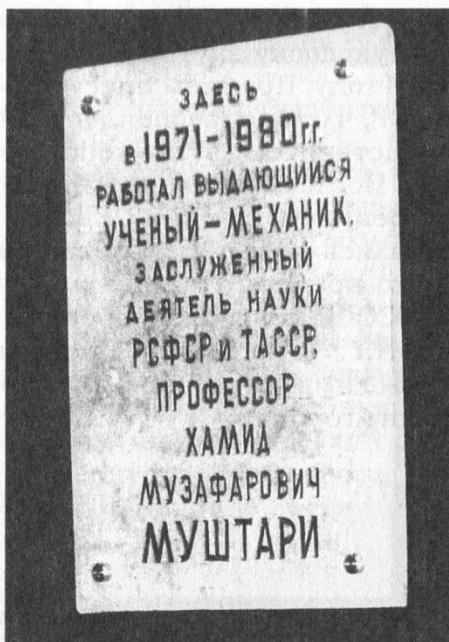
Но не так просто было в нашем случае. Кажется, началась какая-то кампания за скромность, против новых названий. В обкоме партии сразу твердо отказали по мемориальной доске, а по названию улицы нужно было обратиться в горисполком. Туда мы обращались в течение многих лет, но ничего не могли добиться. Запомнилась ответственная сотрудница по фамилии Космылина.

Мы смогли добиться только разрешения на мемориальную доску внутри здания КФТИ. Она была открыта в 1984 году. При этом присутствовали председатель КФ АН СССР, член-корреспондент АН СССР П.А. Кирпичников, представители вузов города и академических институтов. После образования Института механики и машиностроения КНЦ АН СССР в 1991 году от его имени также делались попытки добиться решения вопроса. Еще до этого времени Президиум Казанского научного центра АН СССР поддержал обращение КАИ по названию улицы Н.Г. Четаева. Это предложение прошло. Дано было также имя М.А. Лаврентьева одной из новых улиц на окраине города.



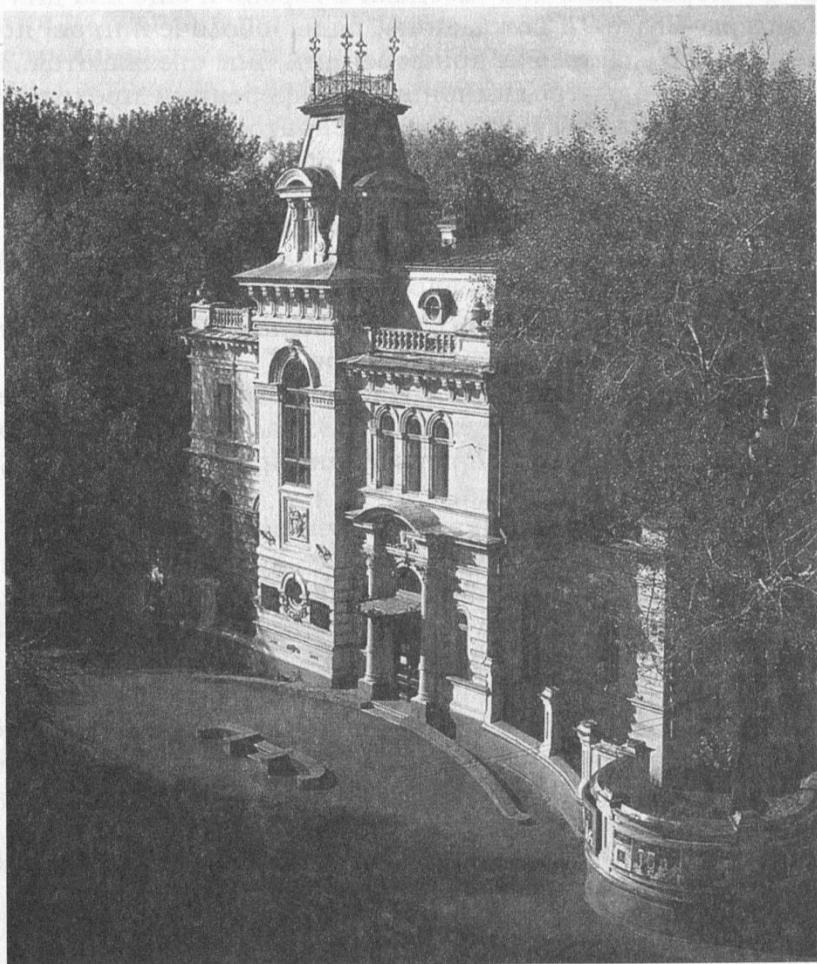
Выступление М.А. Ильгамова во время открытия мемориальной доски

Мемориальная доска в вестибюле
Казанского физико-технического
института КФ АН СССР



Здание Союза писателей РТ
на улице Муштари

Теперь кажется удачным, что тогда не решился вопрос. Дали бы имя Муштари какой-нибудь окраинной улице. А сейчас его имя носит одна из самых красивых улиц в центральной части города, где находится дом, в котором он прожил половину жизни, где расположены красивейшие здания Художественного музея, Союза писателей. Но все это произошло после 1996 года. В этих хлопотах я уже не принимал участия.



Улица Муштари. Здание Музея изобразительных искусств

Конференция, посвященная 100-летию Х.М. Муштари, 90-летию К.З. Галимова, 80-летию М.С. Корнишина

В конце июня 2000 года в Казани прошла юбилейная конференция по теории пластин и оболочек. Первые два дня заседали в городе и еще два дня – в лагере «Волга». К сожалению, ряды «оболочечников» поредели. Но все же на конференции они съезжаются. В последние годы традиционные конференции проходили в Казани, Нижнем Новгороде и Саратове.

На пленарном заседании при открытии конференции были представлены доклады:

К столетию Х.М. Муштари – докладчик М.А. Ильгамов.

К.З. Галимов. К 90-летию со дня рождения – докладчик Ю.П. Жигалко.

О М.С. Корншине – крупным планом и близким взглядом – докладчик М.Н. Серазутдинов.

Эти материалы вошли в Труды конференции. С согласия авторов докладов сообщения о К.З. Галимове и М.С. Корншине даются здесь в приложении. Привожу вступительную часть своего доклада.

«Уважаемые участники конференции!

Сегодня мы отмечаем столетие со дня рождения Хамида Музафаровича Муштари, ровесника века больших и малых войн, голода и разрухи, социальных потрясений. Века научно-технической революции, изменившей мир. Нашего страшного и прекрасного двадцатого века.

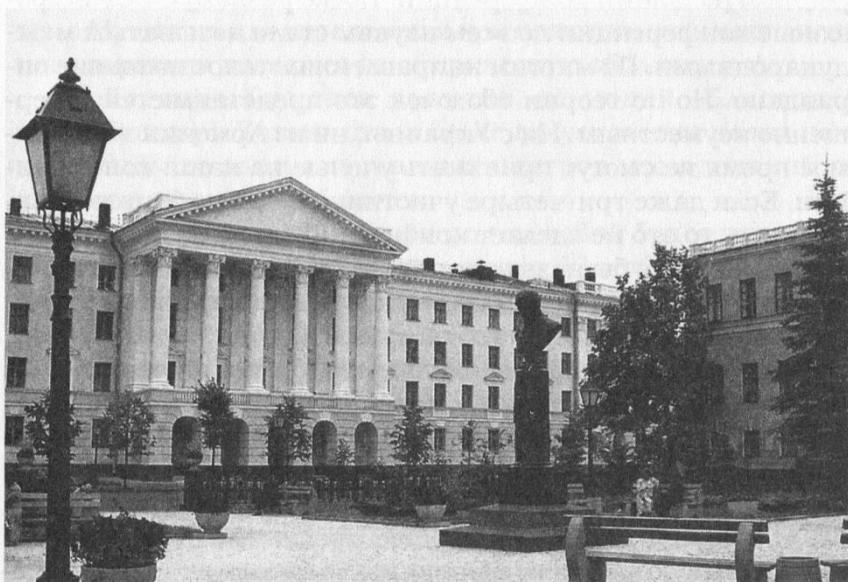
Х.М. Муштари был свидетелем и участником многих его событий. Он имел счастье не знать о потрясениях последнего десятилетия. Его творчески активный возраст пришелся на золотой век теории оболочек, когда он совершил два подвига – основал нелинейную теорию пологих оболочек и создал научную школу. Казанская школа теории оболочек оказала существенное влияние на развитие этой науки в Советском Союзе и в мире. Большое место в его жизни и деятельности заняла работа по руководству Физико-

техническим институтом Казанского филиала АН СССР в течение 27 лет, кафедрами в казанских вузах.

Существует хорошая традиция публикации воспоминаний об ушедших учителях и коллегах. Такие воспоминания в свое время были написаны о А.Ф. Попове, И.С. Громеке и других казанских механиках. Самый свежий пример – прекрасный сборник воспоминаний о М.Т. Нужине.

К сожалению, о Х.М. Муштари имеются только публикации официального характера с сухими биографическими данными и описанием его научного вклада, а также минимальные сведения о его личности в газетах и научных журналах. Какого-то развернутого и теплого рассказа о его жизни, человеческих качествах мы не имеем. Не оставили своих воспоминаний о нем К.З. Галимов, Р.Г. Суркин, А.В. Саченков, И.В. Свирский, М.С. Корнишин, Н.И. Кривошеев, работавшие с ним вместе долгие годы.

В восьмидесятые годы проводились Муштариевские чтения, на которых говорилось о нем более подробно. Но ничего



Сквер перед зданием КНЦ РАН. Современный вид

не было записано. Мы были удивительно беспечны. Здесь уместно привести древнее изречение на латыни: «Verba volant, scripta manent» («Слова улетучиваются, написанное остается»).

Приведенные здесь мои воспоминания о Х.М. Муштари ни в коей мере не восполняют указанный выше пробел. Поскольку это только мое видение и мое понимание, хорошо знавшие его люди могут не согласиться с данными оценками. Хотелось бы, чтобы и другие ученики написали о нем. Это стало бы данью памяти большому ученому и прекрасному человеку, нашему учителю. Такого рода воспоминания нужны для тех ученых, которым не довелось общаться с ним, особенно для молодых.

Я надеялся подготовить брошюру о Х.М. Муштари к данной конференции. К сожалению, не удалось этого сделать, работа еще далека от завершения. Здесь я привожу только некоторые сокращенные отрывки из этой будущей брошюры (или книги). Это облегчает мою задачу, однако при этом не может быть стройности в изложении».

В последнем абзаце речь идет о данной книге.

