

Если выступление академика Р.И. Нигматулина касалось проблем развития всего человечества, то основная канва доклада академика В.М. Фомина «Газодинамика органов дыхания» была посвящена рассмотрению вопросов сохранения здоровья конкретного человека. Василий Михайлович представил богато иллюстрированный, совершенно свежий материал, полученный в ходе комплексных расчётно-экспериментальных исследований, выполненных совместно с медиками на стыке газодинамики и медицины.

Бурное развитие вычислительной техники и знание законов движения газов позволило специалистам ИТПМ СО РАН составить специальные программы, позволяющие численными методами смоделировать процессы дыхания конкретного человека в зависимости от параметров его носоглотки и трахеи, а затем сравнить полученные расчётные данные с реально измеренными характеристиками. Хотя первоначально медики сильно сомневались в возможности получения реальных параметров течения воздуха во время дыхания расчётным путем, к их удивлению, а также и к радости вычислителей, экспериментальные и расчётные данные оказались весьма близкими.

Проведенная совместная работа со временем позволит без ущерба для здоровья пациента выполнять сложные операции по устранению дефектов носоглотки, приводящих к практической инвалидности человека. Ранее такие операции выполнялись только по наитию и сильно зависели от опытности хирурга, поэтому нередко оказывались бесполезными или даже вредными. Теперь появляется реальная возможность на основе полученных томографических снимков смоделировать математическими методами истинную форму дыхательного тракта конкретного человека и при необходимости определить наиболее оптимальный путь исправления внутренних перегородок его носоглотки хирургическим путем для обеспечения нормального дыхания, и только после этого проводить саму операцию.

Не менее обнадеживающие перспективы открывают и расчёты движения крови по кровеносным сосудам, что со временем может привести к отработке методик доставки миниатюрных капсул с лекарством к конкретному большому участку человеческого тела. Такие методики позволили бы резко сократить дозы лекарственных препаратов (в особенности, сильно ядовитых и опасных, например, при лечении раковых опухолей), устранив тем самым побочные вредные действия лекарств на организм человека или животных. Конечно же, как подчеркнул Василий Михайлович, проводимые совместно с медиками научные исследования ещё далеки от завершения и требуют дальнейших усилий, но полученные результаты вызывают оптимизм по поводу достижения конкретных окончательных результатов, которые уже могут быть предложены для их внедрения в повседневную медицинскую практику.

Начальник отделения ЦИАМ д.ф.-м.н. А.Н. Крайков в своем боль-

шом докладе, посвященном общей теории осесимметричных конических течений, подробно рассмотрел многие классические задачи отражения стационарных ударных волн от оси симметрии. В заключение своего доклада Александр Николаевич заметил:

— Занятие классическими задачами открывает новые особенности и особую красоту тех решений, которые изучали классики, но до конца так и не изучили. Это дает нам очень большой стимул и вдохновение для дальнейшей работы, которые очень полезны для науки, особенно в наше время...

Главный научный сотрудник РФЯЦ—ВНИИТФ, д.ф.-м.н. В.Ф. Куропатенко в своём докладе под названием «Скорость звука в многокомпонентной среде» тщательно проанализировал имеющиеся методы вычисления её величины для сложных смесей. Решение рассматриваемой задачи усложняется чаще всего неизвестностью точных теплофизических и других характеристик самой смеси и её некоторых компонентов при малых изменениях концентраций в ту или сторону. Валентин Фёдорович указал на способы обхода возникающих при решении данной задачи трудностей и показал возможность определения величины скорости звука в сложной смеси газов, плазмы или многофазной среде при использовании минимального количества упрощающих используемые уравнения допущений.

Доклады, прозвучавшие на заседаниях большинства секций ISMAR-2012, охватывали весьма широкий круг научных проблем, касающихся экспериментальных и математических методов моделирования процессов аэродинамики, массо-теплопереноса, теплозащиты, течения многофазных сред, разработок и изготовления различных конструктивных материалов с новыми свойствами и т.д. В связи с этим даже краткий обзор почти трехсот докладов является практически невыполнимой задачей. Тем не менее, хочется хотя бы кратко коснуться тех вопросов и проблем, которые подробно рассматривались на заседаниях минисимпозиума «Фундаментальные проблемы в гиперзвуковых технологиях». Заседания данного научного мероприятия проходили под председательством академика В.М. Фомина и чл.-корр. РАН А.Н. Шиплюка.

