

К 100-летию со дня рождения С.С. Кутателадзе

Жизнь, отданная науке

А.Н. Павленко

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск

E-mail: pavl@itp.nsc.ru

18 июля 2014 г. исполнится 100 лет со дня рождения выдающегося ученого, Героя Социалистического Труда, академика Самсона Семеновича Кутателадзе. Он внес неоценимо большой вклад в развитие науки о теплопереносе. С личностью Самсона Семеновича неразрывно связана история развития теплофизики.

Всемирно известный ученый-теплофизик С.С. Кутателадзе родился под Петроградом в местечке, которое относилось к Финляндскому княжеству дореволюционной России. Его предки родились и жили в западной Грузии в селении под Кутаиси. Отец его из дворян (или грузинских князей), был студентом Петроградского университета, потом офицером (репрессирован в 1937 г., погиб в лагере под Новосибирском). Он оставил семью, когда Самсону было четыре года. Мать, Александра Владимировна, происходила из мещан, работала акушеркой. У Самсона была сестра, которая умерла в детстве. В 1922 году мать с сыном переехали в Петроград.

После окончания восьми классов средней школы он год работал подручным слесаря на заводе «Химгаз». В 1931 году поступил на второй курс двухгодичного Ленинградского энерготехникума при областном теплотехническом институте (ЛОТИ), который позже был переименован в Центральный котлотурбинный институт им. И.И. Ползунова (ЦКТИ). Одновременно он работал практикантом, там же и началась его научная деятельность. Он вспоминал: «... Домой возвращался иногда почти с рассветом, потому что, когда в лаборатории разгорался спор, ее никто не покидал, пока не приходили к единому мнению. Старшему из нас было 24 года. Мы начали разрабатывать теорию теплообмена при изменении агрегатного состояния. Через год я написал свою первую книгу...». Самсон был одним из организаторов молодежного научно-технического кружка, затем комсомольской бригады для научных исследований.





Ленинград. Самсон Кутателадзе — школьник (1924 г.).

В 1933 году он осуществил первое комплексное моделирование теплового режима подземных трубопроводов горячей воды на мелкомасштабных моделях. Это была актуальная физико-техническая проблема, связанная с бурным строительством в стране крупных теплофикационных систем. Затем в 1935 году им была представлена модель свободного турбулентного течения у твердой поверхности с введением понятий о вязком подслое с собственным значением числа Рейнольдса и струйном течении во внешней области потока.

Широкую известность молодому Самсону Семеновичу принесли работы по тепло- и массообмену при фазовых переходах. В 1936 году им впервые были сформулированы условия термодинамического подобия при фазовых переходах, введен соответствующий критерий подобия таких процессов K :

$$K = r / (C_p \Delta T),$$

где r — удельная теплота фазового превращения, C_p — удельная теплоемкость при постоянном давлении, а ΔT — разность температур. Позже этому критерию было присвоено имя Кутателадзе.

В 1938 году на заседании научного совета в Физико-техническом отделе ЦКТИ руководитель комсомольской бригады Самсон Кутателадзе в 24 года сделал доклад о сводной работе по теплообмену при изменении агрегатного состояния вещества. Эта работа была рекомендована к опубликованию в виде книги. Книга, в которой были изложены результаты экспериментальных исследований теплообмена при конденсации, кипении, затвердевании, барботаже и новая методология обобщения опытных данных, вышла в 1939 году под названием «Основы теории теплопередачи при изменении агрегатного состояния вещества». Это была первая в мире монография на эту тему. Эта работа, как и многие другие работы Самсона Семеновича, ознаменовала настоящий прорыв в мировой науке — ничего подобного в ней тогда не было. Здесь ярко проявилась замечательная особенность С.С. Кутателадзе как исследователя, умение предвидеть потребности науки и практики завтрашнего дня, гениальная способность выбрать такое направление исследований, которое сегодня мало кого интересует, но от которого завтра может зависеть научно-производственный потенциал государства. В период 1938–1940 гг. по предложению Самсона Семеновича на Кировском заводе в Ленинграде были созданы крупные стенды для нужд отечественного турбостроения.

В 1939 году С.С. Кутателадзе женился на сотруднице ЦКТИ Л.С. Шумской. Когда в семье родилась дочь, ее назвали Елизаветой, в честь умершей сестры Самсона. Великая Отечественная война прервала научную деятельность С.С. Кутателадзе. С января 1941 по август 1945 года Самсон Семенович находился в рядах Советской Армии на Северном фронте. Он участвовал в боях и был ранен. В июле 1942 года его жена и дочь были эвакуированы в Подольск. Мать осталась в блокадном Ленинграде и скончалась в 1944 г. (ей было 56 лет).

Из писем С.С. Кутателадзе жене с фронта: «Моя дорогая Лидочка!... Случилась маленькая неприятность — я во время атаки был ранен в бедро и лежу сейчас в госпитале. Рана пустяковая и скоро пройдет. Проверку боем я прошел и нервы оказались хорошими, так что все в порядке... Город Ленинград спокойно и твердо кует победу. Да, нас ленинградцев, никакие фашисты взять не могут. Лидочка, представляешь, как мы с тобой встретимся, когда окончится война, у меня от счастья голова кружится при мысли об этом. А там займемся наукой. Очень я по ней соскучился. Привет всем, в том числе и ЦКТИ...» (письмо от 30 июля 1941 г.); «... Изумительны наши успехи на юге. Катастрофа для немцев, о которой говорил Сталин, приближается к ним очень близко. Радостно сознавать, что вера в правое дело, которая нас все эти годы поддерживала, полностью оправдалась. Увидишь, Лидочка, что из этой войны мы выйдем неизмеримо сильнее и богаче, чем когда вступили в нее...» (письмо от 13 июня 1944 г.); «... Кажется, после войны мне придется снова начать учить физику, может быть, я успею еще что-то сделать для науки... Нет, ты не думай, что я жалею об отсутствии у меня всяких дипломов и ученых степеней. Это вещи, которые делают жизнь, конечно, комфортабельней. Но я ведь знаю себе цену. Может быть, из меня не вышло такого ученого, каким я думал стать, но все же кое-чему я научился ведь...» (письмо от 27 июля 1944 г.).



