

Известный греческий философ Гераклит Эфесский сказал (в современной интерпретации): «Нельзя войти в одну реку дважды», имея в виду, что, хотя река остаётся той же, турбулентные вихри в её течении непрерывно изменяются. Обнаружение детерминированной турбулентности показало, что иногда — можно! Этот результат вооружает исследователей методом изучения пристенной турбулентности, давая возможность исследования различных локализованных воздействий на мгновенную структуру турбулентных потоков».

**В** сообщении к.ф.-м.н. Ю.А. Литвиненко изложены результаты экспериментальных исследований дозвуковой круглой микроструи в поперечном акустическом поле. Впервые показано, что круглая микроструя под воздействием поперечного акустического поля трансформируется в плоскую, подвержена синусоидальной неустойчивости как единое целое и расщепляется на две развивающихся независимо друг от друга струи. Большой интерес вызвал и доклад самого молодого д.ф.-м.н. ИТПМ СО РАН, лауреата Государственной премии РФ для молодых учёных М.М. Катасонова «Экспериментальное исследование локализованных возмущений в пограничном слое прямого крыла».

Получен также ряд ярких результатов (преимущественно экспериментальных) по исследованию механизмов возникновения и развития нестационарных неустойчивостей пограничных над искривлёнными поверхностями. Возникающие моды неустойчивости сходны по физической природе с классическими неустойчивостями типа Тейлора-Гёртлера, но являются существенно нестационарными (два ярких доклада, посвящённых этому кругу проблем, сделаны молодыми учёными к.ф.-м.н. Д.А. Полежаевым и к.ф.-м.н. А.Д. Мищенко).

Что касается исследования задач устойчивости и восприимчивости сверхзвуковых пограничных и гиперзвуковых ударных слоёв, здесь можно отметить доклады по результатам теоретических исследований д.ф.-м.н. С.А. Гапонова и д.ф.-м.н. Н.М. Тереховой, экспериментальные работы д.ф.-м.н. А.Д. Косинова, молодого учёного к.ф.-м.н. Д.А. Бунтина и д.ф.-м.н. А.Н. Шиплюка, численное исследование мод неустойчивости (задачи восприимчивости течений к внешним возмущениям) и управления ими.

Отмечается безусловно высокий уровень работ, представленных на подсекции «Аэродинамика и газовая динамика», и стремление к сотрудничеству между представителями академической, вузовской и отраслевой науки, что выражается в большом количестве докладов, сделанных представителями таких организаций как ЦАГИ, ЦИАМ, ЦНИИМАШ, МАИ, Институт механики МГУ, ИПМ РАН, ИВТРАН РАН, ИГ СО РАН, ИТПМ СО РАН. Примером такой кооперации является доклад на тему «Пространственная структура отрывного течения в угле сжатия при высокой сверхзвуковой скорости потока», который был сделан д.т.н. В.И. Запрягаевым ИТПМ СО РАН (соавторы — его ученик к.ф.-м.н. И.Н. Кавун и коллега из ФГУП ЦАГИ д.ф.-м.н. И.И. Липатов).

В настоящее время перед механикой всё чаще встают проблемы описания и объяснения поведения веществ в условиях, когда постановка экспериментов оказывается чрезвычайно дорогой или даже невозможной. Например, физико-химическая и радиационная газовая динамика космических аппаратов, предназначенных для исследования планет солнечной системы и, в особенности, возвращаемых на Землю. При выходе такого аппарата в атмосферу на высоких скоростях начинается протекать ряд процессов, в том числе сильный нагрев газа, что влечет за собой процессы радиационного излучения. Расчеты характеристик перспективного спускаемого космического аппарата при его входе в атмосферу Земли показывают, что для типичной траектории входа в плотные слои атмосферы плотность радиационных тепловых потоков оказывается соизмеримой и даже превосходит плотность конвективных тепловых потоков. Развитые методы вычислений и проведения вычислительных экспериментов, а также компьютерные технологии реализации физических моделей на современных персональных и многопроцессорных комплексах завершили формирование облика физической механики как науки, обосновывающей возможность использования достижений в описании микромира при описании макросвойств вещества.

