

Материалы к биографиям ученых и инженеров

ГЕОРГИЙ ФЕДОРОВИЧ КНОРРЕ (1891—1962)

М. А. СТЫРИКОВИЧ, В. И. ХВОСТОВ

Первые шаги на инженерном поприще заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Георгия Федоровича Кнорре, — выдающегося ученого-теплотехника, создателя нового научного направления в исследовании процессов горения, организатора науки, педагога, автора многих научных трудов в области теории горения и котельно-топочной техники, совпали с началом осуществления плана ГОЭЛРО. Инженерная и педагогическая деятельность Г. Ф. Кнорре началась в 1921 г., по окончании Петроградского технологического института.

В 20-е годы возникают первые научно-исследовательские и проектные организации, положившие начало исследованию и разработке котельно-топочного оборудования, ведется подготовка кадров для теплоэнергетической промышленности. Вначале под руководством своего учителя профессора В. Н. Шретера, а затем и самостоятельно, во главе группы специалистов, Г. Ф. Кнорре проводит обследования, испытания и наладки котельных, паросиловых, сушильных и других теплотехнических установок на предприятиях Ленинграда и Ленинградской области. Он возглавляет лучшие в то время курсы инструкторов, выпускники которых направлялись в разные районы страны для подготовки квалифицированных кочегаров. Г. Ф. Кнорре также создает приборы для теплотехнических испытаний, разрабатывает методику этих испытаний, пишет ряд учебных пособий. В эти годы формируются его основные научные интересы.

В 1927 г. ученого направляют в Германию для ознакомления с достижениями современной паротехники и с постановкой обучения в высших учебных заведениях. По возвращении он назначается главным инженером Бюро теплотехнических испытаний — организации, которая вскоре стала ядром Центрального котлотурбинного института (ЦКТИ), ведущего научно-исследовательского учреждения в области теплоэнергетики. Здесь вокруг Г. Ф. Кнорре складывается большой научный коллектив, многие члены которого в последующие годы сами стали основателями научно-технических школ в Москве, Ленинграде и других городах страны. Широкую известность в научных и инженерных кругах приобретают имена учеников, а в дальнейшем — коллег Г. Ф. Кнорре по ЦКТИ: докторов наук И. И. Палеева, М. А. Наджарова, В. В. Померанцева, А. М. Гурвича, Л. А. Вулса и многих других выдающихся ученых и инженеров. Г. Ф. Кнорре возглавляет физико-технические лаборатории в Ленинградском химико-технологическом и Ленинградском политехническом институтах и ЦКТИ. С 1932 г. эти лаборатории образуют Лабораторию физической огнетехники.

Работы лаборатории положили начало новому научному направлению — глубокому исследованию сложнейшего механизма горения природных топлив, механизма, состоящего из ряда взаимосвязанных, отдельных этапов, каждый из которых представляет собой сложный комплекс физико-химических процессов. Раньше только некоторые из этих этапов изучались в отдельности, притом в условиях, далеких от реальных.

Научно-исследовательскую работу Г. Ф. Кнорре всегда сочетал с работой педагогической, считая эти сферы деятельности неразрывно связанными и дополняющими одна другую. В 1928 г. он избирается доцентом, а в 1930 г. — профессором теплотехники в Ленинградском химико-технологическом и теплофизики в Ленинградском по-

литехническом институте и назначается заведующим этих кафедр. В 1938 г. ему присуждают ученую степень доктора технических наук.

В годы Великой Отечественной войны Г. Ф. Кнорре заведует кафедрой в Куйбышевском индустриальном институте. Именно в эти годы получает инженерное решение циклонный способ сжигания твердого топлива, идея которого была высказана Г. Ф. Кнорре еще в 30-е годы.