Самсон Кутателадзе — старший техник-лейтенант (1945 г.).

После окончания войны Самсону Семеновичу было предложено остаться на службе в Армии, но он решил вернуться в науку и возвратился на работу в физико-технический отдел ЦКТИ. В 1945 году в семье родился сын, которого по грузинской традиции назвали в честь деда — Семеном. Теперь Семен Самсонович Кутателадзе доктор физико-математических наук, профессор, известный ученый в области функционального анализа, работает в Институте математики им. С.Л. Соболева СО РАН.

С.С. Кутателадзе поступает в Ленинградский заочный индустриальный институт для получения высшего образования, хотя у него уже были опубликованы монография и более 20 статей. Из воспоминаний его сына: «Отец пошел сдавать курс «Теплопередача» в институте, а читали этот курс по его книге (тогда еще пособию). Преподаватель, взяв зачетку перед выдачей билета, спросил: «Вы сын Кутателадзе?», на что папа ответил: «Нет, я сам!». Преподаватель оказался понятливым. И спрашивать больше ничего не стал — тем экзамен и закончился».

Один из его коллег по работе, сотрудник ЦКТИ С.И. Мочан вспоминает: «...Я не вхожу в многочисленную плеяду учеников С.С., мы шли по разным путям-дорогам. Но мне на всю жизнь запомнился этот создатель нового в науке, всегда рвущийся вперед, так и пронесший через всю жизнь юношеский задор, в полном смысле слова творец науки».

С 1946 года С.С. Кутателадзе начал систематическое изучение жидкометаллических теплоносителей, используемых в атомной энергетике. Этот цикл исследований позволил ему впоследствии принять активное участие в написании первой отечественной монографии по жидкометаллическим теплоносителям (она появилась в 1958 году и неоднократно переиздавалась).

Были также продолжены исследования термодинамики газожидкостных систем, и в 1949 году Самсон Семенович получил принципиальные результаты, завершившиеся созданием гидродинамической теории кризисов кипения. Очень понятная и простая аналогия между оттеснением жидкости от пористой поверхности за счет вдува газа и оттеснением жидкости паром от поверхности нагрева при кипении жидкости, предложенная

С.С. Кутателадзе, позволила ему получить методами анализа размерностей единственный критерий подобия, включающий критическую плотность теплового потока и ряд других параметров, определяющих кризис кипения:

$$k = q_{\text{кр1}} / \left[r \sqrt[3]{\rho''} \sqrt[4]{\sigma g (\rho' - \rho'')} \right],$$

где $q_{\text{кр1}}$ — первая критическая плотность теплового потока, ρ' — плотность жидкости, ρ'' — плотность пара, σ — поверхностное натяжение, g — ускорение свободного падения. По экспериментальным данным $k = 0,13-0,16$.

Гидродинамическая теория кризисов кипения сразу же получила международное признание и считается одним из выдающихся вкладов отечественной науки в теорию теплообмена. В 1949 г. вышла книга Самсона Семеновича «Теплопередача при конденсации и кипении», а в 1952 г. — ее второе расширенное издание. Атомная комиссия США организовала перевод последнего издания. Даже сейчас, спустя более чем полвека, можно поражаться глубине проводимого автором анализа, широте, научной и практической актуальности рассматриваемых в данных книгах вопросов.

В 1950 году, сразу же после окончания института, С.С. Кутателадзе защищает на Ученом совете ЦКТИ кандидатскую диссертацию на тему «Изменение режима кипения жидкости при свободной конвекции». В 1952 году в Московском энергетическом институте — докторскую диссертацию на тему «Конвективный теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества». В 1954 году он становится профессором.

Самсоном Семеновичем был предложен критерий устойчивости режимов течения газожидкостных систем Ku , который играет важнейшую роль при описании целого ряда процессов со взаимодействием газа и жидкости. Использование этого критерия позволило ему получить, например, зависимости для расчета условий захлебывания при движении встречных потоков жидкости и газа, которые находят широчайшее применение в инженерных расчетах. Развивая основы гидродинамической устойчивости режимов течения газожидкостных смесей, в 1958 году он вместе с академиком М.А. Стыриковичем написал монографию «Гидравлика газожидкостных систем», обобщившую исследования того времени. В 1959 году им вместе с В.М. Боришанским был издан первый в мире справочник по теплопередаче, оказавший большое влияние на уровень технического проектирования в СССР, затем он был издан в США, Англии и других странах.

В конце 50-х годов важное место в работе С.С. Кутателадзе заняли исследования пристенной турбулентности. Этот период начинается его переходом на работу в Сибирское отделение АН СССР. Правительством СССР было принято решение о создании комплекса новых институтов в Сибири. Самсон Семенович получил приглашение от АН СССР занять пост заместителя директора создаваемого Института теплофизики в Новосибирске. В 1959 году им была высказана идея об асимптотических свойствах турбулентного пограничного слоя при числе Рейнольдса, стремящемся к бесконечности. Среди теорий турбулентного пограничного слоя развитая им асимптотическая теория отличалась новизной подхода к проблеме. Введение относительных законов трения и теплообмена оказалось исключительно плодотворной идеей и имело ряд преимуществ по сравнению с так называемым методом «определяющей температуры». С.С. Кутателадзе показал, что для области бесконечных чисел Рейнольдса существует простой предельный закон трения, зависящий только от температурного фактора ψ , равного отношению абсолютных температур стенки $T_{\text{ст}}$ и потока T_0 :

$$c_f / c_{f0} = St / St_0 = \left(\frac{2}{\sqrt{\psi} + 1} \right)^2.$$

На этой основе впоследствии была создана асимптотическая теория пограничного слоя Кутателадзе–Леонтьева. С использованием этой теории были описаны теплообмен и трение для широкого класса задач для проницаемой поверхности, сжимаемых потоков

и т. д. Обнаружение существования конечного относительного коэффициента трения при неограниченном возрастании числа Рейнольдса имело плодотворное продолжение в разработке методов расчета турбулентных пограничных слоев при сложных граничных условиях. Этим вопросам посвящены две монографии, написанные им совместно с А.И. Леонтьевым.

