

Самые «теплые» исследования

Приурочив рассказ о своих работах к 100-летию юбилею Самсона Семеновича Кутателадзе, специалисты Института теплофизики СО РАН (кстати, носящего имя академика) приоткрыли, если выразиться романтически, завесу тайны над предназначением некоторых установок и приборов. Сейчас, уже в 21-м веке, продолжается развитие идей и научных направлений, которые когда-то пересадил на сибирскую почву знаменитый ученый.

В капле воды

Известно всего четыре сверхинтенсивных явления, с помощью которых можно отводить большие и мощные потоки тепла. Всеми ими занимался академик Кутателадзе, и в 1930-е годы он первым в СССР начал исследования процессов с фазовыми переходами, когда идет энергетический перенос с помощью движения не молекул, а массы вещества.

«Мы занимаемся испарением тонких пленок жидкости, — говорит доктор физико-математических наук **Олег Александрович Кабов**. — Это очень важная вещь, и постепенно все технологии будут переходить от процессов, идущих в больших объемах, именно к пленочным течениям, потому что последние при малых размерах создают обширную поверхность, и именно с нее происходит теплоотдача, которая, однако, меняется, если происходит разрыв, ведь слой очень тонкий».

Как говорит ученый, это одна из нерешенных проблем не только в Сибири или России, но и в мире. Она связана с

физикой, реализующейся в контакте трех фаз: твердое тело, жидкость и газ, но что именно происходит в столь необычной среде, наука еще не может описать достаточно четко. «Процессы зависят от многих факторов, они проходят на нано- и микроуровне, соответственно, надо применять определенные методы — например, молекулярной динамики, а они составляют сложность для теории и экспериментов», — комментирует **Олег Кабов**. Тем не менее, в лаборатории установлены стенды, где специалисты моделируют разрыв тонкого горизонтального пласта жидкости.

На другой установке идет исследование еще одного процесса — тоже испарения, но маленькой капельки. «Этот способ, как и предыдущий, очень важен в технике, — рассказывает ученый. — Например, охлаждение электронного оборудования: частички летят с большой скоростью и создают колоссально эффективный процесс с использованием небольшого количества жидкости».

Специалисты работают над решением проблем охлаждения применительно к транспортной, а также космической отрасли. В лаборатории создали уникальный прибор, который полетит на международную космическую станцию (МКС). Для проведения исследований в «заоблачных» условиях нужно было создать одновременно конденсатор пара и сепаратор, причем малого веса и объема. «Мы применили здесь новую технологию — микроканалы по двадцать микрон. Жидкость всасывается туда под действием капиллярных сил. Это будет часть совместного (Российское и Европейское космические агентства) научно-экспериментального под названием Simex», — поясняет **Олег Кабов**.

Разделяй и используй

Еще одно научное направление, развиваемое учеными ИТ СО РАН — процессы, происходящие при ректификации. Эти работы ведутся на одной из самых больших установок института — крупномасштабной фреоновой колонне. Именно она дает представление о том, как разделяются смеси при дистилляции. «С помощью контактных структурированных поверхностей, которые находятся внутри, мы можем моделировать подобные вещи в реальных околопромышленных масштабах и исследовать как интегральные характеристики, так и целый ряд внутренних параметров», — говорит чл.-корр. РАН **Александр Николаевич Павленко**.

Надо отметить, что ректификация — основной крупнотоннажный и энергоэкономичный способ получения чистых веществ из смесей. Например, чтобы извлечь по отдельности азот, аргон, кислород или ксенон из воздуха, его превращают в жидкость, которая затем стекает вниз тонкой пленкой. Подается пар, и на выходе идет разделение на компоненты.

С помощью колонны ученые исследуют реальные вопросы, возникающие в подобных установках, работающих в химической и нефтяной промышленности. «Спектр просто огромный», — отмечает **Александр Павленко**.