С 1944 г. начался московский период жизни и деятельности Г. Ф. Кнорре. Он становится заведующим кафедрой котельных установок в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана, где после более чем десятилетнего перерыва возобновляется подготовка инженеров-котлостроителей. В тяжелых условиях военного времени Г. Ф. Кнорре создает сплоченный коллектив преподавателей и сотрудников, налаживает учебный процесс, организует учебную и исследовательскую лабораторию. Кафедра Кнорре завязала тесные контакты с ведущими научно-исследовательскими организациями и родственными вузами — МО ЦКТИ — Московским отделением Центрального котлотурбинного института, ВТИ — Всесоюзным теплотехническим институтом, МЭИ — Московским энергетическим институтом, ЦИАМ — Центральным институтом авиационного моторостроения.

За период с 1948 по 1962 г. кафедрой было подготовлено свыше 240 высококвалифицированных специалистов по котельной и топочной технике для заводов, исследовательских организаций, предприятий атомной энергетики.

Параллельно с работой в ЖВТУ Г. Ф. Кнорре ведёт исследования в МО ЦКТИ.

С 1950 г. и до своих последних дней Г. Ф. Кнорре возглавлял исследования циклонного принципа сжигания топлив. С 1958 г. эти исследования проводятся в созданной им новой Лаборатории циклонных огневых процессов МВТУ.

Многогранная деятельность Г. Ф. Кнорре была творческой, самобытной, а пути решения им научных проблем — оригинальными. Он стремился — и умел — передать свои идеи и знания ученикам. Многие труды Г. Ф. Кнорре написаны в соавторстве с коллегами и учениками — он считал такие совместные работы действенной формой воспитания молодых ученых.

Первыми печатными трудами Г. Ф. Кнорре (помимо статей и отчетов по результатам научных исследований) были пособия по эксплуатации, испытаниям и расчетам котельных установок [1]¹. Уже в 1933 г. начинается издание задуманной им серии учебников по топочной и котельной технике [2, 3, 4, 5], в которых был отражен самый передовой опыт в этой отрасли техники. В послевоенный период выходит монография «Топочные процессы» [6], в которой обобщены опыт автора и современные воззрения на развитие процессов сжигания топлива в топках различных типов. Смерть помешала Г. Ф. Кнорре осуществить замысел последних лет — издать монографию в 3-х частях: «Теория топочных процессов», «Технология топочных процессов» и «Конструкция топочных устройств». Была издана лишь первая из этих книг, работу над которой уже после смерти Г. Ф. Кнорре завершили его коллеги и ученики [7].

В научной деятельности Г. Ф. Кнорре выделяются три основные направления. Первое — разработка новых методов огнетехнических измерений, получивших широкое применение в практике экспериментальных исследований. В 1924—1926 гг. ученым были начаты работы по анализу продуктов горения. Результатом этих работ стало создание ряда оригинальных промышленных и лабораторных приборов для контроля и исследования процессов горения по составу топочных газов. Наряду с этим Г. Ф. Кнорре развил методы расчета характеристик процесса горения по результатам анализа продуктов сгорания, получил выражения для расчета этих характеристик. Распространив эту методику на случай не-воздушных окислителей, Г. Ф. Кнорре, совместно с А. П. Ваничевым, предложил ряд обобщенных формул газового анализа, по-

¹ В приведенный список литературы вошли лишь немногие из работ Г. Ф. Кнорре — только упоминаемые в тексте статьи. Это либо этапные труды, отражающие направление его деятельности в различные периоды жизни, либо работы, в которых наиболее полно представлены итоги его многогранной деятельности. К сожалению, не представляется возможным перечислить здесь и его музыкальные, прозаические и поэтические произведения.

зволнивших эффективно исследовать процессы горения не только в котельных топках, но и в камерах сгорания газотурбинных, реактивных и ракетных двигателей. Основные итоги работ в области газового анализа обобщены в руководстве [8], издававшемся в 1927, 1933 и 1947 гг.