В заключение хотелось бы высказать свое мнение о теперешнем названии конференций. После развала СССР всеобщие конференции по всем наукам стали называться международными. По многим направлениям такое название оправдано. Но по теории оболочек это представляется совершенно неуместным. Ни с Украины, ни из Армении в обозримое время не смогут приезжать ученые на наши конференции. Если даже три-четыре участника будут из ближнего зарубежья, то это не сделает конференцию международной.

Лучше было бы называть наши конференции всероссийскими. Россия велика, и такое название не принижает статус конференции. Зато это по существу.

В последние годы стало ясно, что эти конференции уже не будут проводиться в Москве, Санкт-Петербурге, Ростове-на-Дону, Новосибирске, Владивостоке. Остаются три волжских города – Казань, Нижний Новгород, Саратов, в которых они проводились в последние годы и, возможно, будут проводиться в ближайшее время. Хочется подчеркнуть большую положительную роль организаторов конференций в этих трех городах. На них надежда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снова и снова перебирая в памяти события, связанные с Хамидом Музафаровичем Муштари, думая о нем и его времени, я прихожу к выводу, что он прожил большую и счастливую жизнь. Судьба пощадила его в годы репрессий и войн. Надежной опорой была семья. Он внес в механику оболочек большой вклад, воспитал много учеников. Теперь они и их ученики, а также уже и ученики последних ведут исследования по теории оболочек.

В науку вошли «уравнения Муштари–Доннелла» или «уравнения Доннелла–Муштари». В современной мировой литературе встречаются также определения «Donnell–Mushtari–Vlasov equations». Среди специалистов широко известна также «формула Муштари» для определения критического значения внешнего перепада давления на сферическую оболочку и т.д.

Действительно, все зависит от людей. Благодаря Х.М. Муштари Казань стала более полу столетия назад центром, а далее одним из главных центров исследований по теории и практике оболочек.

Иногда задаешься вопросом, что собой будет представлять теория оболочек, скажем, через 50 лет? Можно попытаться экстраполировать ситуацию, рассмотрев прошедшие пятьдесят лет. Хотя это представляется не совсем правильным, так как будущие пятьдесят лет для человека намного дольше, чем прошлые 50 лет. Вообще, прошлое ближе и понятнее, чем туманное будущее.

Наибольшее влияние на теорию оболочек оказало появление в начале этого периода электронных вычислительных средств. Рост их не был линейным, он ускорился за последние 10–15 лет с появлением персональных компьютеров. Большое развитие получили методы конечных разностей, конечных эле-

ментов и их применение. В результате найдены решения задач, о которых несколько лет назад и не мечтали. Даже термин «математическое моделирование» не применялся.

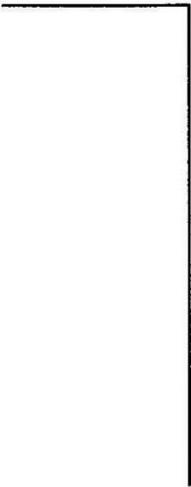
Очевидно, в связи с повышением мощностей вычислительных средств на многие порядки по сравнению с нынешними, возможно будет моделировать работу тонкостенных элементов во взаимодействии с другими элементами и узлами в конструкции, более полно осуществлять учет воздействия рабочих сред и полей, возможных дефектов, работу и разрушение всей несущей конструкции машин и аппаратов, в том числе из композитных материалов самой сложной структуры.

Например, будет надежно моделироваться процесс раскрытия парашюта, а также такие эффекты, как неустойчивость типа схлопывания купола при плавном увеличении скорости движения и наполнение его хлопком при плавном уменьшении скорости. Отношение трудоемкостей (сложностей) моделирования деформации собственно купола и обтекания газом этой изменяющейся проницаемой поверхности (взаимодействия сред) имеет порядок 1:100. Этот пример показывает масштабы усложнения при моделировании оболочек как части реальных объектов.

Представляется, что доля применения аналитических методов сильно сократится. Их ограниченное применение может быть связано только с компьютерной алгеброй.

Общий уровень знаний собственно механики оболочек у специалистов будет снижаться, что скажется на эффективности численного моделирования. Некий парадокс будет состоять в том, что более ценными будут простые красивые формулы, полученные в эпоху логарифмической линейки (например, формулы для критических нагрузок, полученные на основе соотношений пологой оболочки). Они будут служить как асимптотики, предельные значения. Во всяком случае, они проживут в науке дольше, чем результаты численного моделирования, полученные до сих пор и в ближайшем будущем. Но численное моделирование будущего, естественно, будет опираться на его успехи в наше время.

Безусловно, развитие техники и технологий, сама жизнь будут выдвигать новые проблемы для механики оболочек и смежных с ней направлений.



Приложение



В главах I и IV данной книги неоднократно упоминались представители казанской школы теории оболочек старшего и среднего поколения.

В настоящем приложении собраны воспоминания об ушедших от нас ученых. Это были талантливые и скромные труженики науки. Опубликованные ранее в разных изданиях, здесь эти материалы приводятся в сокращенном виде.

Приведены отзывы о книге.

Ю.П. Жигалко

К.З. Галимов.

К 90-летию со дня рождения*

Заслуженный деятель науки ТАССР и РСФСР, доктор физико-математических наук, профессор К.З. Галимов (1909–1986) – питомец Казанского университета.

Курбан Закирович родился 31 декабря 1909 г. в деревне Сосмак Вятско-Полянского района Кировской области в семье крестьянина-бедняка. В 1929 г. окончил педагогический техникум в городе Малмыже Кировской области и некоторое время работал учителем математики и русского языка в одной из школ Чувашской АССР. В 1930 г. Курбан Закирович поступает в Казанский университет, и с тех пор вся его жизнь и творческая деятельность неразрывно связаны с университетом. Будучи студентом четвертого курса, он выполнил интересное исследование по изгибу тонкой пластинки, лежащей на сплошном упругом основании. Ему удалось построить функцию Грина краевой задачи. Результаты этого исследования были опубликованы в «Ученых записках КГУ».

После окончания университета Курбан Закирович был оставлен в аспирантуре при кафедре теоретической механики КГУ. Его научным руководителем стал профессор Н.Н. Парфентьев – ученый с широкой эрудицией, прекрасно представлявший состояние и перспективы развития современной математики и механики. Он предло-

* Актуальные проблемы механики оболочек: Труды Международной конференции. Казань: Новое знание, 2000. С. 31–35.

жил аспиранту тему, связанную с решением плоской задачи теории пластичности с произвольным упрочнением. Тема была перспективной. Теория пластичности в ту пору находилась в стадии становления. Не было еще крупных научных школ, сформировавшихся позднее, мало было научной литературы по данной тематике. В этих условиях нужны были большие способности для того, чтобы выполнить теоретическое исследование на высоком уровне. Но молодой аспирант справился с этой задачей и в 1939 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию, в которой дал метод решения плоской задачи теории пластичности, основанный на линеаризации основных соотношений с помощью преобразования Лежандра. В предвоенные годы он по совету профессора Н.Н. Парфентьева провел интересные исследования в области теории упругости с несимметричным тензором напряжений. Следует отметить, что пристальный интерес к этой теме как у нас в стране, так и за рубежом проявился лишь в конце пятидесятих годов.

В годы войны К.З. Галимов ведет интенсивную педагогическую работу в университете, читает лекции по теоретической механике, математической физике, теории упругости и другим дисциплинам. В эти годы он выполнил большой объем исследований по нелинейной теории упругости. В тензорном виде были получены все основные соотношения этой теории: уравнения равновесия, уравнения неразрывности конечных деформаций, соотношения упругости. Разработаны общие приемы и подходы к анализу напряженно-деформированного состояния твердого тела при произвольных перемещениях. Установлена связь между компонентами тензоров напряжений и деформаций, записанными в лагранжевых и эйлеровых переменных. Большое внимание Курбан Закирович уделил развитию вариационных методов решения задач нелинейной теории упругости.

В 1946 г. в Казани был открыт Физико-технический институт Казанского филиала АН СССР. Директор института профессор Х.М. Муштари привлек к исследовательской работе в институте и К.З. Галимова. Начался этап

плодотворного сотрудничества этих ученых. Итогом их совместной работы явилась книга «Нелинейная теория упругих оболочек», изданная в 1957 г. Высокий научный уровень книги был отмечен такими крупнейшими специалистами, как профессор В. Койтер (Нидерланды), профессор В. Нэш (США) и другими. Через 3 года после выхода в свет монография была переведена на английский язык и издана в США. Инициативу в этом деле проявило Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), что говорит о большом прикладном значении научных результатов, содержащихся в указанной монографии. Выходом в свет этой книги в полный голос заявила о себе казанская школа механики оболочек. Когда говорят об этой школе, первыми называют имена ее создателей – профессора Х.М. Муштари и профессора К.З. Галимова.

В 1958 г. Курбан Закирович успешно защитил в Институте механики АН СССР докторскую диссертацию. Оппонентами его диссертации выступили такие крупные специалисты, как член-корреспондент АН СССР В.З. Власов, академик АН Эст.ССР Н.А. Алумяз, профессор А.Л. Гольденвейзер. Высокую оценку научным достижениям К.З. Галимова дал В.З. Власов. В 1960 году Курбан Закирович был утвержден в ученое звание профессора.

К.З. Галимов известен прежде всего как один из основоположников нелинейной теории упругости и нелинейной теории оболочек. В области общей нелинейной теории оболочек ему принадлежит ряд фундаментальных результатов. В ряде его работ значительно упрощены выражения параметров изменения кривизны при произвольных прогибах, дан новый вывод условий неразрывности конечных деформаций оболочки, выведены уравнения равновесия, отнесенные к деформированному и недеформированному состояниям оболочки, сформулированы в общем виде статические граничные условия при конечных деформациях. Показано, что решения однородных уравнений равновесия при произвольных перемещениях и деформациях выражаются через три произвольные функции. Сформулирован принцип вариации

напряженного состояния для геометрически и физически нелинейных задач. Много внимания Курбан Закирович уделил развитию вариационных методов, в частности метода Бубнова для решения задач нелинейной теории оболочек. Им выведены такие уравнения этого метода, которые не связаны с энергетическим функционалом. Сами нелинейные уравнения теории пологих оболочек удалось представить в такой форме, что после применения метода Бубнова произведение трех функций содержится лишь в контурных интегралах. К.З. Галимов разработал метод интегрирования в рядах основных уравнений нелинейной теории пологих оболочек. Этот метод вошел в научную литературу под его именем.