Большая работа крохотных частиц

Когда-то академик Кутателадзе предложил модель критического теплового потока. Этот поток ограничивает высокоэффективный энергообмен при кипении, а оно, как указывает кандидат физико-математических наук **Антон Сергеевич Суртаев**, является наиболее пригодным способом отвода тепла от нагретой поверхности и поэтому ис-

пользуется, например, в атомных электростанциях, в том числе и для охлаждения. Сейчас стоит очень актуальная задача, связанная с необходимостью расширить сдерживающие рамки, за которыми один режим переходит в другой, менее эффективный, но разрушительный, что приводит к деструкции нагревательных модулей. «Как оказалось, модель Кутателадзе может не работать в некоторых условиях, например, когда мы используем наномодифицированные поверхности», — отмечает **Антон Суртаев**.

По его словам, такую особенность выяснили практически случайно: в жидкость добавили наночастицы, начали ее кипятить, и в итоге вышло, что критический тепловой поток на нагревателях существенно увеличился. «Оказалось, наночастицы осаждаются на поверхности, тем самым формируя нанопористый слой, что приводит к увеличению нужного показателя в два раза. Следовательно, мы можем изменить конструкцию теплообменников элементов и работать совершенно в других режимах охлаждения», — объясняет молодой ученый. Сейчас, как он подчеркивает, очень мало информации о том, как работает модификация мельчайшими частицами, кроме того, исследован лишь один класс жидкостей — вода.

«Если обобщить весь блок наших работ, то, исследуя коэффициенты теплоотдачи и критические тепловые потоки, мы способны создавать более компактные и производительные устройства, обеспечивающие существенно большую передачу тепла. Это все очень важно для создания высокоэффективных приборов и аппаратов, их перечень огромен: тут и атомная, и двигательная, и теплонасосная техника», — говорит в заключение **Александр Павленко**.

Екатерина Пустолякова



С.С. Кутателадзе жил в эпоху перемен, научных и социальных революций, рассвета и заката советского периода России.

В связи с реформой средней школы 1930 года, состоявшей в закрытии всех классов после восьмого, Самсон Семенович поступил в Ленинградский политехнический техникум и окончил его в 1932 году. Вскоре он стал групповым инженером, а по сути — начальником большого отдела в Центральном котлотурбинном институте, так как большинство ведущих профессоров были репрессированы по делу Промпартии. В 1939 году он издал свою первую книгу, в которой появились критерии изменения агрегатного состояния вещества, носящий теперь его имя.

Отец С.С. Кутателадзе — дворянин, участвовавший в Первой мировой войне, в 1937 году был арестован и вскоре умер в лагере под Новосибирском. Реабилитирован в 1953 году. Он оставил семью, когда сыну не было и шести лет, и Самсон Семенович его недолюбливал, но очень любил своих грузинских теток, которые жили в Хони, в старинном семейном доме, где мы с ним вместе часто бывали в советские времена.

Самсон Семенович жил в Ленинграде вместе с матерью Александрой Владимировной, акушеркой, урожденной Бельневой. Он очень любил мать и ее сестер — своих теток, которые также жили в Ленинграде. Теток отца — моих

СУДЬБА И ПАМЯТЬ

18 июля исполняется 100 лет со дня рождения Самсона Семеновича Кутателадзе — выдающегося физика, основателя одной из ведущих научных школ по теплофизике и гидродинамике, одного из создателей Института теплофизики СО РАН, названного в его честь. Яркая судьба Самсона Семеновича, полная триумфов и трагедий, — в воспоминаниях его сына.

бабушек — любили все в нашей семье. Они перенесли блокаду и помогли выжить мою сестру, родившуюся в 1939 году. Мать Самсона Семеновича вскоре после войны скончалась, но ее фото висели и висят у нас дома в Петербурге и Новосибирске по сей день.

В январе 1941 года Самсон Семенович был призван в Красную армию, так как не имел отсрочки из-за отсутствия высшего образования, и провел всю войну на Северном фронте в Мурманске. В одном из первых десантов добровольцев морской пехоты в 1941 году он получил ранение — пуля застряла рядом с бедренным суставом и оказалась неизвлекаемой (с ней он и похоронен), и до середины 1950-х годов он ходил с палочкой.

После ранения в Мурманске С.С. Кутателадзе занимался хозяйственными делами. Ему довелось участвовать и в изгнании нацистов из Норвегии. Из-за ранения у Самсона Семеновича оставалось время на самообразование, и он изучал высшую математику по довольно случайным учебникам, попавшим ему в руки.