Второе основное направление научной деятельности Г. Ф. Кнорре связано с исследованием свойств и поведения реальных топлив в практических условиях топочных процессов — от слоевых котельных топок до камер сгорания реактивных двигателей. Применявшиеся ранее сугубо эмпирические методы исследования топок сводились по существу, лишь к усовершенствованию методики итоговых балансовых испытаний существующих топочных устройств при работе их на конкретных видах топлива. Работы Г. Ф. Кнорре и его школы знаменовали собой решительный поворот к новому методу, согласно которому основой исследования реального процесса становится раскрытие его внутреннего физического механизма, а для анализа отдельных элементов сложнейшего явления горения натурального топлива в реальном топочном устройстве применяются фундаментальные физико-химические закономерности.

Примерно в тот же период (20-е — 30-е годы) другие исследователи начинают работы по формированию основ теории горения главного компонента натуральных топлив — «чистого» углерода на базе применения законов диффузии и химической кинетики. Это были широко известные впоследствии работы Д. А. Франка-Каменецкого, Я. Б. Зельдовича, А. С. Предводителя и других. Результаты этих работ сыграли большую роль в развитии теории гетерогенного горения углерода. Однако в реальных топочных процессах горение углерода является лишь завершающей стадией горения частиц натурального топлива, — стадией, в высшей степени осложненной всей физико-химической предысторией процесса. Работы Г. Ф. Кнорре и его школы положили начало тому новому направлению в теплотехнике, которое, по предложению Г. Ф. Кнорре, получило название «физика горения» или «физическая огнетехника».

Работы по изучению топочных процессов были начаты в конце 20-х годов при исследовании слоевых торфяных топок и затем активно велись в Лаборатории физической огнетехники. Проводились наблюдения над поведением натуральных топлив в обстановке типичных топочных процессов (слоевых, факельных и др.), изучались фундаментальные теплофизические и теплохимические явления (аэродинамика, массообмен и теплообмен, кинетика термического разложения, смесеобразование и окисление), составляющие сложный суммарный процесс горения. Существенным элементом исследования стала проверка технических выводов на полупромышленных стендах, позволяющих сделать необходимый шаг от лабораторных установок к промышленным образцам. Наряду с экспериментальными работами, Г. Ф. Кнорре развивает новые представления о механизме горения газообразных, жидких и твердых топлив. В основе этих представлений лежит подразделение суммарного процесса сгорания на ряд последовательных стадий смесеобразования, термического разложения, газификации, вторичного смесеобразования и окончательного окисления, а также рассмотрение микроявлений, происходящих вблизи поверхности топливных частиц, включая сложные физико-химические процессы диффузии, расщепления и перестройки молекул топлива и окисления при изменяющихся температурных режимах. Результаты исследований в данном направлении вошли составной частью в некоторые его работы [6, 9].

Наиболее результативным направлением научной деятельности Г. Ф. Кнорре стало изыскание путей интенсификации топочных процессов. Главными целями работ в этой области было раскрытие схемы протекания топочного процесса, выявление наиболее медленных, тормозящих его стадий и форсирование процесса, повышение его экономичности и эффективности. Первые успехи на этих направлениях были достигнуты Г. Ф. Кнорре уже в начальный период его деятельности. При обследовании торфяных топок Шатурской электростанции в 1929—1930 гг. ученый впервые применил разработанную им методику изучения процесса выгорания слоя топлива с помощью анализа газов над слоем и позонного измерения расхода воздуха. Дополнив результаты натурных испытаний подробными стендовыми исследованиями в Лаборатории физической огнетехники, Г. Ф. Кнорре создал теорию работы слоевых топок с поперечным движением потоков топлива и воздуха.