Ряд работ К.З. Галимова посвящен развитию геометрической теории устойчивости тонких упругих оболочек при больших прогибах. Дано существенное упрощение первой вариации энергетического функционала. Благодаря упрощению вариационной формулы удалось показать, что в области выпучины, образующейся при потере устойчивости оболочки, деформация поверхности сводится к изгибанию. Часть деформированной срединной поверхности оболочки оказывается изометричной первоначальной. Разработан подход к решению нелинейных задач устойчивости оболочек, позволяющий одновременно учитывать изометричность поверхности выпучивания и начальные несплошности исходной недеформированной поверхности.

В 1975 г. в Издательстве Казанского университета вышла в свет монография К.З. Галимова «Основы нелинейной теории тонких оболочек». Наряду с выводом общих соотношений нелинейной теории оболочек в ней значительное место уделено изложению вариационных методов решения задач теории оболочек при больших прогибах. Выведены выражения элементарной работы внешних и внутренних усилий и моментов при конечных перемещениях, сформулирован принцип возможных перемещений для тонкой оболочки. Исходя из этого принципа, получены уравнения равновесия, а также показана возможность применения методов Ритца или Бубнова для

приближенного интегрирования этих уравнений. Введены симметричные компоненты тензоров усилий и моментов, для которых работа деформации является потенциалом. При помощи преобразования Фридрихса получены вариационные формулы Кастильяно и Рейсснера.

Одна из глав монографии посвящена изложению уточненной нелинейной теории оболочек. На основе предположения о линейной зависимости вектора перемещений от поперечной координаты вариационным методом выведены нелинейные уравнения движения и граничные условия. Выведены также уравнения неразрывности деформации. Дальнейшее развитие уточненной теории дано К.З. Галимовым в коллективной монографии «Теория оболочек с учетом поперечного сдвига», вышедшей в 1977 г. в Издательстве Казанского университета.

В 1996 г. вышла в свет книга К.З. Галимова, В.Н. Паймушина, И.Г. Терегулова «Основания нелинейной теории оболочек», которую можно считать, как пишут сами авторы, второй частью предыдущей книги К.З. Галимова, В.Н. Паймушина «Теория оболочек сложной геометрии». В этих двух книгах изложены основные группы соотношений нелинейной механики деформируемого твердого тела. Выведены физические соотношения при конечных деформациях на основе термодинамических потенциалов. Сформулированы вариационные задачи нелинейной теории упругости, получены вариационные уравнения, соответствующие основным нелинейным уравнениям механики деформируемого твердого тела. Изложена теория конечных деформаций тонких оболочек при произвольных перемещениях. Построены физические соотношения для анизотропных оболочек при конечных деформациях. Рассмотрены также вопросы построения физических соотношений для оболочек, выполненных из композиционных материалов. Изложена нелинейная теория пологих оболочек, а также построены уравнения теории оболочек сложной формы, пологих относительно поверхности отсчета.

Профессор К.З. Галимов – автор 85 научных работ, имеет много учеников и последователей. При его непос-

редственном участии подготовлено 8 докторов и свыше 50 кандидатов наук.

Он был научным редактором сборника «Исследования по теории пластин и оболочек», который издавался Казанским университетом с 1962 г. и пользовался большим спросом у специалистов.

Профессор К.З. Галимов награжден многими грамотами, медалями. В 1979 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки ТАССР», в 1984 г. – почетное звание «Заслуженный деятель науки РСФСР». В 1990 г. (посмертно) награжден Золотой медалью К.Э. Циолковского.

Умер Курбан Закирович 16 апреля 1986 г. Его смерть стала невосполнимой утратой для всей казанской школы механики оболочек. Но дело его жизни живет и успешно продолжается.

М.Н. Серазутдинов

**О М.С. Корнишине – крупным планом и
близким взглядом***

Имеется много примеров, подтверждающих, что великих людей порождают великие события. В контексте этого тезиса и хотелось написать статью о крупном ученом в области нелинейной теории оболочек – Михаиле Степановиче Корнишине. В 2000 г. исполняется 80 лет со дня его рождения. Надеюсь, что факты и события прошедших лет в целом оценены правильно. Знаю, что некоторые факты упущены. Мои воспоминания освещают в значительной степени события периода с 1972 по 1991 год, в течение которого я общался с М.С. Корнишиным.

Прошло достаточно много времени со дня смерти Михаила Степановича (28 апреля 1991г.). Мы уже можем оценить его личность, работу, научные достижения как бы с некоторого расстояния, поделиться мыслями и впечатлениями, которые не стираются со временем. С этого расстояния достаточно четко виден вклад М.С. Корнишина в развитие механики тонкостенных конструкций и численных методов решения нелинейных задач, в развитие и становление казанской школы механиков.

Родился Михаил Степанович Корнишин 21 ноября 1920 г. в селе Турдаково Чувашской АССР. Воспитывался в

* Актуальные проблемы механики оболочек: Труды Международной конференции. Казань: Новое знание, 2000. С. 36–41.

крестьянской семье. В 1938 г. он поступил на физико-математический факультет Казанского государственного университета и закончил его в 1942 г. В приложении к его диплому об окончании КГУ по всем предметам стоит оценка «отлично». Перечень дисциплин в нем показывает, что студенты-механики тогда изучали предметы, которые и в настоящее время составляют основу классического образования специалистов по механике деформируемого твердого тела. Примечательно, что на физико-математическом факультете тогда уже преподавал Курбан Закирович Галимов.

Как известно, в СССР с 1920 до 1940 год происходило разрушение векового уклада крестьянской жизни, интенсивно протекали процессы индустриализации страны, бурно развивались наука и техника. Все это жестко контролировалось и регулировалось государством. Пожалуй, судьба М.С. Корнишина в этот период была типичной для многих молодых людей, родившихся в рабочих и крестьянских семьях. В стране происходили процессы, которые позволяли одаренным молодым людям бесплатно получить хорошее естественно-научное и техническое образование, быть востребованными обществом.

После окончания университета с 1942 по 1951 год М.С. Корнинин работал на заводе №543, относившемся к Министерству вооружения СССР. Работа на военном заводе или служба в армии – это также было типичным для выпускников вузов тех лет.

С августа 1951 г. жизнь Михаила Степановича круто изменилась. Он переходит с военного завода в академическое учреждение, на научную работу в Казанский физико-технический институт АН СССР. В 30 лет уходит с должности начальника технического отдела завода на должность младшего научного сотрудника института. Какие события, мысли, встречи, разговоры способствовали такому шагу – неизвестно.

В конце сороковых и начале пятидесятых годов появилось много молодых ученых, росло количество научных публикаций. Так, за рубежом по механике оболочек в 1945 г. было опубликовано 36, в 1949 – около 100, а в 1956 – около 200 научных работ. Аналогичный процесс интенсивного развития теории оболочек происходил и в СССР.

Одно из направлений развития механики оболочек было связано с созданием конструкций, работающих в экстремальных условиях, при больших давлениях. В частности, возникли вопросы расчетов тонкостенных конструкций с учетом геометрической нелинейности. Это направление тогда интенсивно развивалось в Казани под руководством Х.М. Муштари, и в этой области механики оболочек начал работать М.С. Корнишин.

Кандидатская диссертация «Об устойчивости и больших прогибах полой цилиндрической панели под действием равномерного внешнего давления», которую Михаил Степанович защитил в 1955 г. в Казанском авиационном институте, была написана на основе экспериментальных исследований. Примечательно, что будущий признанный ученый-теоретик начинал свой путь в науке с экспериментальных работ, в которых им были получены хорошие результаты. Материалы исследований тех лет вошли, с согласия автора (так пишет Х.М. Муштари в одной из характеристик М.С. Корнишина), в параграфы 49–51 известной монографии Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек».

Реакция М.С. Корнишина на появление вычислительной техники была достаточно быстрой, и уже с конца пятидесятых годов его научные интересы связаны с использованием электронных вычислительных машин (ЭВМ), численных методов для решения нелинейных задач теории оболочек. С этих пор и до 1991 г. Михаил Степанович активно работал в области механики тонкостенных конструкций, применяя и развивая методы математического моделирования и расчетов, ориентированных именно на использование ЭВМ.

Начинал он работу с должности младшего научного сотрудника, был заведующим лабораторией нелинейной теории оболочек, заведующим отделом теории оболочек. В итоге им опубликовано более 130 научных работ, 4 монографии. В 1965 г. Михаил Степанович защитил докторскую диссертацию, с 1970 г. — профессор. Ему были присвоены звания «Заслуженный деятель науки и техники ТАССР» и «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». М.С. Корнишин

награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями. Под его руководством подготовлено более 20 докторов и кандидатов наук.

Хочу подробнее и неформально охарактеризовать некоторые особенности научной деятельности Михаила Степановича Корнишина.

Чтобы понять человека, его работу, нужно понять особенности его мышления и характера. М.С. Корнишин в научных исследованиях и в жизни всесторонне оценивал существующую ситуацию, знал способы и методы разрешения возникающих проблем, а главное, пожалуй, обычно предвидел результат, который может получиться. Указанная особенность мышления характерна для многих ученых, в том числе и великих. Так, Л.Д. Ландау частенько задавал своим коллегам вопрос: «Как вы можете решать задачу, если заранее не знаете ответа?» Следует также подчеркнуть, что ярко выраженными чертами характера Михаила Степановича были последовательность и стремление к объективности. Видимо, поэтому его научные результаты отличают большая степень достоверности, конкретность формулировок и выводов, а научные интересы, взгляды на проблемы механики и методы достижения результатов постоянно развивались.

Трудно, не занимая много времени, доступно и подробно описать основные научные результаты М.С. Корнишина. Поэтому ограничусь только краткими сведениями, которые дадут представление о его научных достижениях. Считаю, что общее, достаточно объективное представление может дать краткий анализ опубликованных им монографий.

Книга «Нелинейные задачи теории пластин и пологих оболочек и методы их решения» вышла в 1964 г. в издательстве «Наука». В ней приводятся полученные Михаилом Степановичем для некоторых случаев точные аналитические решения нелинейных задач, а также данные расчетов на основе численного метода конечных разностей (МКР).

Следует иметь в виду, что с появлением вычислительной техники метод конечных разностей в пятидесятых – семидесятых годах считался самым эффективным численным методом решения нелинейных задач. Михаил Степанович стал одним из первых механиков, кто успешно применял

аппарат МКР для исследования сложных процессов деформирования конструкций, для решения задач, которые возникали в процессе развития науки и техники тех лет.