Как отметил д.ф.-м.н. А.Н. Шиплюк, активные работы по созданию гиперзвуковых

летательных аппаратов сейчас в мире ведут 13 стран. Для их успешного создания необходимо решить большое количество фундаментальных и прикладных проблем гиперзвуковой аэротермодинамики: обеспечение бесперебойной и эффективной работы гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД), интеграция планера и силовой установки, управление ламинарно-турбулентным переходом, создание теплозащитных материалов и охлаждение конструкций летательных аппаратов. Используя методы прямой численной оптимизации механикам удается обеспечить высокую эффективность как отдельных элементов, так и летательного аппарата в целом.

При высокоскоростном полете летательного аппарата происходит нагревание его поверхности до очень высоких температур (до нескольких тысяч градусов). При ламинарно-турбулентном переходе конвективные тепловые потоки увеличиваются ещё в несколько раз, поэтому необходимо стабилизировать ламинарное течение при гиперзвуковых скоростях. Численно и экспериментально показано, что применение пассивных пористых покрытий, поглощающих ультразвук, приводит к уменьшению энергии пульсаций в пограничном слое, в результате существенно увеличивается ламинарная область течения. Поэтому при гиперзвуковых скоростях предпочтительнее пористая поверхность летательных аппаратов.

В подсекции «Механика многофазных сред» необходимо отметить доклад д.ф.-м.н. В.М. Бойко на тему «Экспериментальное исследование физических особенностей вторичного аэродинамического дробления капель жидкости в градиентных потоках». Использование комплекса современных оптических методов диагностики, включая PIV-диагностику, метод лазерного ножа, метод теневой визуализации и метод высокоскоростной импульсной киносъёмки, позволило с высоким пространственно-временным разрешением детально исследовать механизмы реализации срывного типа разрушения капель. Данные о механизмах и динамике диспергирования жидкости наиболее востребованы в приложениях, где предъявляются повышенные требования к дисперсному составу продуктов дробления жидкости, а также к производительности и эффективности тепло и массообменных процессов в двухфазных средах.

**П**ристальное внимание участников съезда привлекла подсекция, посвящённая проблемам мезо- и наномеханики, которую открывал директор ИТПМ СО РАН академик В.М. Фомин докладом «Метод молекулярной динамики и его применение к решению задач механики сплошных сред». В своем выступлении Василий Михайлович продемонстрировал возможности применения метода молекулярной динамики к решению задач наномеханики и механики сплошных сред, показал особенности этого метода как метода расчёта дискретных характеристик системы, состоящей из взаимодействующих атомов и молекул. На конкретных примерах им были показаны особенности, которые имеют место при решении задач наномеханики и переносе этих результатов на задачи механики сплошных сред.

Значительное число докладов на секции было посвящено вопросам получения композиционных материалов с нанонаполнителями. Но это далеко не полный перечень всех интересных выступлений, прозвучавших на юбилейном XV Всероссийском съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики.

Прошедшее научное мероприятие дало представителям неформальных научных коллективов, помимо прочего, уникальную возможность для общения: в Нижнем Новгороде встретились учёные из Новосибирска, Красноярска, Перми и Владивостока, выполняющие междисциплинарный интеграционный проект «Моделирование, устойчивость и оптимизация конвективных течений» (руководитель чл.-корр. В.В. Пухначёв).

Во время работы съезда специалисты из ИТПМ СО РАН обсуждали с сотрудниками из ЦАГИ, ЦНИИМАШ, ЦИАМ, а также других организаций, результаты совместных работ и перспективные исследования в интересах отраслевой науки. По мнению участников, съезды, проводимые в постсоветское время, способствуют восстановлению былых связей между научными коллективами разных организаций. Последний не стал исключением. Его название точно отражает направленность докладов, но особенно важны фундаментальные исследования, если их удастся связать с приложениями.

