

*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 тепломассопереносе. 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  $\Delta T$  — 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:

$$k = q_{кр1} / \left[ r^2 \sqrt{\rho''} \sqrt[4]{\sigma g (\rho' - \rho'')} \right],$$

где  $q_{кр1}$  — первая критическая плотность теплового потока,  $\rho'$  — плотность жидкости,  $\rho''$  — плотность пара,  $\sigma$  — 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. Стириковым 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  $\psi$ , равного отношению абсолютных температур стенки  $T_{ст}$  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