Книга «Гибкие пластины и панели», вышедшая в 1968 г. в издательстве «Наука» (соавтор: Исанбаева Ф.С.), является, по существу, справочником, содержащим результаты решения новых для того времени геометрически нелинейных задач. Она была предназначена для широкого круга специалистов по расчету конструкций на прочность и устойчивость. Благодаря высокой степени точности и достоверности представленных в ней данных справочник использовался практически всеми учеными, которые начинали решать нелинейные задачи и хотели проверить правильность получаемых результатов. Эта книга имела и имеет высокий индекс цитирования. Хочу отметить, что в конце семидесятых годов я несколько лет подряд собирал информацию о количестве ссылок на работы сотрудников возглавляемой М.С. Корнишиным лаборатории нелинейной теории оболочек. В тот период получалось, что индекс цитирования работ сотрудников указанной лаборатории был самым высоким среди всех лабораторий КФТИ. Одно из первых мест по числу ссылок занимала книга «Гибкие пластины и панели».

К середине семидесятых годов многие разделы теории оболочек были достаточно хорошо разработаны. Однако уровень развития науки и техники стал таким, что для увеличения надежности и ресурса конструкций требовалось проведение высокоточных расчетов. Возникла необходимость учета в расчетах разнообразных конструктивных особенностей, в том числе и различных особенностей геометрии оболочек. В механике оболочек сложной формы в то время оставалось достаточно много неясных вопросов. В особенности много проблем возникало при проведении исследований прикладного характера. С этого периода многие работы М.С. Корнишина были связаны с расчетом оболочек сложной геометрии. Некоторым обобщением части результатов исследований по механике оболочек сложной формы является монография «Вычислительная геометрия в задачах механики оболочек» (М.: Наука, 1989 г.; соавто-

ры: Паймушин В.Н. и Снигирев В.Ф.). В ней изложены численные и аналитические методы решения задач параметризации и аппроксимации поверхностей тонкостенных конструкций сложной формы. Указанные методы базируются на современных достижениях вычислительной математики, основаны на применении аппарата многочленов, сплайнов, конечных и граничных элементов, теории конечных деформаций поверхностей.

Если в шестидесятые и семидесятые годы наиболее универсальным численным методом был метод конечных разностей, то сейчас большинство расчетов в механике деформируемого твердого тела проводятся на основе метода конечных элементов. Михаил Степанович Корнишин, достигший многих результатов в теории оболочек с использованием МКР, признанный специалист в этой области, с восьмидесятых годов начинает активно использовать МКЭ. В 1989 г. выходит монография «Введение в метод конечных элементов статики тонких оболочек» (Казань: Казанский физико-технический институт; соавтор: Голованов А.И.). В этой книге впервые в отечественной литературе представлены результаты, полученные в области использования МКЭ для расчетов тонкостенных конструкций. Математически строго, доступно и очень ясно изложены особенности использования МКЭ для расчетов тонких оболочек, разъясняются возникающие при этом проблемы, предлагаются способы их преодоления. Представлены оригинальные и эффективные схемы построения конечных элементов для тонких оболочек.

Хочу обратить внимание на то, что немногим ученым, получившим хорошие результаты в одной из областей науки, освоившим один из универсальных методов научного исследования, в солидном возрасте удается успешно перейти в другую, пусть даже несколько смежную область науки. Известна шутка физиков: «Новые физические идеи побеждают старые не потому, что они сильнее, а потому, что носители старых идей вымирают». В хорошей шутке всегда есть доля истины. Однако переход Михаила Степановича от использования аппарата МКР к МКЭ показывает, что к нему эта шутка не относится. Этот шаг ученого очень на-

глядно иллюстрирует его долголетнюю творческую активность, постоянное стремление к новому, ясное понимание законов развития той области науки, в которой он работал.

Переход М.С. Корнишина к использованию МКЭ не был простым, и это знают многие из тех, кто присутствовал на семинарах по теории оболочек в КФТИ. Об этом семинаре можно вести особый разговор. Коротко же можно отметить следующее. Вначале семинаром по теории оболочек в КФТИ руководил Х.М. Муштари, затем с середины семидесятых годов – М.С. Корнишин и М.А. Ильгамов. Невозможно переоценить роль семинара в формировании и развитии научного мировоззрения многих механиков Казани, в особенности молодых ученых. Чтобы оценить уровень и авторитет семинара, нужно только обратить внимание на то, что в его работе активно участвовали многие известные ученые. В свое время на нем обычно одновременно присутствовали, будучи уже докторами наук, Х.М. Муштари, И.В. Свирский, М.С. Корнишин, И.Г. Терегулов, М.А. Ильгамов, М.С. Ганеева. Михаил Степанович обладал способностью в научных дискуссиях с удивительным спокойствием, просто и убедительно вносить ясность в спорные вопросы.

Мнение Михаила Степановича Корнишина было авторитетным и важным для многих из нас.

Н.К. Галимов

Иосиф Вениаминович Свирский*

Иосиф Вениаминович Свирский родился 21 февраля 1917 г. в г. С.-Петербурге в семье преподавателей. Отец его был преподавателем физики, мать – биологии. В школе Иосиф Вениаминович (далее сокращенно И.В.) учился только один год. Затем, ввиду болезненности и слабого здоровья, был вынужден оставить учебу в школе и стал заниматься дома, сначала с помощью родителей, а затем и самостоятельно. Будучи одаренным от природы и обладая хорошей памятью, И.В. примерно к 11 годам закончил изучение школьной программы по физике и математике, не забывая, конечно, и другие предметы. Вместе со своим приятелем мастерил радиоприемники. В 15 лет получил два авторских свидетельства на изобретения по усовершенствованию радиоприемников. К 18–19 годам он проработал программу первых трех курсов университета по физике и математике.

В конце 1935 г. преподаватели Белорусского университета проверили знания И.В. и попросили руководство университета о разрешении ему посещать занятия в качестве вольнослушателя, начиная с третьего курса физмата, что и было разрешено. Так в декабре 1935 г. он стал вольнослушателем. В 1936 г. успешно сдал экзамены и зачеты за третий курс, и его зачислили уже официально студентом с повышенной стипендией. В 1938 г. И.В. с отличием закончил БГУ по специальности физика. Так как на кафедре физики

* Статья опубликована в сборнике «Обзоры исследований по механике сплошной среды»: Казань: ИММ КНЦ РАН, 1995. С. 183–192.

не было вакансий, он остался на кафедре математики, где в течение 1939–1941 гг. вел со студентами практические занятия по теории функций комплексного переменного. Одновременно проходил аспирантуру у известного математика профессора И.М. Гельфанда, приехавшего в г. Минск в БГУ для чтения лекций, и подготовил под его руководством кандидатскую диссертацию и сдал кандидатский минимум.

С началом Великой Отечественной войны семья Свирских в полной мере испытала судьбу беженцев. Они попали в г. Куйбышев, где жил брат отца И.В. Здесь И.В. в педагогическом институте восстанавливал текст утерянной в начале войны диссертации, а с августа 1942 г. по октябрь 1943 г. был аспирантом при кафедре математического анализа, сдал кандидатский минимум и представил к защите кандидатскую диссертацию. В ней решалась задача об устранении эха в большом зале проектируемого Дворца Советов в г. Москве, который в силу ряда причин не был построен. Руководителем И.В. был член-корреспондент АН УССР профессор М.Г. Крейн. В мае 1944 г. на заседании Ученого совета института диссертация была успешно защищена. Кроме этой темы, И.В. разрабатывал одну идею, связанную с теорией вероятности, реализация которой могла усовершенствовать приборы, обеспечивающие меткость артиллерийской стрельбы.

С мая 1944 г. по февраль 1945 г. И.В. работал инженером-расчетчиком при научно-исследовательском секторе Куйбышевского авиационного института, а с февраля 1945 г. по февраль 1946 г. – ассистентом при кафедре математики Куйбышевского индустриального института, где консультировал аспирантов по ряду математических дисциплин.

В годы пребывания в педагогическом институте И.В. познакомился с казанским профессором математики Б.М. Гагаевым, который затем рекомендовал его члену-корреспонденту АН СССР Н.Г. Чеботареву, который предложил ему должность младшего научного сотрудника в секторе математики только что открывшегося Казанского физико-технического института КФ АН СССР. С ноября 1946 г. и на

несколько десятилетий работа И.В. связана с Казанским физико-техническим институтом КФ АН СССР, а затем КНЦ АН СССР.

Н.Г.Чеботарев вначале поручил И.В. редактирование своей книги «Проблема Рауса-Гурвица для полиномов и целых функций» (Труды матем. ин-та им. В.А. Стеклова. Т. 26. М.; Л., 1949; соавтор: Мейман Н.Н.). Видимо, поручение было хорошо выполнено, так как в предисловии книги была выражена благодарность автора И.В. за просмотр рукописи.

Далее И.В. под руководством Н.Г. Чеботарева рассматривал вопросы, связанные с теорией устойчивости систем автоматического регулирования (так называемая проблема Гурвица для квазиполиномов с точки зрения приложения этой теории к прикладным вопросам авторегулирования).

В 1947 г. после смерти Н.Г. Чеботарева по предложению профессора Х.М. Муштари И.В. перешел в сектор механики, где занялся вопросами применения приближенных и вариационных методов, оценкой точности результатов применительно к задачам теории упругости и теории оболочек. В августе 1956 г. он получил ученое звание старшего научного сотрудника по специальности механика (теория упругости). В 1961 г. им было завершено написание материалов по докторской диссертации, защищенной в мае 1963 г. в Институте механики АН СССР в г. Москве. В июле 1964 г. И.В. была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук.

В декабре 1956 г. И.В. избирается Ученым советом института по конкурсу на должность старшего научного сотрудника. В октябре 1983 г. он перешел на должность консультанта, а в июне 1986 г. ушел на пенсию по возрасту. Умер Иосиф Вениаминович 16 мая 1993 г.

Как было сказано выше, после перехода в сектор механики работы И.В. были в основном посвящены разработке приближенных методов решения задач теории упругости и теории оболочек, оценке точности их результатов. Им были получены новые и оригинальные результаты, предложены новые методы определения приближенных значений частот колебаний упругих тел, причем лежащих ниже истинных. Известно, что методы Ритца и Бубнова дают прибли-

женные значения частот колебаний, большие истинных. Сочетание методов Ритца, Бубнова и Свирского позволяет установить диапазон, определяющий истинные значения искомых величин. Были предложены новые вариационные формулы для решения задач теории упругости и теории оболочек, носящие общий характер и обладающие свойством малой зависимости результатов расчетов от погрешностей интуитивно выбранных функций при определении частот колебаний и критических сил, прогибов, изгибающих моментов и т.д.