После избрания Самсона Семеновича директором Института теплофизики СО АН СССР в 1964 году особенно ярко проявился его талант как организатора науки. Деятельностью С.С. Кутателадзе определено развитие в Институте комплексных исследований по теплообмену при фазовых превращениях, гидродинамике и тепломассообмену многофазных течений, динамике разреженного газа, радиационно-кондуктивному теплообмену, становлению прикладных направлений по созданию новых энергетических установок. В этот период в Институте создается мощная экспериментальная база, включающая крупные установки: фреоновые и криогенные стенды для исследования кипения и конденсации в различных гидродинамических условиях, комплекс стендов с электродиффузионной диагностикой двухфазных и однофазных течений, стенд по волновой механике двухфазных сред, комплекс стендов по изучению методов снижения гидравлического сопротивления при движении аппаратов в жидких средах, большая тепловая сверхзвуковая труба, стенды по горению и газовым завесам, комплекс вакуумных газодинамических установок — «генератор молекулярных пучков», «Вика» и «Викинг» — с электронно-пучковыми методами диагностики, комплекс оборудования по созданию униполярных машин со сверхпроводящими магнитами и другие. И сегодня этот комплекс крупномасштабных установок, оснащенных современными экспериментальными методиками измерений, дает возможность динамично развиваться институту в новых условиях, активно участвовать в реализации крупных научно-исследовательских и прикладных программ и вносить заметный вклад в мировую науку. Основываясь на своей собственной практике, могу смело утверждать, что опыт, полученный сотрудниками нашей лаборатории (части бывшей большой лаборатории Самсона Семеновича) по созданию крупных фреоновых и криогенных установок и исследованию тепломассообмена на них, оказался очень важным для успешного долгосрочного научно-технического сотрудничества института с крупнейшей американской фирмой криогенного машиностроения «Эйр Продактс энд Кэмикэлс, Инк», совместных исследований с солидной немецкой химической компанией «БАСФ СЕ» в области дистилляции. Дистилляция (еще один вид процесса с фазовыми превращениями) — сегодня наиболее востребованная, эффективная, экономичная с точки зрения энергозатрат технология получения чистых веществ из многокомпонентных смесей. Созданная сотрудниками лаборатории в лихие 90-е за рекордно короткие сроки уникальная крупномасштабная экспериментальная установка «Большая фреоновая колонна» для проведения научных исследований в данной области (по сути, промышленная модель) сегодня не имеет аналогов в мире. Она предназначена для комплексных исследований тепломассообмена при течении многофазных потоков в сложных канальных системах с широким перечнем используемых методик для измерения распределений локальных параметров жидкой и паровой фаз, направленных, в частности, на разработку способов интенсификации процессов разделения смесей жидкостей при дистилляции на структурированных насадках.

Из воспоминаний академика А.К. Реброва: «... Известная широта научных интересов С.С. Кутателадзе, да еще стремление к исследованиям процессов в экстремальных ситуациях сыграли свою роль. И спокойно в институте уживались под одной крышей и плазма, и жидкий гелий, и гигапаскали, и микропаскали, и все мыслимые фазовые состояния вместе с кластерами, и скорости от состояния покоя до гиперзвуковых скоростей». Самсон Семенович создавал институт как мультидисциплинарный, который бы был способен комплексно решать многообразные запросы индустрии в области энергетики,



С.С. Кутателадзе и М.А. Лаврентьев (1974 г.).

химической и криогенной промышленности, космической техники, транспорта, со стороны оборонных предприятий.

На фоне бурного развития в СССР большой энергетики внимание ученых в конце 50-х годов стала привлекать проблема широкого использования теплоты, имевшей сравнительно низкий температурный потенциал. Поэтому по инициативе М.А. Лаврентьева и С.С. Кутателадзе в начале 60-х в Институте теплофизики СО АН СССР были

начаты исследования по комплексным научно-техническим проблемам энергетического использования низкотемпературной теплоты геотермальных и других источников. Под руководством и при непосредственном участии Самсона Семеновича на Камчатке были построены первые в стране крупный парниково-тепличный комбинат на геотермальных источниках и экспериментальная геотермальная теплоэлектростанция с фреоновым турбогенератором. Жизнь показывает, что разработки в области низкотемпературной энергетики, выполненные под руководством С.С. Кутателадзе и продолженные его учениками, находят в наши дни весьма широкое применение. В заключительном выступлении на церемонии вручения в 2007 г. Международной энергетической премии «Глобальная энергия» ученику Самсона Семеновича академику РАН В.Е. Накорякову, профессорам Дж. Хьюитту и Т. Сигфуссону Президент РФ В.В. Путин отметил: «... Вы знаете, мы все сталкиваемся с определенными проблемами сегодня... И значительная часть этих проблем лежит в сфере энергетики. Потому что одним из главных глобальных вызовов является то, что невозобновляемые источники энергии сокращаются, потребность в энергии возрастает, а неаккуратное использование — скажу очень мягко — традиционных источников энергии при возрастающем потреблении приводит к тяжелым и часто необратимым последствиям в сфере экологии. Чем эффективнее будет продвижение в сфере науки, технологий по освоению возобновляемых источников энергии, по энергосбережению, по переходу на новые, альтернативные виды топлива, чем эффективнее будет эта работа, тем больше шансов у человечества не только развиваться и обеспечить достойную жизнь миллионов людей на планете, но и сохранить саму планету...». Сегодня благодаря исследованиям и разработкам последователей С.С. Кутателадзе в ИТ СО РАН достигнуты значительные результаты в области энергосбережения, в частности, по созданию современной теплонасосной техники на основе бромисто-литиевых и компрессионных фреоновых машин. В 1970 году по инициативе Самсона Семеновича и под его непосредственным руководством были созданы СКБ «Энергохиммаш» Министерства нефтяного и химического машиностроения СССР и Сибирский филиал НПО «Техэнергохимпром» Министерства по производству минеральных удобрений СССР, сыгравшие значительную роль в продвижении достижений института в промышленность.