Проблема создания гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА), летающих со скоростями  $M > 5$  (число Маха  $M$  является отношением скорости полёта к скорости звука в данной среде), то есть выше 6000 км/час, рассматривались практически на всех конференциях ISMAR. Гиперзвуковые скорости стали реальностью уже к середине 40-х годов XX века, когда немецкими конструкторами была создана первая баллистическая ракета дальнего действия А-4 («Фау-2»), развивавшая максимальную скорость 1650 м/с (5940 км/час). В последующие годы были разработаны более совершенные ракеты, способные развить скорости свыше  $M = 25$ , однако такие скорости достигались с помощью весьма прожорливых жидкостных ракетных двигателей, а полёты проходили уже за пределами

плотных слоев атмосферы.

Первыми широко известными экспериментальными гиперзвуковыми аппаратами, предназначенными для полётов в верхних слоях атмосферы, были американские Х-15, разработанные ВВС США совместно с Национальным управлением по авиации и космонавтике (NASA) для исследований проблем гиперзвукового полета и возвращения в атмосферу. Х-15 совершил первый полет 8 июня 1959 года. Исследовательский ГЛА поднимался на высоту более 13 км с помощью стратегического бомбардировщика В-52. После отделения от носителя Х-15 включал свой ракетный двигатель и отправлялся в самостоятельный полёт. К моменту завершения программы 24 октября 1968 года три экспериментальных аппарата совершили в общей сложности 199 полётов, достигнув рекордной высоты 107,96 км (22 августа 1963 г.) и скорости 7274 км/час ( $M = 6,7$ ).

В настоящее время основной идеей создания ГЛА является использование не ракетных, а более экономичных прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД), использующих в качестве окислителя, как и обычные ВРД пассажирских самолетов, кислород атмосферы. Идея создания ГПВРД, основанного на сжигании горючего в камере сгорания в сверхзвуковом потоке, была независимо окончательно сформулирована советским ученым-конструктором Е.С. Щетинковым и американцем итальянского происхождения Антонио Ферри уже в 1957 году, но воплотить её в реальную конструкцию не удалось до сих пор. За последние полвека рассматривалось множество проектов различных воздушно-космических систем, включающих в свой состав ГЛА (английский «Хотол», немецкий «Зенгер» и т.д.), но ни одна из них так и не вышла даже из стадии эскизного проектирования. Как оказалось, разработка ГЛА наталкивается на очень сложные проблемы создания гиперзвуковой ПВРД (ГПВРД или Scramjet), а также обеспечения теплозащиты планера со значительной несущей поверхностью.

В 70—80 годах XX века при создании воздушно-космических систем многоазового применения «Спейс Шаттл» и «Энергия—Буря» удалось разработать практически со всеми вопросами теплозащиты таких аппаратов. Однако катастрофа американской «Колумбии», случившаяся 1 февраля 2003 года при её возвращении из космоса, продемонстрировала, что в этой сфере науки и техники всё ещё много проблем, связанных с высокой опасностью гиперзвукового полёта в плотных слоях атмосферы.

В настоящее время основной трудностью создания ГПВРД считается проблема обеспечения достаточной тяги при гиперзвуковых скоростях полёта. Эта проблема связана с тем, что при сверхвысоких скоростях торможение потока в ударных волнах на входе в воздухозаборник происходит с большими потерями энергии. К тому же, во внутреннем тракте самого двигателя при сверхзвуковой скорости потока сложно обеспечить быстрое перемешивание горючего, в частности, водорода, с воздухом для повышения полноты сгорания и получения

достаточной для полёта тяги.

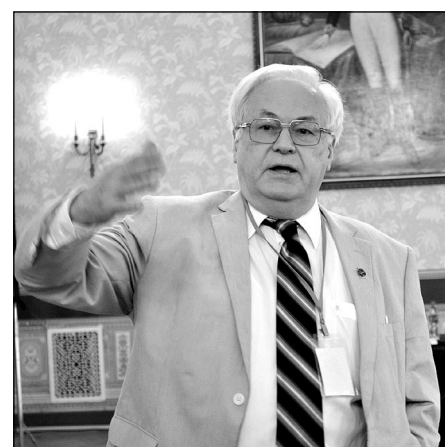
О сложностях разработки ГПВРД свидетельствуют и проблемы с американскими экспериментальными демонстраторами ГЛА под индексом Х-51А, все три испытательных полета которых оказались практически неудачными. При последнем испытании, предпринятом 14 августа этого года, дело не дошло даже до момента запуска ГПВРД. Как утверждают американцы, ГЛА потерпел аварию примерно через 31 секунду после отделения от самолёта-носителя из-за потери устойчивости полёта по причине отказа органов управления.