Проводились исследования по усовершенствованию методов последовательных приближений, которые применимы к более широкому классу расчета оболочек, чем при использовании обычных методов. При применении этих методов приближение соответствующих друг другу значений прогиба и нагрузки происходит не только за счет их корректирования, но и за счет изменения толщины и модуля упругости материала оболочки. С помощью теоремы подобия результаты могут быть легко перенесены на подлежащую расчету оболочку.

Разрабатывались способы оценки точности приближенных методов определения частот колебаний и критических сил, способы оценки точности решения краевых задач методом Бубнова, велись исследования по ускорению сходимости этого метода и способа оценки точности метода Ритца при решении нелинейных задач теории оболочек. Последний был применен для оценки точности больших прогибов пологих оболочек.

Эти и другие результаты были оформлены в упомянутой выше докторской диссертации. Материалы диссертации, дополненные обзором различных методов решения систем алгебраических и трансцендентных уравнений и новых способов их частичной линеаризации, облегчающих их решение, были затем опубликованы в монографии.

Конец 50-х и начало 60-х годов нашего века сопровождалась бурным развитием и внедрением численных методов решения задач механики. Численными методами применительно к задачам теории пластин и оболочек занимался также и И.В. Им были предложены вариант метода прогонки,

позволяющий рассчитывать конструкции, состоящие из оболочек; варианты метода прогонки для решения систем обыкновенных линейных дифференциальных уравнений при наличии краевого эффекта; вариант шагового метода решения задач о колебаниях пластин и оболочек; модификация метода пристрелки решения систем нелинейных уравнений первого порядка; вариант ускорения сходимости метода Ньютона при решении систем нелинейных дифференциальных уравнений, использующий их частичную линейризацию. При численном решении нелинейных задач для ускорения сходимости вновь была применена теорема подобия, которая ранее была успешно использована в сочетании с методом последовательных приближений. Этот способ ускорения сходимости был применен при расчете полой оболочки, находящейся на нелинейно-упругом основании, а также при расчете устойчивости сферических оболочек, закрывающих полость, занятую жидкостью или газом.

Были рассмотрены также задачи об изгибе пластин из нелинейно-упругих материалов, трехслойных пластин, задача о равновесии сферической оболочки, на которую нагрузка действует через систему жесткая накладка – мягкая прокладка, задача о равновесии плоских рам.

Последние две статьи И.В. посвящены оценке прочности при комбинированной нагрузке. Эти работы имеют то практическое значение, что дается оценка запаса прочности при действии комбинированной нагрузки, когда известны запасы прочности при действии каждой нагрузки в отдельности.

Наряду с чисто теоретическими исследованиями И.В. активно занимался и решениями конкретных задач. Так, в 1951–1953 гг. он активно участвовал, под руководством профессора Х.М. Муштари, в выполнении работ согласно распоряжениям Президиума АН СССР и составлении трех научно-исследовательских отчетов.

В 60-х годах И.В. вместе с другими сотрудниками сектора механики участвовал в работах по расчету поддона зеркала телескопа, в 1970–1972 гг. он принимал участие в выполнении работ по заданию Президиума АН СССР по расчету оптических изделий для нужд промышленности.

И.В. много сил и времени отдавал подготовке кадров. Под его руководством и при его консультациях защищены кандидатские и докторские диссертации.

И.В. охотно занимался, по мере возможности, общественной работой, был профоргом сектора и отдела, культоргом отдела и института, членом комиссии месткома по охране труда, членом культурно-массовой комиссии месткома, членом комитета спортивного общества.

И.В. был доброжелательным человеком, всегда безотказно помогавшим коллегам и сотрудникам, обращавшимся с просьбой проконсультировать их по какому-либо вопросу в области физики или механики. Но он был бескомпромиссен в научных спорах и диспутах, не уступал даже крупным авторитетам.

И.В. Свирский был добродушным человеком с большим чувством юмора и оптимизма. Таким он остался в нашей памяти.

М.С. Корнишин, А.З. Бакирова

Рашад Гадиевич Суркин
(1917–1985)*

Р.Г. Суркин родился 23 августа 1917 г. в Апастовском районе ТАССР в семье служащего. Ровесник Великого Октября, он принадлежит к поколению советских людей, на долю которого выпало немало трудных испытаний и славных свершений, которыми по праву мы все гордимся.

В 1935 г. Р.Г. Суркин окончил 15-ю среднюю школу г. Казани и поступил в Казанский университет, который окончил в 1941 г. В январе 1940 г., не закончив университета, он добровольцем ушел на финский фронт, а в марте был ранен. После лечения снова возвратился в университет на учебу.

После окончания университета ему, как и многим другим молодым людям его возраста, не довелось реализовать свои планы – началась Великая Отечественная война. Р.Г. Суркин – участник этой войны с самого её начала и до самого конца. Был дважды ранен и контужен. Он прошел славный боевой путь от лейтенанта – командира взвода до гвардии капитана – командира батареи. За образцовое выполнение заданий командования на фронтах борьбы с немецко-фашистскими захватчиками награжден пятью орденами и восемью медалями.

В 1942 г. он вступил в ряды Коммунистической партии.

После демобилизации из Советской Армии работал преподавателем в Казанском механико-технологическом техникуме.

* Впервые опубликована в «Трудах семинара по теории оболочек». 1988. Вып.21. С. 5–11.

В Казанский физико-технический институт КФ АН СССР пришел в марте 1947 г. и в стенах этого института прошел путь от старшего лаборанта до старшего научного сотрудника, кандидата технических наук.

В 1952 г. через 5 лет после поступления в институт, он успешно защищает кандидатскую диссертацию по устойчивости сферической оболочки. Его научным руководителем был крупный ученый механик, основатель казанской школы по нелинейной теории оболочек, заслуженный деятель науки и техники РСФСР и ТАССР профессор Х.М. Муштары.

Р.Г. Суркин вел большую организационную и общественную работу. В течение девяти лет (с 1953 по 1962 год) он работал ученым секретарем института, а с февраля 1962 г. по декабрь 1963 г. – заместителем председателя Президиума Казанского филиала АН СССР. С 1963 г. до последних своих дней он – старший научный сотрудник отдела теории оболочек КФТИ КФ АН СССР.

Научные исследования Р.Г. Суркина были посвящены актуальным вопросам теории пластин и оболочек. Им выполнен ряд теоретических работ по исследованию в нелинейной постановке напряженно-деформированного состояния и устойчивости при статическом и динамическом нагружениях эллипсоидальных, сферических и других оболочек вращения под действием внешнего и внутреннего давления; исследованы сферические мембраны, плоские пластины, пологие оболочки и другие объекты.

Большая часть научных изысканий Р.Г. Суркина была посвящена экспериментальному исследованию устойчивости оболочек вращения: устойчивости тонких сферических сегментов, сфероидальных оболочек из композитных материалов, сферических и полусферических оболочек. Начиная с 1976 г. и до конца жизни Р.Г. Суркин и руководимая им группа сотрудников много и плодотворно занимались исследованием прочности и устойчивости предохранительных мембран, применяемых на взрывоопасных производствах химической и нефтехимической промышленности. Целью этой работы были определение критических параметров срабатывания мембран, а также выбор и конструирование наи-

более оптимальных приспособлений (специальных ножей) для принудительного разрушения мембран при хлопке. Результаты этих исследований были внедрены в промышленность с большим экономическим эффектом. Для проведения экспериментальных исследований под руководством Р.Г. Суркина было спроектировано несколько оригинальных экспериментальных установок.

За период своей научной деятельности Р.Г. Суркиным было опубликовано более сорока работ в области устойчивости и прочности оболочек. Кроме того, он соавтор многих научно-технических отчетов, переданных производству, и пяти изобретений по мембранным предохранительным устройствам. Его теоретические и экспериментальные исследования устойчивости сферических оболочек широко известны специалистам. Он был активным участником многих всесоюзных конференций по теории оболочек.

В течение ряда лет Р.Г. Суркин был секретарем и членом партбюро института и Казанского филиала АН СССР, активным членом общества «Знание», выполнял много других общественных поручений. Велики его заслуги в деле патриотического воспитания молодых сотрудников отдела и института.

За успехи в труде и общественной работе он был награжден медалью за «Доблестный труд» в связи с 250-летием АН СССР, неоднократно получал благодарности дирекции института и Президиума КФ АН СССР.

Р.Г. Суркин был большим оптимистом, неутомимым тружеником, человеком с активной жизненной позицией.

М.А. Ильгамов, В.В. Ридель, С.С. Яруллин

О научных трудах Б.В. Гулина*

18 апреля 1986 г. не стало Бориса Валентиновича Гулина, известного ученого в области механики деформируемого твердого тела. Основными направлениями его исследований были вопросы взаимодействия упругого массива и тонкостенной оболочки, теория мягких оболочек и их динамическое взаимодействие с потоком жидкости. В эти области механики он внес существенный вклад.

Б.В. Гулин родился 27 октября 1939 г. в г. Казани. После окончания средней школы № 24 в 1957 г. он поступает на механико-математический факультет Казанского университета, где специализируется по теории упругости. С 1963 по 1966 год работает на должности инженера на промышленном предприятии и на должности ассистента кафедры высшей математики и теоретической механики в Казанском инженерно-строительном институте. С осени 1966 г. и до конца жизни – в Казанском физико-техническом институте Академии наук СССР: аспирант, старший лаборант, младший научный сотрудник, старший научный сотрудник.

С самого начала своей научной деятельности Б.В. Гулин применял для решения задач механики численные методы. Он получил важные результаты в анализе сложных динамических явлений в системе оболочка – упругий наполнитель, в

* Отрывок из статьи, опубликованной в «Трудах семинара „Взаимодействие оболочек со средой“». Казань: КФТИ АН СССР, 1987. Вып. 20. С. 7–30.

теории мягких оболочек и их взаимодействия с потоком жидкости. Теоретические вопросы численного анализа разбирались им не ради теории, а в целях решения в дальнейшем конкретных задач, выдвигаемых практикой.

Б.В. Гулиным и его учениками написано большое количество научно-технических отчетов по результатам исследований, которые нашли применение в заинтересованных организациях. Он являлся активным участником научных конференций и школ.