В 1968 году С.С. Кутателадзе был избран членом-корреспондентом, а в 1979 году — действительным членом Академии наук СССР. Более 60 его учеников и непосредственных сотрудников стали кандидатами, более 30 — докторами наук, некоторые из них членами Академии наук — академики А.И. Леонтьев, В.Е. Накоряков, А.К. Ребров, Э.П. Волчков и член-корреспонденты РАН С.В. Алексеенко, А.Н. Павленко.

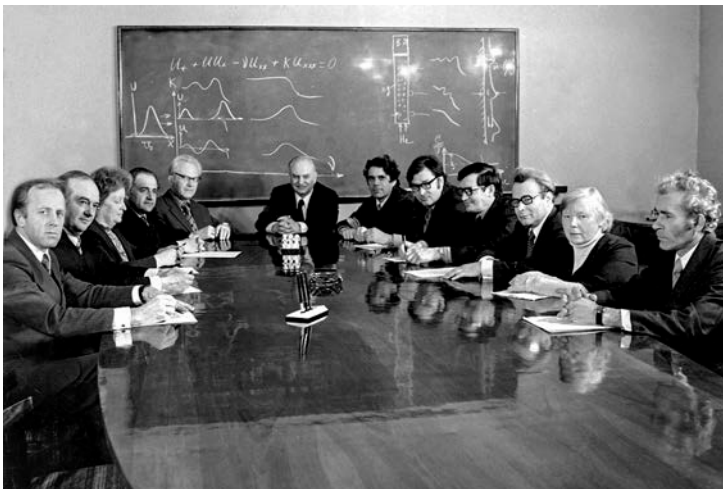
Лыжные прогулки по окрестностям Академгородка. Будущие академики С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьев (слева) и профессор А.Г. Хабахпашев (в центре).



С конца 70-х годов для научной деятельности Самсона Семеновича было характерно создание крупных обобщающих работ, среди которых особое место занимают монографии «Основы теории теплообмена» (переиздавалась 5 раз), «Анализ подобия в теплофизике» (1982) и «Анализ подобия и физические модели» (1986).

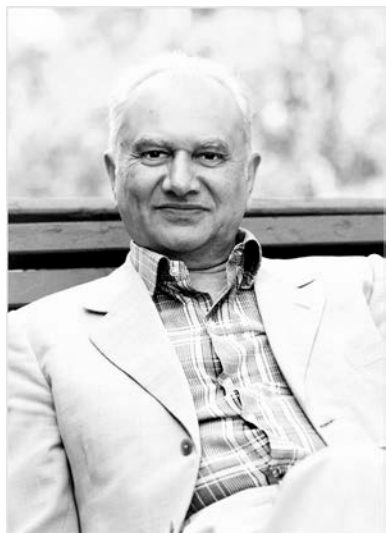
Обобщение работ школы С.С. Кутателадзе в области термогидродинамики двухфазных потоков представлено в широко известной монографии «Тепломассообмен и волны в газожидкостных средах» (1984), написанной совместно с В.Е. Накоряковым. В последнее время, будучи больным, Самсон Семенович увлеченно работал над справочным пособием «Теплопередача и гидродинамическое сопротивление», вышедшим уже после его смерти. Всего С.С. Кутателадзе написано 20 монографий и почти 300 статей. Самсон Семенович — основатель одной из ведущих мировых научных школ теплофизиков и гидродинамиков, прекрасно сочетавший научную и педагогическую деятельность. В 1962 году он становится профессором, а затем — заведующим кафедрой теплофизики Новосибирского государственного университета.

В первые годы деятельности института Самсоном Семеновичем были организованы Сибирский теплофизический семинар (первый состоялся в 1966 г.) и семинар теплофизических кафедр Сибири, которые регулярно действуют уже многие годы и стали общепризнанными научными форумами. Очередной XXXI Сибирский теплофизический семинар, который пройдет 17–19 ноября 2014 г., будет посвящен 100-летию со дня рождения академика С.С. Кутателадзе. Следующая Национальная конференция по теплообмену РНКТ-6, которая состоится 27–31 октября 2014 г. в Москве, также планирует включить в Программу целый ряд мероприятий, связанных с данным знаменательным событием.



Заседание Ученого совета института (1983 г.).

Слева направо: А.К. Ребров, Н.А. Рубцов, Е.М. Хабахпашева, Б.П. Миронов, М.Ф. Жуков, С.С. Кутателадзе, В.П. Чеботаев, В.Е. Накоряков, А.П. Бурдуков, М.А. Гольдштик, В.Н. Москвичева, В.К. Шитов.



Любимое место отдыха Самсона Семеновича —
на скамейке у родного института.