В 1947 году он поступил в Ленинградский заочный индустриальный институт, который окончил в 1950 году. К этому времени он уже был автором нескольких книг и всемирно известным ученым, но отсутствие степени мешало работе. Ученой степени без защиты бюрократы и ретрограды ему не присваивали, более того, не допускали к защите из-за отсутствия диплома о высшем образовании. Интересно, что уже тогда его критерий использовался в преподавании, и Самсона Семеновича часто спрашивали — не сын ли он того самого Кутателадзе.

Сразу же в 1950 году он защитил кандидатскую диссертацию объемом в 38 страниц, хотя оппоненты и настаивали

на присуждении за нее степени доктора технических наук. Пришлось писать еще одну диссертацию, и доктором Самсон Семенович стал в 1952 году. В 1959 году научные завистники организовали официальную многостороннюю травлю С.С. Кутателадзе, обвиняя его в идеализме и подобных грехах. М.А. Лаврентьев узнал об этом и пригласил его в Сибирское отделение Академии наук — в разгар острой борьбы Самсона Семеновича за свои научные взгляды.

Участие в Великой Отечественной войне и проектирование Института теплофизики С.С. Кутателадзе считал самыми главными событиями своей жизни. Сибирский период Самсона Семеновича хорошо известен в нашей стране и за рубежом. Его заслуги были отмечены звездой Героя Социалистического Труда — инициаторами награждения выступили военные министерства СССР.

В октябре 2013 года, вскоре после своего 90-летия, скончался замечательный друг Самсона Семеновича — Новак Зубер, выдающийся профессор UCLA — Калифорнийского университета Лос-Анжелеса — одного из лучших университетов по всем модным сейчас рейтингам высшей школы. Зубер был одним из пионеров теории двухфазных потоков и теплопередачи, сотрудничавший с Комиссией США по атомной энергии и возглавлявший долгое время работы по защите охлаждающих систем ядерных реакторов. Первый перевод книги С.С. Кутателадзе «Теплопередача при конденсации и кипении», в 1952 году опубликованной на русском, на английский язык (фактически, это была его докторская диссертация), осуществлен Комиссией по атомной энергии США в 1959 году. Профессор Зубер посетил Россию и Академгородок еще в 1969 году, и с тех пор

был тесно связан как с Самсоном Семеновичем, так и с Институтом теплофизики. В 2000 году Зубер издал специальный том международного журнала Fluid Mechanics Research, посвященный памяти С.С. Кутателадзе. Вот отрывки из его мемориальной вводной статьи:

«Исключительный вклад профессора Кутателадзе в механику жидкости и теплопередачу хорошо известны в западном мире. Менее известны, однако, его ранние работы и профессиональные достижения 1930-х годов — эпохи стремительной индустриализации в Советском Союзе... Борьба и разочарования, сопутствующие возмужанию, были еще впереди.

Фактически, именно борьба профессора Кутателадзе против застенелой бюрократии 1950-х годов привлекла наше внимание к его работам по критическим тепловым потокам.

Ядовитая критика, направленная против профессора Кутателадзе доктором Г. Кружилиным и другими, отражала умственную инерцию бюрократической системы, противодействовавшей любым переменам или инновациям. Возможно, эти эпизоды были буревестниками экономической и технологической стагнации, проявившей себя через несколько десятилетий. Переезд профессора Кутателадзе в Академгородок позволил дистанцироваться от Москвы и бюрократических преследований и продолжить свои исследования в безупречно чистой обстановке... Вкус профессора Кутателадзе к элегантности и простоте раскрывается в его анализе и экспериментах...».

Самсон Семенович умер довольно рано — 20 марта 1986 года, но успел многое. Как и Зубер, он принадлежит к числу победителей нацизма. С.С. Кутателадзе и его ученики, сотрудники и последователи немало сделали для мировой науки, и, что менее известно, для создания современного атомно-ракетного оборонного потенциала нашей страны.

Несколько учеников Самсона Семеновича стали академиками, двое из них — лауреаты премии «Глобальная энергия». Успешно развивается Институт теплофизики СО РАН, носящий много лет его имя. Такую память сотворил о себе Самсон Семенович...

С. Кутателадзе