Значительными вехами в научной деятельности Б.В. Гулина были защита в 1972 г. кандидатской диссертации «Переходные процессы деформирования полого упругого цилиндра, усиленного оболочкой», участие в написании монографии «Прочность, устойчивость и динамика оболочек с упругим наполнителем» (соавторы: Ильгамов М.А., Иванов В.А.), защита в 1985 г. докторской диссертации «Взаимодействие тонких оболочек со средой», а также участие в написании монографий «Расчет оболочек с наполнителем» (соавторы: Ильгамов М.А., Иванов В.А.) и «Динамика мягких оболочек» (соавтор: Ридель В.В.).

Работе он отдавался всецело, он и жил работой. Сильно было развито чувство ответственности за порученное дело. Любил и умел быть первым в коллективе. Это относится и к новым научным направлениям, новым начинаниям и делам, ко всей жизни коллектива. Лаборатория, в которой он работал, была для него вторым домом.

Б.В. Гулин был интересным человеком. Его широкая эрудиция, юмор, умение интересно рассказывать, готовность помочь привлекали к нему людей. Общение с ним доставляло большое удовольствие и всегда было поучительным. Несмотря на свой недуг, он до конца жизни оставался жизнерадостным и деятельным.

Ниже дается краткое описание его исследований.

Начало научной деятельности Б.В. Гулина связано с исследованиями в области теории взаимодействия тонкостенных конструкций с заполняющим их упругим сплошным телом (заполнителем). Актуальность их обусловлена потребностями развития современной техники (ракетные двигатели на твердом топливе). Задача состоит в решении двух различных систем дифференциальных уравнений в частных производных, удовлетворяющих условиям на поверхности контакта. Разработка

эффективных численных методов обеспечила возможность решения этой задачи и тем самым теоретического проникновения в суть сложных физических явлений.

В семидесятых годах Б.В. Гулиным был опубликован цикл работ, в которых рассматривается поведение цилиндрических оболочек с упругим заполнителем в поле статических и динамических нагрузок. Для определения статического напряженно-деформированного состояния конструкции используется вариационно-разностный метод. В задачах о переходных процессах деформации используется явная конечно-разностная схема сквозного счета. Выбор метода был определен тем обстоятельством, что он позволял удовлетворить практически любым граничным условиям, учесть многократные отражения волн, рассмотреть различные дискретные неоднородности среды и т.д. Большое внимание было уделено вопросам практической реализации численного решения методом конечных разностей.

Учет упругости оболочки существенно влияет на характеристики переходного процесса деформирования заполнителя. С увеличением ее относительной жесткости максимальные значения перемещений точек заполнителя уменьшаются, а максимальные величины напряжений увеличиваются. Для малосжимаемых заполнителей оболочку нельзя полагать абсолютно жесткой, даже если модуль упругости ее в 10^5 раз превосходит модуль упругости заполнителя. Для $n=0,499$, например, это может привести к 60% погрешности определения максимальных значений перемещений. Применяющийся в конструкциях резиноподобный материал является малосжимаемым, поэтому большое внимание уделялось учету этого свойства.

Сравнение результатов, полученных для различных типов граничных условий для заполнителя, позволило сделать следующие выводы: наибольшее влияние на динамическое поведение оказывают условия, налагающие ограничения на осевое движение торца; при приближенном удовлетворении граничным условиям, когда имеется возможность точно удовлетворить лишь одному из них, необходимо в качестве такого выбирать условие, налагающее ограничение на нормальную составляющую движения границы; близость результатов для свободного торца и торца, скрепленного с мембраной, абсолютно жесткой в своей плоскости и легко изгибаемой, свидетельствует о приемлемости замены одних граничных условий

другими в задачах о переходных процессах, что существенно упрощает получение аналитического решения задачи.

Б.В. Гулиным рассмотрены задачи динамического поведения тонких цилиндрических оболочек типа Тимошенко. Изучена реакция их на различные виды изменения нагрузок во времени и по координате. Для равномерно распределенного по длине внутреннего давления, изменяющегося во времени по линейно-постоянному закону, показано, что если время его возрастания до максимального значения больше времени трехкратного пробега продольной волной длины конструкции, то динамическим эффектом можно пренебречь.

Начало следующего этапа научной деятельности Б.В. Гулина связано с переходом коллектива сотрудников к разработке проблем сильного взаимодействия мягких оболочек (МО) с потоком жидкости или газа. Этот класс новых и актуальных задач требовал оригинального, глубокого подхода к их решению.

Основным объектом исследований выбиралась незамкнутая МО, находящаяся в поле аэродинамических нагрузок. Первым шагом к изучению вопроса был обзор литературы по статической прочности МО. Особое внимание было уделено прочности незамкнутых тканевых каркасированных оболочек типа «парашют».

В созданной к тому времени самостоятельной теории мягких оболочек были получены уравнения равновесия для двухосного и одноосного состояний, исследованы условия сопряжения этих областей, дана классификация оболочек по их геометрической изгибаемости, предложены критерии «мягкости», сформулированы основные задачи теории мягких оболочек и даны решения целого ряда конкретных задач.

Поскольку МО являются подклассом безмоментных, отличаясь от них невосприимчивостью к тангенциальным сжимающим усилиям, то первые успехи в решении задач были связаны с использованием опробированных методов, разработанных для безмоментных оболочек. В частности, расчет МО в двухосном состоянии полностью совпадает с таковым для безмоментной оболочки. С другой стороны, расчет одноосного НДС, которое моделируется семейством несвязных абсолютно гибких нитей, сводится к исследованию поведения нити с приведенными нагрузкой и массой. В связи с этим наибольшие успехи в решении практически важных задач

были достигнуты для конструкций, целиком находящихся в том или ином состоянии. Гораздо сложнее обстоит дело в случае, когда наряду с двухосными возникают зоны одноосного состояния. Разработанные условия стыковки решений на границе этих зон позволили решить ряд задач осесимметричного деформирования пневмооболочек. В более общих случаях решение усложняется еще и поиском положения этой границы.

Все эти проблемы теории мягких оболочек нашли свое наиболее яркое отражение в решении задач парашютной тематики, т.е. при исследовании НДС незамкнутых каркасированных гибкими лентами тканевых оболочек.

Одним из первых объектов исследования Б.В. Гулина было ветрозащитное устройство или безмачтовый парус. По аналогии с моделью Х.А. Рахматулина для купола круглого парашюта пространственная задача для полотнища была сведена к расчету НДС плоской нити.

Дальнейшие исследования Б.В. Гулина связаны с динамическими задачами раскрытия МО под действием заданных аэродинамических нагрузок. Именно на этапе наполнения предварительно сложенной оболочки и переходе ее в рабочее состояние она испытывает наибольшие нагрузки, порой в несколько раз превышающие таковые в стационарных условиях. Исследованию этого процесса было уделено особое внимание. Путем сведения пространственной задачи к плоской (о движении нити) анализируется процесс вытяжки из упаковки предварительно уложенного в нее паруса. Предполагается, что верхняя часть полотнища поднимается на заданную высоту и, подхватываемая набегающим потоком воздуха, натягивается, создавая некоторое усилие, необходимое для вытяжки уложенной части из упаковки. Момент окончания вытяжки сопровождается резким возрастанием нагрузки. От точки закрепления полотнища распространяется фронт волны растяжения, амплитуда которого почти на порядок превышает усилия в стационарном состоянии.

Параллельно с проведением численных экспериментов и анализом их результатов Б.В. Гулин искал подходы к моделированию трехмерных динамических процессов в мягких оболочках. Особое внимание было уделено построению математической модели тканевой оболочки. Обосновывается моделирование мягкой тканевой оболочки материальной поверх-

ностью, наделенной физико-механическими свойствами реального объекта. Логическим следствием этого является отказ от обычных параметров, характеризующих напряжения. Напряженное состояние описывается погонными мембранными усилиями, а движение поверхности – непосредственно компонентами ее радиуса-вектора. Такой выбор основных неизвестных позволяет использовать при математической постановке задачи точные (в рамках принятой модели) уравнения и соотношения. Это в свою очередь дает возможность рассматривать процессы, сопровождающиеся большими деформациями и сильным изменением формы. Однако последнее оказалось осуществимым только благодаря четко продуманному алгоритму численного решения.

Дело в том, что наличие одноосных и двухосных зон НДС при традиционном подходе вынуждает использовать для каждой из них свои уравнения, а полученные решения стыковать на границе между ними. В задачах динамики раскрытия оболочки из предварительно сложенного состояния, далекого по форме от расправленного, рабочего, для которых положение границ между зонами меняется во времени, подход, основанный на двух типах уравнений, наталкивается на очевидные трудности. Был найден простой и эффективный метод, опирающийся на использование пошаговой процедуры метода конечных разностей.

Явная разностная схема позволяет на каждом временном слое в каждом дискретном элементе расчетной области проводить анализ напряженного состояния и в зависимости от его типа (двухосное или одноосное) привлекать соответствующие физические соотношения, оставляя фиксированными все характеристики деформации. В этом случае уравнения движения, записанные для двухосного НДС мягкой оболочки, при подстановке в них усилий, найденных вышеописанным способом, остаются справедливыми и для одноосной, и даже для ненапряженной зон НДС. Последнее весьма существенно, так как разворачивание МО вначале происходит без возникновения в ней усилий. При этом не требуется удовлетворения каких-либо условий на границах областей с различными типами НДС.

Основные выводы анализа сводятся к следующим: 1) пренебрежение реальным раскрытием купола приводит к качественно неверному распределению усилий в утке ткани и

занижению величины лобового сопротивления парашюта; 2) модель Х.А. Рахматулина дает правильное описание процесса формообразования и позволяет достаточно точно определять такие интегральные характеристики, как время раскрытия и лобовое сопротивление. Однако достоверных данных о напряженном состоянии полотнища по ней получить нельзя (модель и не рассчитана на это).

Особое внимание Б.В. Гулин уделил исследованию основной гипотезы теории мягких оболочек – предположению о нулевой изгибной жесткости – и ее следствий. Привел также характерные формы записи физических соотношений для всех трех возможных типов напряженных состояний.

Указанные исследования по динамике МО представляют собой начальный этап в выполнении более сложной практической работы по анализу поведения конструкций из МО в потоке жидкости и газа. Такая задача стояла перед коллективом сотрудников, в котором с самого начала исследований работал Б.В. Гулин.

Для описания движения невязкой несжимаемой жидкости используется хорошо себя зарекомендовавший в задачах обтекания метод дискретных вихрей (МДВ), а стыковка решений двух систем уравнений осуществляется при помощи кинематических и динамических условий на поверхности контакта оболочки с жидкостью.