Чем дальше уходит время, тем более масштабно и ярче предстает перед нами образ Самсона Семеновича. К сожалению, формат статьи не позволяет сколько-нибудь доступно и развернуто описать даже основные научные достижения ученого. Выше были указаны лишь его несколько важнейших результатов, являющихся выдающимся вкладом в мировую науку в области теплообмена при фазовых превращениях, конвективного теплопереноса и гидродинамики газожидкостных систем. Основные труды С.С. Кутателадзе и основные публикации о нем приведены в списке литературы настоящей статьи. Обширную информацию читатель может получить из источника «Материалы Интернета о жизни и деятельности С.С. Кутателадзе», воспользовавшись ссылкой:

<http://www.prometeus.nsc.ru/science/schools/kutatel/about/jubil70a.ssi>.

По высказыванию бывшего Президента Международного комитета по тепломассообмену Лауреата Международной энергетической премии «Глобальная Энергия» Джеффри Хьюитта «Академик Кутателадзе был, без сомнения, человеком, занимавшим выдающееся положение в своей области. Он был одним из тех, кого повстречав, невозможно забыть, и кого после нас все еще будут помнить и будут высоко ценить его выдающийся и неповторимый вклад в науку и технику».

Хотелось бы и автору статьи поделиться своими собственными воспоминаниями и впечатлениями об этом великом человеке и ученом. Исследованиями я стал заниматься еще во время учебы на физическом факультете Новосибирского государственного университета, когда проходил дипломную практику в лаборатории теплообмена при фазовых превращениях Института теплофизики, которой руководил С.С. Кутателадзе. Моя дипломная работа была посвящена исследованию динамики распространения широких пучков второго звука (тепловых волн) в сверхтекучем гелии. Так случилось, что после окончания университета в 1981 г., будучи распределенным в аспирантуру в институт, но, еще не начав работу, я лишился научного руководителя в связи с его переходом в другую организацию. В отделе аспирантуры и стажировки на мой вопрос, что делать в такой ситуации, мне ответили, что можно обратиться к заведующему кафедрой, которую возглавлял директор института С.С. Кутателадзе. Не имея от волнения, я обратился в приемной к референту, могу ли я поговорить с Самсоном Семеновичем. Выяснив причину моего прихода, референт ответил, что директору не до того, он очень занят. К счастью, дверь в кабинет Самсона Семеновича была открыта. Он вышел и спросил, в чем проблема. После чего пригласил к себе в кабинет, усадил в кресло, попросил секретаря принести кофе.



“Теплофизика — это то, чем я занимаюсь... . Растивающий паровой пузырь в процессе кипения также неисчерпаем как и атом!”.

Трудно поверить, но наша беседа продолжалась почти два часа. Он поделился воспоминаниями о своем приходе в науку, о молодежной научной бригаде в ЦКТИ, лидером которой он был. Рассказал о военных годах, становлении отечественной теплофизики и энергетики, о тех исследованиях, которые им проводятся теперь в области теплообмена при кипении. В кабинете стоял чайник, на примере работы которого Самсон Семенович описал огромное многообразие физических проблем в теплообмене при кипении, по его мнению, до сих пор нерешенных, но очень интересных. Иногда по ходу рассказа он задавал мне вопросы, добавляя, что надо многому научиться, получить разнообразный опыт, прежде чем получить что-то значимое в науке. Подытожив беседу, он сказал, что работать я буду теперь в одной из групп его лаборатории, где создается крупномасштабный гелиевый контур для изучения теплообмена и гидродинамики при кипении криогенных жидкостей в условиях вынужденного течения в каналах большого размера. Таким, как на фото выше, я запомнил учителя после памятной беседы, определившей направление моих первых исследований.

Громадная и очень сложная установка только начала создаваться в лаборатории — приходилось заниматься в основном инженерной работой, а зачастую выполнять операции и грузчика и помощника сварщика. Было горячее желание что-то побыстрее исследовать, самому, тем более, что надо было периодически проходить аттестацию как стажеру-исследователю. В этот период появилась возможность работать на именуемом в лаборатории оптическом криостате и параллельно исследовать критические явления при кипении криогенных жидкостей в условиях нестационарного тепловыделения при свободной конвекции. Актуальность проблемы состояла в том, что в энергетических аппаратах, системах термостабилизации (например, в сверхпроводящих устройствах) тепловая нагрузка может значительно изменяться во времени, часто имеет импульсный, скачкообразный характер. В экспериментальных исследованиях кипения органических жидкостей учеными из Ленинграда Б.С. Фокиным и В.М. Боришанским впервые было показано, что при скачкообразных «набросах» тепловыделения величина критического теплового потока может существенно уменьшаться по сравнению с квазистационарными условиями. Наши исследования, проводимые с использованием гелия и азота, показали, что величина критического теплового потока прямым образом зависит от характеристик вскипания жидкости, определяемых предысторией или параметрами периодичности тепловыделения, темпом нарастания тепловой нагрузки.

Для меня была весьма памятной и значимой и другая встреча с Самсон Семеновичем. Это было как раз в разгар проведения указанных выше экспериментов. Создание гелиевого контура с собственной установкой по получению жидкого гелия шло медленно из-за огромного количества технических проблем, сложности стенда. Отвлечение от этих работ, мягко скажем, не приветствовалось. В один из вечеров в лабораторию, когда уже никого из сотрудников не было, зашел Самсон Семенович с незнакомым мне человеком. У меня в оптическом криостате все красиво вскипало при периодических импульсных набросах тепла, возникали очаги пленочного кипения при наступлении кризиса, а рядом на столе лежал график, демонстрировавший первые результаты сравнения расчетов для критического теплового потока при нестационарном тепловыделении, полученных на основе только что предложенной нами модели, с опытными данными. Самсон Семенович попросил рассказать об этих опытах. Пришедшим вместе с ним посетителем оказался, как я понял несколько позже, председатель СО РАН академик Валентин Афанасьевич Коптюг. Выслушав, они отметили, что модель ясная и понятная, а изучаемые явления очень интересны как по физике процессов, так и с точки зрения решения практических задач, и в завершение встречи пожелали успехов в их изучении. Такая оценка, конечно же, воодушевила меня и дала возможность более уверенно и активно продолжить эти исследования.