Подготовила Ю. Александрова, «НВС»  
Фото к.ф.-м.н. И.А. Беданова

## Всё об аэродинамических трубах

Девятнадцатого и двадцатого сентября в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН проходила 116-ая конференция Международной ассоциации сверхзвуковых аэродинамических труб (STAI), в которой приняли участие 32 специалиста в этой области — двадцать один иностранный гость из разных стран мира (США, Германии, Бельгии, Австралии, Румынии, Японии, Китая, Южной Африки) и одиннадцать россиян из Новосибирска и Москвы.



**В** сто шестнадцатый раз собираются учёные на этот международный форум — цифра звучит внушительно! Однако ассоциация была создана в Америке почти 60 лет назад, а конференции традиционно проходят два раза в год, видимо, темы для обсуждения находятся всегда. С мая 1997 года членом Международной ассоциации сверхзвуковых аэродинамических труб является и ИТПМ СО РАН, причем мероприятие у себя проводит впервые. Семь новосибирцев — сотрудников института выступили с докладами по итогам научных исследований, а ещё четверо россиян были представителями Центрального аэродинамического института им. Н.Е. Жуковского (ЦАГИ), расположенного в Московской области. Они только собираются присоединиться к ассоциации, а пока исполнительный директор С.Л. Чернышев представил на суд аудитории сообщение об аэродинамических трубах, на которых ведется работа в институте.

Чтобы создавать высокоскоростные самолёты и ракеты, скорость которых превышает скорость звука, надо проводить немало исследований. Многие ведутся с помощью прикладных расчётов, но основные данные всё равно получают во время экспериментов в сверхзвуковых аэродинамических трубах. В России самые большие трубы находятся в ЦАГИ (в своё время все испытания самолётов проходили именно там), но самая современная в Российской академии наук аэродинамическая база расположена как раз в ИТПМ.

Доклады на конференции звучали по нескольким научным направлениям: шла речь об аэродинамических установках, проблемах их функционирования и модернизации. Так, исполнительный директор ЦАГИ С.Л. Чернышев сделал обзор по трансзвуковым и сверхзвуковым аэродинамическим трубам института. Интересное выступление по прикладным проблемам аэродинамики было сделано представителем Китайского аэродинамического центра.

Институт теоретической и прикладной механики, в отличие от большинства своих зарубежных коллег, главным образом направ-

лен не на прикладные, а на фундаментальные исследования. Некоторые сообщения привлекли особое внимание. Например, исполнительный директор международного центра аэрофизических исследований д.т.н. профессор В.А. Лебига рассказал об изменении пульсаций в трансзвуковой криогенной аэродинамической трубе, расположенной в Кёльне (Германия). Одной из задач современной аэрогидродинамики является исследование ламинарно-турбулентного перехода. Чем дольше набегающий поток на крыле самолётов остаётся ламинарным, тем более снижается сопротивление и уменьшается расход топлива. На это и направлены проводимые исследования.

Доклад д.т.н. В.И. Звезгинцева «Испытание моделей возвращаемого космического аппарата и результаты их экспериментальных исследований по аэрогидродинамике» был сделан по итогам работы на установке АТ-303. Результаты исследований примечательны тем, что обычные трубы для больших чисел Маха космических аппаратов имеют очень высокие температуры при невысоком давлении, но они не могут моделировать вязкие эффекты, т.е. те, что происходят в вязком слое. А установка АТ-303 позволяет получать большие давления до 2 тысяч атмосфер, а, следовательно, и большие числа Рейнольдса.

Для трансзвуковых установок существует проблема моделирования уровня турбулентности и правильного определения положения ламинарно-турбулентного перехода. Такая же задача стоит при сверхзвуковых скоростях, только сделать это там ещё сложнее. В ИТПМ имеется уникальная маломощная установка — сверхзвуковая аэродинамическая труба Т-325 (аналогичная есть только в США). О некоторых результатах, полученных на этой трубе, рассказал заведующий лабораторией д.ф.-м.н. А.Д. Косинов.

Конференция прошла в штатном режиме, а доклады участников стали предметом оживленных дискуссий.

Ю. Александрова, «НВС»  
На снимках:  
— выступает ак. В.М. Фомин;  
— коллективное фото на память.