В ходе заседаний минисимпозиума тщательно были рассмотрены многие проблемы, стоящие на повестке дня перед учеными и разработчиками ГЛА. При обсуждении некоторых вопросов мнения участников данного представительного собрания были далеко не единодушны, но все учёные были согласны, что имеющиеся проблемы являются весьма серьезными и требуют комплексных исследований и сосредоточения для этого значительных сил и средств. Вероятно, самым оптимистичным среди выступавших казался ведущий научный сотрудник ИТПМ СО РАН В.И. Звигиц, который ещё в 1978 году сумел экспериментально показать возможность получения при гиперзвуковых скоростях полёта положительной тяги, значительно превышающей аэродинамическое сопротивление самого аппарата. Перед закрытием минисимпозиума академик В.М. Фомин твердо высказался за регулярные встречи специалистов по данной тематике, на каждой из которых необходимо рассматривать конкретную, наиболее актуальную на данный момент проблему.

По давно уже сложившейся традиции, для участников ISMAR-2012 казанцы организовали интересные экскурсии в исторический, геологический и зоологический музеи КФУ, в Казанский Кремль, а также поездку на теплоходе на волжский остров Свяжск, знаменитый своими старинными церквями и монастырями.

Все дни работы конференции в перерывах между заседаниями научных секций шли непрерывные дискуссии, взаимные знакомства и обсуждения планов возможного сотрудничества для решения тех или научно-технических проблем. Конференция ISMAR-2012 явно удалась, хотя для этого её организаторам в лице Исполнительного комитета ИТПМ СО РАН в составе председателя А.А. Маслова, его заместителей А.Д. Косинова, В.Н. Зиновьева, секретаря Г.В. Климчик и их коллег и Локального оргкомитета в Казани в составе председателя Д.К. Нургулиева, его заместителей Ш.Х. Зарипова, Ю.Г. Коноплева, секретаря С.А. Соловьева и их многочисленных помощников пришлось потратить немало сил и времени.

Как признался в своем кратком интервью специалист в области многофазных сред профессор Ш.Х. Зарипов, хотя Казанский университет имеет богатый опыт проведения разных научных меропри-



ятий, они впервые столкнулись с такой представительной международной конференцией. Шамиль Хузеевич честно признался, что если бы они заранее представляли, какой объём организационных забот их ждет, может, и не взялись бы за это весьма хлопотное дело.

Для близкого знакомства и уточнения порядка предстоящих работ задолго до начала конференции в Казани состоялась встреча основных представителей новосибирского и местного оргкомитетов ISMAR-2012. В конце концов, несмотря на множество трудностей, почти все вопросы и организационные проблемы удалось разрешить и успешно провести данную конференцию.

Ш.Х. Зарипов подчеркнул, что он благодарен руководству КФУ за предоставление аудиторий, компьютерной и мультимедийной техники, а также транспорта для доставки участников конференции из аэропорта и железнодорожного вокзала. Шамиль Хузеевич от имени оргкомитета ISMAR-2012 также выразил большую благодарность правительству Республики Татарстан за выделение значительной финансовой помощи на проведение конференции, а также своих молодых коллег из Локального оргкомитета, которые работали слаженно, действовали как единая команда. В заключение он пожелал новосибирским коллегам, с которыми уже успел подружиться, и в дальнейшем проводить конференции ISMAR в таком же расширенном формате со сменой мест с целью увеличения привлекательности для их многочисленных участников.

Во время разговоров и интервью многие участники прошедшего научного форума подчеркнули прекрасную организацию данной конференции и выразили свои пожелания по дальнейшему улучшению работы будущих встреч ISMAR. Например, ведущий специалист ЦАГИ, чл.-корр. РАН И.И. Липатов заметил, что этот форум учёных является широчайшим и вполне сравним с аэродинамическим съездом Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике. Конференция ISMAR, по его мнению, по количеству и качеству представленных докладов не уступает съезду и в чём-то даже его дополняет. Съезд более академичен, а ISMAR имеет прикладной характер.

(Окончание на стр. 11)

На снимках: — выступление академика Р.И. Нигматулина с пленарным докладом; — участники ISMAR-2012 перед фасадом главного корпуса КФУ.