В то время не было надежной теории для этих явлений. Наша модель описания кризиса кипения при нестационарном тепловыделении, разработка которой была завершена в 1989 году, сегодня наиболее полная и законченная, а полученные на ее основе расчеты успешно используются для самых разных жидкостей в широком диапазоне

изменения режимных параметров и характеристик тепловыделяющей стенки. В рамках разработанной модели наконец-то удалось объяснить аномальные результаты опытов с водой и гелием, показывавшие, что в отличие от всех других жидкостей снижения величины критического теплового потока при нестационарном тепловыделении для них не происходит во всем диапазоне изменения приведенного давления. Мне очень дорого, что в 1988 году за работу по изучению кризисных явлений при кипении в условиях нестационарного тепловыделения и динамики смены режимов кипения я, как молодой ученый, был удостоен премии имени С.С. Кутателадзе СО РАН.

Помимо упомянутых выше исследований тепломассообмена при дистилляции в сложных регулярных системах, в лаборатории сегодня продолжается дальнейшее изучение теплообмена, переходных процессов и кризисных явлений при кипении и испарении при различных во времени законах тепловыделения. Повышение энергоэффективности оборудования (например, в атомной энергетике, ракетной технике, системах охлаждения современных суперкомпьютеров, аппаратах со сверхпроводящими системами) напрямую связано с проблемами его устойчивой и безопасной работы. Широко известны масштабы последствий техногенных аварий, связанных с недооценкой этих факторов, например, на Чернобыльской и Фукусимской АЭС, Саяно-Шушенской ГЭС. Практическое значение результатов исследований лаборатории связано, в частности, с определением границ оптимальных и аварийных режимов работы различных типов теплообменников с высокой и нестационарной теплонапряженностью. Результаты этих исследований необходимы для разработки и оптимизации современных высокоэффективных малоинерционных испарителей, теплообменников (в криогенной, холодильной и теплонасосной технике, пищевой промышленности), специальных отборников в измерительном оборудовании, в медицинском и химическом приборостроении. В лаборатории создан комплекс экспериментальных установок по изучению нестационарного теплообмена при фазовых превращениях в различных гидродинамических условиях: при свободной конвекции жидкости, вынужденной конвекции теплоносителя, пленочных течениях. Одно из направлений исследований связано с детальным изучением самоподдерживающихся фронтов испарения в сильно перегретой жидкости — чрезвычайно интересного для физики кипения явления. Их развитие, минуя стадию пузырькового кипения, приводит к быстрому распространению кризисной зоны теплообмена и, как следствие, сгоранию теплообменной поверхности или аварийному росту давления в канальных системах теплообменников. Исследование этих процессов было инициировано Самсоном Семеновичем с его учениками еще в начале 70-х. Результаты наших последних исследований показали, что в наножидкостях в режимах высокоинтенсивного испарения скорость распространения самоподдерживающихся фронтов вскипания жидкости может сильно увеличиваться. Значительное изменение интенсивности теплообмена в наножидкостях достигается именно при фазовых превращениях (в режимах кипения и испарения). Для интенсификации процессов, повышения критических потоков, в том числе в нестационарных по тепловыделению условиях, мы проводим исследования с использованием микро- и наноструктурированных покрытий на тепловыделяющих поверхностях. Такие структуры могут оказывать сильное влияние на растекание жидкости по поверхности, волновые характеристики стекающей пленки, параметры вскипания. В последние годы мы инициировали в лаборатории исследования развития теплообмена, кризисного распада в стекающих пленках насыщенной и недогретой жидкостей при нестационарном тепловыделении, детально изучаем процессы повторного смачивания сильно перегретых поверхностей. Дополнительный импульс к бурному росту, расширению данных исследований во всем мире дают быстрое развитие новых экспериментальных методов измерения характеристик быстротекающих неравновесных процессов, компьютерной техники, сильноточной электроники, успехи нанотехнологий.

Возвращаясь к урокам моего учителя С.С. Кутателадзе, хотелось бы привести его высказывание при посещении ЦКТИ в 1985 г.: «...Авторитет любого коллектива — величина изменяющаяся. Новые институты создаются тогда, когда в этом есть объективная потребность общества, и создаются они видными, авторитетными учеными или специалистами, например, институты Капицы, Курчатова, фирмы Королева. Такие коллективы занимают свои ниши и быстро набирают авторитет...». И еще из высказываний С.С. Кутателадзе: «В науке мало желания отдать, нужно еще желание других взять ...». Думаю, что Самсон Семенович был счастлив видеть востребованность своих многочисленных идей и блестящих научных достижений в промышленности и энергетике.