Б.В. Гулин сочетал теоретическое изучение МДВ с тестовыми расчетами обтекания жестких пластин, которые сравнивал с модельными экспериментами на аэродинамической трубе КФТИ КФ АН СССР. В качестве примера сильного взаимодействия МО с потоком рассматривалась плоская задача о динамике безмачтового паруса.

Полученные результаты, с одной стороны, показали применимость разработанного Б.В. Гулиным алгоритма решения задачи взаимодействия, а с другой, поставили новые вопросы в совершенствовании метода для случая быстрого формоизменения объекта обтекания. Дело в том, что за один шаг интегрирования уравнений гидродинамики мягкая оболочка, шаг интегрирования уравнений которой на два-три порядка меньше, успевает настолько сильно изменить свое положение в пространстве относительно фиксированной вихревой системы потока, что это приводит к раскачке и неустойчивости процесса вычислений.

Один из приближенных вариантов решения задачи взаимодействия состоит в аппроксимации аэродинамической нагрузки, действующей на оболочку при движении в потоке. Перепад давления задается аналитической зависимостью, отражающей эффекты движения поверхности относительно набегающего потока и ее естественной проницаемости. Другими словами, задается только вид функции нагрузки от искомого решения задачи. В такой постановке проведен ряд численных экспериментов по оценке влияния на динамику оболочки естественной проницаемости ткани. Решение плоских и пространственных задач раскрытия паруса показало, что проницаемость следует относить к плавно действующим демпфирующим факторам. Она замедляет переходный процесс и уменьшает уровень нагрузок.

Развитию метода дискретных вихрей и его применению к задачам взаимодействия потока с деформируемыми препятствиями посвящен ряд работ. В них подробно описано получение определяющей системы и рассмотрены различные варианты МДВ. Приведены результаты численных экспериментов о движении жесткой пластины по заданному закону (к вопросу о разрушении пелены и осцилляции решения) и о деформировании контура по заданному закону (к вопросу об устойчивости МДВ). Полученные решения позволили сделать ряд заключений, важных с позиций использования МДВ в задачах взаимодействия. Основной вывод состоит в том, что метод дискретных вихрей обладает сильной устойчивостью к возмущениям формы объекта и его скоростей.

Для преодоления препятствия, зачастую возникающего при решении задач сильного взаимодействия, Б.В. Гулин предложил новый алгоритм, основанный на процедуре «гуртования» или «дробных вихрей».

Наиболее полное изложение состояния исследований в области сильного взаимодействия мягких оболочек с потоком жидкости и газа дано в «Обзоре исследований по теории взаимодействия мягких оболочек с потоком жидкости и газа» (соавтор: М.А. Ильгамов), опубликованном в сборнике «Статика и динамика гибких систем». М.: Наука, 1987. С. 5–27.

Саченков Александр Васильевич **(1928 – 1988)***

А.В. Саченков родился в 1928 году в селе Большие Монадыши Атяшевского района Мордовской АССР. В 1935 году семья переезжает на станцию Юдино близ Казани. После окончания Казанского университета в 1951 году он был принят в аспирантуру Казанского филиала АН СССР. В 1955 году защищает кандидатскую диссертацию, а в 1965 году – докторскую диссертацию. С 1957 года А.В. Саченков работает на кафедре теоретической механики Казанского университета. В 1979 году был избран заведующим кафедрой теоретической механики. Он читал курсы лекций по теории упругости, теории пластичности, нелинейной теории оболочек, по инженерным методам расчета пластин и оболочек.

А.В. Саченков сочетал большую педагогическую работу с интенсивной научной работой. С 1964 года он является научным руководителем лаборатории механики оболочек в НИИММ им. Н.И. Чеботарева. Под его руководством было выполнено большое количество научно-исследовательских работ по заказу промышленных предприятий, конструкторских бюро, отраслевых институтов. Существенные результаты им получены в области устойчивости тонкостенных конструкций, в области колебаний и динамической устойчивости упругих систем. Он сделал большой вклад в теорию многослойных оболочек, в разработку эффективных методов решения нелинейных задач теории пластин и оболочек, а также пространственных за-

* <https://kpfu.ru/math/history/znamenitye-personalii/sachenkov-aleksandr-vasilevich>

дач теории упругости и пластичности. Его научные результаты использованы при создании ответственных конструкций в НПО «Вакууммаш», КМЗ «Союз», КМПО, ВНИИ «Союзхимпромпроект», ГИПО, ЦКБ «Фотон» и во многих других организациях. Эти результаты вошли в монографии и справочники по методам расчета тонкостенных оболочечных конструкций.

А.В. Саченковым получен результат, касающийся развития теоретико-экспериментальных методов исследования прочности и устойчивости пластин и оболочек, основанный на использовании методов подобия и размерности механики упругих систем. Эффективность метода связана с тем, что не требуется выполнения всех критериев подобия. Им вскрыты новые приближенные математические аналогии в теории оболочек, позволяющие свести к минимуму объем экспериментов. Применение метода позволило А.В. Саченкову и его многочисленным ученикам за сравнительно короткий срок получить решение многих весьма сложных в теоретическом плане задач. Теоретико-экспериментальный метод позволяет совершенствовать инженерные методы расчета тонкостенных конструкций на прочность, устойчивость и колебания.

А.В. Саченковым опубликовано свыше 120 работ по различным вопросам линейной и нелинейной теории пластин и оболочек, трехмерной теории упругости и пластичности.

А.В. Саченков большое внимание уделял воспитанию научных кадров, он был замечательным учителем и воспитателем молодой научной смены. Под его руководством подготовлено 40 кандидатов и 3 доктора наук.

Ганиев Наиль Саитгареевич (1929 – 2007)*

Ганиев Наиль Саитгареевич родился в 1929 году в д. Исламбахты Ермакеевского района РБ. Доктор физико-математических наук (1972), профессор (1974). Заслуженный деятель науки и техники РТ (1993).

После окончания Казанского университета в 1950 году работал в Казанском физико-техническом институте КФАН СССР, в 1953–2007 годах – в Казанском технологическом институте. В 1973–98 годах он является заведующим кафедрой теоретической механики.

Им проведены исследования по теории устойчивости анизотропных оболочек вращения, по решению прямых и обратных задач нелинейной теории оболочек. Разработал теорию изгиба, устойчивости и колебаний тонких пластин и оболочек различных очертаний для расчёта тонкостенных конструкций.

Автор более 60 научных трудов. Награждён орденом “Знак Почёта” (1981).

* <https://tatarica.org/ru/razdely/nauka/personalii/ganiev-nail-saitgareevich>, <https://bashenc.online/ru/articles/83848/>

Терегулов Ильтузар Гизатович (1930 – 2005)*

И.Г. Терегулов родился в 1930 году в дер. Кышкар Арского района ТАССР. В 1954 году окончил Казанский университет. В 1954–1960 годах ассистент кафедры теоретической механики КХТИ, в 1960–1963 годах старший научный сотрудник Казанского физико-технического института КФАН СССР. В 1963–1971 годах заведующий кафедрой теоретической механики Казанского высшего командно-инженерного училища.

В 1968 году присуждена ученая степень доктора физико-математических наук. В 1969 году присвоено звание профессора. В 1971–2005 годах заведующий кафедрой сопротивления материалов КИСИ–КГАСУ. С 1992 года действительный член Академии наук РТ, руководитель Отделения математики, механики и машиноведения АН РТ.

Терегулов И.Г. – один из видных представителей казанской школы теории оболочек. Значительные результаты получены в направлениях: вариационные принципы и основанные на них методы решения задач теории пластичности и ползучести, геометрически нелинейная теория пластин и оболочек, теория конечных деформаций, нелинейная механика композитных материалов, термодинамика необратимых процессов. Опубликовано более двухсот научных статей, три монографии, учебник по сопротивлению материалов. Разработал теорию определяющих соотношений для композитных материалов.

Под его руководством двенадцать сотрудников защитили кандидатские диссертации. Являлся членом редколлегии журнала “Известия вузов. Математика”, членом Научного совета по прочности и пластичности РАН. В 1991–1992 годах он принял активное участие в организации Академии наук Республики Татарстан. С 1992 года руководил Отделением математики, механики и машиноведения АН РТ.

Терегулов И.Г. – заслуженный деятель науки и техники РСФСР и РТ.

* <https://museum.kgasu.ru>

Ганеева Музайна Саитгареевна (1932-2019)*

М.С. Ганеева – видный представитель казанской школы теории оболочек. Закончила физико-математический факультет Казанского университета. В 1957 г. поступила на работу в Казанский физико-технический институт КФАН СССР, где её руководителями были Х.М. Муштари и М.С. Корнишин. С 1991 г. работала в Институте механики и машиностроения в должностях заведующего лабораторией и главного научного сотрудника.

Научные исследования М.С. Ганеевой посвящены решению нелинейных задач прочности и устойчивости оболочек вращения из изотропных и композитных материалов. Ею разработаны уточненные теории нелинейного изгиба и устойчивости тонких и нетонких оболочек. Получены разрешающие уравнения для оболочек вращения, предложены эффективные численные алгоритмы для решения геометрически и физически нелинейных задач теории оболочек, на основе которых созданы вычислительные комплексы. Исследована температурная задача теории оболочек, когда в уравнениях учитываются геометрическая нелинейность, упруго-пластические деформации, зависимость свойств материала от повышенных или криогенных температур.

М.С. Ганеевой разработаны теория, методика и программа расчета прочности оболочек вращения с разветвленным меридианом. По результатам расчета резервуара для криогенных жидкостей предложено конструктивное

* <https://imm.knc.ru/Ganeeva.html>

изменение, снижающее концентрацию напряжений до безопасной. Изучено влияние пониженных и повышенных температур на критические нагрузки потери устойчивости пологих и подъемистых сферических оболочек при внешнем давлении. Исследованы устойчивость и нелинейный изгиб упругопластических сферических и эллипсоидальных оболочек под действием давления жидкости. Показано, что наличие или отсутствие предельных значений давления, скачкообразной потери устойчивости принципиально зависит от условий постановки эксперимента. Изучены условия срабатывания хлопающих и разрывных плоских и сферических предохранительных мембран, находящихся под действием давления сжимаемой жидкости.

М.С. Ганеева активно участвовала в работах по договорам с предприятиями и НИИ, среди которых Московский институт теплотехники, ГИПО, НИИ технологии судостроения, ВНИИНефть, ВНИИНМаш, НИИ механики МГУ. Результаты этих работ использовались при создании элементов перспективных конструкций оборонной и космической техники.