Сегодня мы с большой тревогой наблюдаем за состоянием отечественной экономики, развитием наукоемкой промышленности. После того как были разрушены отраслевая наука, КБ и НИИ при крупных заводах, внедренческие функции планируют переложить на академические учреждения и университеты. Имея 20-летний опыт научно-практического сотрудничества с зарубежной компанией криогенного машиностроения, я хорошо знаю, как много средств, усилий и времени вкладывают ведущие фирмы в создание новых поколений оборудования и технологий, без этого они будут обречены в острой конкурентной борьбе. «На коленке» и в быстрые сроки (чего обычно от нас требуют) новый самолет или завод не построить. Нужны сто раз продуманные, прошедшие экспертизу и утвержденные на всех уровнях госзаказы, со всей необходимой цепочкой исполнителей (включая Российскую академию наук) и распределения ответственности между ними. Быть лидерами во всех направлениях невозможно. Нужно иметь несколько «локомотивов», которые позволят вытащить нашу экономику из системного кризиса. Необходима концентрация средств и усилий в технологической сфере с жесткой ответственностью по выделенным, «выигрышным» направлениям, доставшимся нам в наследство из прошлого страны. Если мы этого не сделаем, наши инновационные разработки, на которые заметно увеличилось государственное финансирование, будут, как и раньше, оставаться лишь на этапе «созревания», в виде «первичного научного сырья и идей» утекать за рубеж. И нам опять придется на средства госбюджета поддерживать заграничного производителя. Грантовая система финансирования научных исследований, насаждаемая гонка за научными показателями в виде всевозможных ПРНД (показатель результативности научной деятельности), индексов Хирша, — все это, конечно, хорошо. Но они больше подходят для фундаментальных исследований. Отчетливо наметившийся в последние годы крен в грантовую форму организации научных исследований без конкретных и долгосрочных запросов со стороны отечественной индустрии весьма чреват необоснованной распыленностью бюджетных средств, неэффективным их использованием. Ярким примером здесь является хорошо известная практика формирования и реализации в последние годы федеральных целевых программ (ФЦП). Усилий научных сотрудников, времени и бумаги на получение таких грантов в рамках ФЦП и на зарабатывание средств тратится много, а реальная польза отечеству по результатам их выполнения крайне низка. Сейчас, правда, при формировании новых правил для проектов, выполняемых коллективами ученых в рамках ФЦП, чиновники лучше поняли, что нужна более четко ориентированная и подтвержденная связь с индустриальными партнерами. Однако продуманных и прозрачных мер государственного стимулирования отечественных индустриальных партнеров для эффективной обратной связи с научными организациями, по моему мнению, пока нет. Сегодня в свете осуществляемых реформ в отечественной науке должна быть существенно усилена экспертная деятельность РАН. Необходимо активнее привлекать коллективы ученых высшей квалификации к оценке значимости для отечественной экономики наиболее перспективных технологий, к анализу и обоснованному выбору крупных научно-технических проектов, реализация результатов выполнения которых в индустрии в долгосрочной перспективе наиболее оправдана и обоснована с учетом современных условий. Существующая практика рейтинговой оценки и отбора чиновниками предлагаемых учеными научно-технических проектов с использованием только формальных



Герой Социалистического Труда
академик С.С. Кутателадзе (1984 г.).

показателей без экспертизы профильными специалистами имеет массу очевидных недостатков.

С.С. Кутателадзе фанатически был влюблен в свою науку, она была основой его подвижнической жизни. Огромное трудолюбие, целеустремленность и широта научных взглядов позволили ему сделать блестящую карьеру: пройти путь от рядового техника до всемирно известного академика. Работать с Самсоном Семеновичем, как отмечали многие его соратники и коллеги, было непросто. По воспоминаниям его соратника И.Г. Маленкова, «требовательный к себе, отдававший все свое время любимому делу, он ждал того же и от других. Симуляция деятельности, поверхностное отношение к удостоверению научных фактов влекли за собой неизбежный и сокрушительный разнос. Обладая огромной эрудицией и способностью быстро связывать разрозненные факты в их совокупность, он раздраженно воспринимал нашу «недальновидность» или даже «тупость». Однако с чувством юмора умел, не обижая, указать на допущенный «ляп» в гипотетических построениях или вычислениях и разъяснить ошибку. Это его качество благотворно действовало не только на начинающих, но и на сотрудников с опытом и авторитетом. Он умел определить необходимую дистанцию между собой и каждым сотрудником, никого не отталкивая и не выделяя особо. Исключением была только научная молодежь. Ей он уделял большое внимание, выискивая, пестуя и поощряя «подающих надежды», видя в них будущее института».



Участники семинара «Кризисы теплообмена при кипении» в Новосибирске, посвященного памяти С.С. Кутателадзе (1989 г.). В первом ряду супруга Самсона Семеновича — Лидия Степановна.

Один из последних учеников С.С. Кутателадзе, а ныне главный научный сотрудник института д. ф-м. н. Е.А. Чиннов вспоминает: «Мне посчастливилось работать под руководством Самсона Семеновича со времени учебы в Новосибирском государственном университете. Преддипломную практику я проходил в его лаборатории. Будучи директором Института теплофизики, он находил время для работы со студентами, многократно обсуждал со мной задачи и результаты моего исследования. Несмотря на свою загруженность, для трех студентов его лаборатории он прочитал специальный курс лекций по теплообмену при кипении. Часто выступал перед молодежью института. Запомнилась его мысль о том, как важно осознавать себя патриотом и гражданином Великой страны. В начале 1980-х годов на это обращали мало внимания, но сейчас по настоящему приходит осознание глубины этой мысли».

Большие научные и трудовые заслуги талантливого исследователя, организатора науки, фигуры поистине исторического значения, отмечены многочисленными правительственными наградами, ему присуждены Государственные премии СССР и РСФСР, премия имени И.И. Ползунова АН СССР, международная медаль имени М. Джекоба. Он стал одним из немногих в стране ученых, работавших в данной области науки, кому было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Сейчас Институт теплофизики СО РАН, улица рядом с ним, премия для молодых ученых СО РАН в области теплофизики, гидрогазодинамики и энергетики носят имя С.С. Кутателадзе.

Я признателен судьбе за то, что могу называть себя учеником научной школы, созданной С.С. Кутателадзе — замечательным человеком, прошедшим яркий жизненный путь, одним из выдающихся ученых нашего времени.

Основные труды Самсона Семеновича Кутателадзе:

1. Основы теории теплопередачи при изменении агрегатного состояния вещества. Л.: Машгиз, 1939. 136 с.
2. Теплопередача при конденсации и кипении. М.;Л.: Машгиз, 1949. 164 с.; 2-е изд. доп. и перераб. М.: Машгиз, 1952. 231 с.
3. Основы теории теплообмена: учебное пособие. Л., 1954. 391 с.
4. Основы теории теплообмена. 2-изд. доп. и перер. М.;Л.: Машгиз, 1957. 383 с.; 3, 4, 5-е изд. доп. и перераб. М.;Л.: Машгиз, 1962-1979. 450 с.
5. Гидравлика газо-жидкостных систем. М.;Л.: Госэнергоиздат, 1958. 232 с. (совм. с М.А. Стыриковичем).
6. Жидкометаллические теплоносители. М.: Атомиздат, 1958. 205 с.; 2, 3-е изд. доп. и перераб. М.: Атомиздат, 1967, 1976. 328 с. (совм. с В.М. Боришанским, И.И. Новиковым, О.С. Федыным).
7. Справочник по теплопередаче. М.;Л.: Госэнергоиздат, 1959. 414 с. (совм. с В.М. Боришанским).
8. Моделирование теплоэнергетического оборудования. М.;Л.: Энергия, 1966. 350 с. (совм. с Д.Н. Ляховским, В.А. Пермяковым).
9. Турбулентный пограничный слой сжимаемого газа. Новосибирск: Изд. СО АН СССР, 1962. 180 с. (совм. с А.И. Леонтьевым).
10. Тепло- и массообмен и трение в турбулентном пограничном слое. М.: Энергия, 1972. 340 с.; 2-е изд. перераб. М.: Энергоатомиздат, 1975. 320 с. (совм. с А.И. Леонтьевым).
11. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука, 1973. 227 с.
12. Гидродинамика газожидкостных систем. 2-е изд., перер. и доп. М.: Энергия, 1976. 296 с. (совм. с М.А. Стыриковичем).
13. Основы теории теплообмена. 5-е изд., доп. М.: Атомиздат, 1979. 414 с.
14. Анализ подобия в теплофизике. Новосибирск: Наука, 1982. 280 с.
15. Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах. Новосибирск: Наука, 1984. 301 с. (совм. с В.Е. Накоряковым).
16. Теплофизика — наука и инженерное искусство // В сб. науч. тр. “Современные проблемы теории теплообмена и физической гидродинамики”. Новосибирск: Наука, 1984. С. 7–14.
17. Избранные труды. Новосибирск: Наука, 1989. 428 с.
18. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.

Основные публикации о Самсоне Семеновиче Кутателадзе:

1. Лыков А.В., Забродский С.С., Смольский Б.М., Чудковский А.Ф. Самсон Семенович Кутателадзе. К 50-летию со дня рождения // Инж.-физ. журн. 1964. Т. 7, № 7. С. 121–122.
2. Самсон Семенович Кутателадзе (К 60-летию со дня рождения) // Теплоэнергетика. 1974. № 10. С. 95.

3. Эккерт Э.Р.Г. Самсону Семеновичу по случаю дня его рождения // Проблемы теплофизики и физической гидродинамики: сб. статей, посвящ. 60-летию С.С. Кутателадзе. Новосибирск, 1974. С. 10.
4. Предисловие (К 60-летию со дня рождения) // Проблемы теплофизики и физической гидродинамики: сб. статей, посвящ. 60-летию С.С. Кутателадзе. Новосибирск, 1974. С. 4–9.
5. Перечень основных трудов С.С. Кутателадзе / сост. Усина Л.Ф. // Проблемы теплофизики и физической гидродинамики: сб. статей, посвящ. 60-летию С.С. Кутателадзе. Новосибирск, 1974. С. 329–339.
6. Новое пополнение Академии наук СССР // Вест. АН СССР. 1979. № 7. С. 102–139.
7. Khabakhpasheva E.M. Kutateladze S.S. on the occasion of his sixty-fifth anniversary // Intern. J. Heat Mass Transfer 1979. Vol. 22, No. 12. P. 1591–1592.
8. Академик Самсон Семенович Кутателадзе // Атомная энергия. 1984. Т. 57, № 1. С. 64–65.
9. Самсон Семенович Кутателадзе (К 70-летию со дня рождения) // Инж.-физ. журн. 1984. Т. 47, № 2. С. 341–343.
10. Накоряков В.Е. “Что отдашь — тебе придёт...” // Наука в Сибири. 1986. № 15. С. 2–3.
11. Кутателадзе С.С. Библиографический указатель трудов (к 80-летию со дня рождения). Новосибирск, 1994. 126 с.
12. Академик Самсон Семенович Кутателадзе. Воспоминания. Из неопубликованных работ. СПб.: АОИТ «НПО ЦКТИ». 1996.
13. Академик С.С. Кутателадзе // Избр. тр. Новосибирск: Ин-т теплофизики им. С.С. Кутателадзе. 2004. 146 с.
14. К 90-летию со дня рождения Самсона Семеновича Кутателадзе // Теплофизика и аэромеханика. 2004. Т. 11, № 3. С. 497–498.
15. Леонтьев А.И. О забываемом Самсоне Семеновиче Кутателадзе // Теплофизика и аэромеханика. 2007. Т. 14, № 1. С. 13–22.
16. Кириллов П.Л. Самсон Семенович Кутателадзе (очерк жизни и деятельности). К 95-летию со дня рождения / Гос. науч. центр РФ Физ.-энергет. ин-та им. А.И. Лейпунского. Обнинск, 2009. 24 с.

Статья поступила в редакцию 21 апреля 2014 г.