Ею опубликовано более 190 работ, в том числе монография "Прочность и устойчивость оболочек вращения" (М., Наука, 1992). Под её руководством защищены 4 кандидатские диссертации.

М.С. Ганеева являлась членом Комитета по государственным премиям в области науки и техники Совета Министров РСФСР. В 1991-2000 годах М.С. Ганеева руководила лабораторией механики тонкостенных конструкций ИММ КазНЦ РАН. Она была народным депутатом Советского района г. Казани.

М.С. Ганеевой присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки Республики Татарстан" (1995).

Отзывы на книгу

Уважаемый Марат Аксанович!

Искренне благодарю Вас за внимание и от души поздравляю с прекрасной книгой «Профессор Х.М. Муштари».

Эта книга – дань уважения памяти замечательного ученого, одного из основоположников казанской математической школы, педагога и наставника целой плеяды ученых естествоиспытателей Хамида Музафаровича Муштари, имя и дела которого являются гордостью отечественной и мировой науки. Вы как ученик, коллега и продолжатель его славных традиций сделали очень важное и нужное дело. Я убежден, что Ваша замечательная книга найдет своих истинных читателей.

Желаю Вам крепкого здоровья, благополучия, творческих удач и счастья!

Президент Республики Татарстан Минтимер Шаймиев

Уважаемый Марат Аксанович!

Вначале подумал, что эту книгу будет не под силу осилить таким, как я. Но по мере углубления в нее во мне

росли и восхищение, и изумление. От книги веет каким-то добрым духом. Вот, какую, оказывается, работу возможно написать об ученом, который всегда имел дело только с теоремами и формулами!

Узнали кое-что и о самом Ильгамове. Спасибо Вам!

Мустай Карим

Дорогой Марат Аксанович!

Ваша книга доставила мне удовольствие не только обилием сведений по истории нашей науки, но и хорошим стилем. Считаю ее образцом научно-мемуарной литературы.

Ношу в душе Ваш шедевр – изречение о том, что старость – хорошее время, но имеет недостаток: она тоже проходит.

Ваш В.В. Белецкий,
член-корреспондент РАН, Институт прикладной
математики им. М.В. Келдыша

Дорогой Марат Аксанович!

Огромное спасибо за Вашу книгу о Хамиде Музафаровиче Муштари. Ее я получил только в сентябре 2001 года. Хотел сразу Вам ответить, но когда начал читать, не

мог остановиться на полпути. Вы сделали большое дело, написав такую замечательную книгу. Я прочитал ее всю очень внимательно, а также приложения. Более того, отдельные места я перечитывал по несколько раз.

Со школой Х.М. Муштари и казанскими учеными в первый раз я познакомился на конференции по теории оболочек в Казани в 1960 году. Затем были встречи на конференциях в разных городах. В 1970 году я докладывал свою диссертацию на семинаре Х.М. Муштари. На всех этих встречах я познакомился с Вами, Курбаном Закировичем Галимовым, Иосифом Вениаминовичем Свирским, Ильтизаром Гиззатовичем Терегуловым, Рападом Гадиевичем Суркиным, Юрием Геннадиевичем Коноплевым, Александром Васильевичем Саченковым, Юрием Павловичем Жигалко, Наилем Курбановичем Галимовым, Музой Сайтгареевой Ганеевой и другими коллегами...

Читая Вашу книгу, я как бы опять проходил по знакомым местам и общался со своими друзьями и коллегами. Считаю, что Ваша книга будет памятником выдающемуся ученому Х.М. Муштари. Надеюсь, что она поможет нашим молодым ученым познать процесс развития науки механики в прошлом столетии.

Еще раз большое Вам спасибо. С глубоким уважением,
Ваш Григоренко,
академик Академии наук Украины.

Уважаемый Марат Аксанович!

Недавно получила очень тепло написанную Вами книгу о жизни Хамида Музафаровича Муштари. Всколыхнула эта книга память о минувших днях: о прекрасных лекциях Х.М. Муштари по теоретической механике в КИ-СИ, где я училась в 1931–1933 годах на 2-м курсе, о недолгой работе на кафедре теоретической механики в КХТИ в 1938 году, о работе Рашада Суркина под руководством Х.М. Муштари после Великой Отечественной войны и до конца жизни, о Ваших юных годах работы в КФАН, поездке в Уфу вместе с Р. Суркиным...

Вы написали воспоминания о Хамиде Музафаровиче Муштари очень увлекательно, интересно. Дай Бог, чтобы Ваши ученики так же писали о Вас.

С глубоким уважением Ш.С. Нугманова. Казань.

М.А. Ильгамов – достойный ученик профессора Х.М. Муштари, всегда сохраняет верность ему. Не жалея времени и сил, написал замечательную книгу о своем Учителе, в которой показал процесс развития механики как науки в XX веке.

Академик Р.И. Нигматуллин

Здравствуйте, Марат Аксанович!

Я ассистент кафедры теоретической механики и мехатроники механико-математического факультета МГУ. Большое спасибо за замечательную книгу, посвященную жизни и научной деятельности Хамида Музафаровича Муштари.

Еще раз большое спасибо Вам за книгу. Было очень интересно познакомиться с биографией Х.М. Муштари — человека, много сделавшего для той науки, которой занимаюсь.

Всего Вам наилучшего. А.С. Кулепов. 17.10.2003.

Х.М. Муштари повезло в том, что среди его учеников был М.А. Ильгамов. Ни о каком ученом ученики не написали такую книгу (во всяком случае в Казани).

Р.И. Давыдов

В процессе работы над книгой «Формула прочности» я многократно обращался к книге «Профессор Х.М. Муштари». Хочется отметить не только высокий профессионализм автора в характеристике деятельности ученого, его современников, но особую теплую интонацию книги,

корректность в оценках и блестящий стиль письма. Но все же не предполагал, что эта небольшая книга вызовет такой громкий резонанс.

М.А. Ильгамов бережно относится к памяти своих учителей и коллег по работе. Прекрасную книгу написал о своем учителе Х.М. Муштари. У него много друзей среди поэтов и композиторов.

Н.Б. Ильинский, профессор
Казанского университета

Оглавление

Предисловие	3
Об ученом и Учителе	6
Глава I. Жизнь длиною в 80 лет	
Родители	8
Школьные и студенческие годы	12
Начало трудовой деятельности	16
Аспирантура	19
Казанские вузы	22
Научная работа в довоенные годы	26
Физико-технический институт	30
Казанская школа теории оболочек	36
Послужной список Х.М. Муштари	40
Глава II. Краткий обзор научных трудов Х.М. Муштари	
Кручение и изгиб призматических тел	43
Нелинейная теория пологих оболочек	44
Общие вопросы теории оболочек	49
Устойчивость тонких оболочек	51
Теория плит и оболочек средней толщины	55
Теория трехслойных оболочек	56
Обратные задачи теории оболочек	57
Оптимизация пластин и оболочек	58
Выпучивание и послекритический изгиб	59
Уточненная теория пологих оболочек	63
Работы по разным направлениям и обзоры	65
Монография Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек»	66

Цянь Сюе-сень, Ху Хай-чан. Рецензия на монографию Х.М. Муштари и К.З. Галимова «Нелинейная теория упругих оболочек»	68
В. Койтер. Реферат монографии Муштари Х.М. и Галимова К.З. «Нелинейная теория тонких упругих оболочек» в английском переводе	71
Список научных трудов Х.М. Муштари	73

Глава III. Х.М. Муштари и его современники

М.А. Лаврентьев	82
Л. Доннелл, В.З. Власов	86
М.В. Келдыш, С.П. Королев	89
Цянь Сюе Сень	91
В. Койтер, Н. Хофф	95
В.В. Новожилов	98
Х.А. Рахматулин	99
А.А. Ильюшин	101
А.С. Вольмир	104
Другие современники	106

Глава IV. Мои воспоминания

Работа в конструкторском бюро. Как впервые я увидел фамилию Муштари	107
Первая встреча с Х.М. Муштари	109
Аспирантура. Наша лаборатория	112
Семинары Х.М. Муштари	116
Всесоюзная конференция по теории пластин и оболочек. Чествование Х.М. Муштари в связи с его шестидесятилетием	119
Директор Физтеха	121
Хамид Музафарович не одобряет	125
Еще о некоторых чертах характера	128
Преподавательская работа	131
Раиса Ибрагимовна	132
Искусство в жизни Х.М. Муштари	135
Дача на станции Обсерватория	139
Лаборатория теории оболочек, взаимодействующих со средой	142

Наша главная книга. Издание избранных произведений	146
Мемориальная доска и улица Муштари	148
Конференция, посвященная 100-летию Х.М. Муштари, 90-летию К.З. Галимова, 80-летию М.С. Корнишина ...	152
Заключение	155

ПРИЛОЖЕНИЕ

Ю.П. Жигалко. К.З. Галимов. К 90-летию со дня рождения	159
М.Н. Серазутдинов. О М.С. Корнишине – крупным планом и близким взглядом	165
Н.К. Галимов. Иосиф Вениаминович Свирский	172
М.С. Корнишин, А.З. Бакирова. Рашад Гадиевич Суркин (1917–1985)	178
М.А. Ильгамов, В.В. Ридель, С.С. Яруллин. О научных трудах Б.В. Гулина	181
Саченков Александр Васильевич	189
Ганиев Наиль Сайтгареевич	191
Терегулов Ильтузар Гизатович	192
Ганеева Музайна Сайтгареевна	193
Отзывы на книгу	195

Научное издание

Ильгамов Марат Аксанович

Профессор Х.М. Муштари

Оригинал макет подготовлен к печати
в издательстве «Гилем» АН РБ

Редактор *Н.В. Хрулева*
Компьютерная верстка: *Р.М. Уметбаев*

Подписано в печать 27.08.2025 г. Формат 60x90/16.
Печать: цифровая.
Усл. печ. л. 11,90. Тираж 500. Заказ 25856.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «АЭТЕРНА»
450076, г. Уфа, ул. Пушкина 120
<https://aeterna-ufa.ru>
info@aeterna-ufa.ru
+7 (347) 266 60 68

Издательская фирма «Физико-математическая литература»
Академиздатцентра «Наука» РАН
117071, Москва, Ленинский проспект, 15



ИЛЬГАМОВ МАРАТ АКСАНОВИЧ

доктор физико-математических наук (1970),
профессор (1972), член-корреспондент РАН (1991),
академик АН Республики Башкортостан (1998)

Область научных интересов: теория
взаимодействия оболочек с рабочими средами