Последний период своей жизни — с 1944 по 1962 г. Г. Ф. Кнорре посвятил исследованию и практическому внедрению предложенного им еще в начале 30-х годов

«циклонного» принципа высокофорсированного сжигания топлив. Этот принцип явился логическим развитием идеи целенаправленного использования в топочном процессе вихревых потоков, стихийно возникающих в обычных камерах сгорания. В циклонных топках, благодаря тангенциальному вводу воздуха в обтекаемую цилиндрическую камеру, создается аэродинамическая структура с вихревыми циркуляционными зонами большой интенсивности, обеспечивающими ускоренное прохождение наиболее затяжных стадий газификации топлива, заключительного смесеобразования и дожигания. Это, в свою очередь, позволяет с высокой эффективностью сжигать топливо при минимальных избытках воздуха — в объемах, на порядок меньших, чем при факельном сжигании. Высокий температурный уровень и сильный центробежный эффект обеспечивают улавливание расплавленной золы и высокую степень очистки от нее продуктов сгорания. Первые циклонные топки, в которых были реализованы эти идеи, появились в 40-е годы в СССР и США.

Необычно высокий уровень форсированности циклонных топок, компактность, возможность высокой степени очистки газов от зольного балласта уже в пределах камеры сгорания, потребление предельно малых объемов воздуха сделали их применение в крупной энергетике, газотурбинной технике, а также в ряде технологических производств весьма перспективным. В течение 1945—1950 гг. циклонный принцип применяется для сжигания парусных топлив, не требующих искусственного измельчения: лузги, опилок, фрезерного торфа.

С 1950 г. руководимый Г. Ф. Кнорре коллектив сотрудников МВТУ и МО ЦКТИ впервые в СССР начинает подробные комплексные исследования циклонного сжигания твердых дробленых топлив с жидким шлакоудалением. В Лаборатории циклонных огневых процессов МВТУ последовательно создается ряд оригинальных и сложных экспериментальных установок — от холодных аэродинамических моделей до крупных, полупромышленного масштаба огневых стендов. Было начато изучение аэродинамической структуры циклонного процесса на холодных воздушных моделях, а также поведение частиц твердого топлива в закрученном воздушном потоке, исследовалось влияние горения жидкого и твердого топлива на аэродинамику топки, аэродинамическая и тепловая структура циклонного топочного процесса, теплообмен в циклонной топочной камере. На основании проведенных исследований Г. Ф. Кнорре разработал достоверную схему работы циклонной топки, объясняющую основные особенности циклонного принципа сжигания. Исследованиями на полупромышленных стендах были подтверждены принципы расчета циклонных топок с жидким шлакоудалением, определены требования к топливам и условия их пригодности для сжигания, экспериментально проверены возможности использования циклонного принципа для сжигания высокозольных топлив, получения цементного клинкера, выплавки стали и меди, извлечения редких элементов из золы каменных углей, для форсированного сжигания сернистых жидких топлив с минимальным загрязнением окружающей среды. По результатам этих исследований выпущены сборники трудов и монография [10], защищены 11 кандидатских диссертаций.

Под непосредственным влиянием созданной Г. Ф. Кнорре топочной школы, в ЦКТИ, МО ЦКТИ, в Белоруссии, Казахстане, на Урале, в Грузии развернулись широкие исследования циклонных и высокофорсированных топок.

Г. Ф. Кнорре оставил глубокий след не только в избранной им области инженерной, научной и педагогической деятельности. Он обладал поистине необыкновенной способностью привлекать к себе окружающих — не только силой и оригинальностью научного интеллекта, но и замечательными душевными качествами, широтой духовных интересов, богатой одаренностью в самых различных сферах деятельности. Его отец был крупным инженером, построившим немало мостов на железных дорогах России, мать — одаренная артистическая личность, передала своему сыну способность к музыке. Г. Ф. Кнорре окончил Высшие курсы по скрипке при консерватории, выступал в любительских симфонических оркестрах студентов и преподавателей петроградских вузов. Музыкальное творчество он не оставлял до последних дней своей жизни. В студенческие годы Кнорре выступал перед рабочими аудиториями с лекциями о русских классиках. Любые накопленные им знания не оставались пассивными: рано или поздно они пробуждали в нем творческую деятельность. В недолгие часы досуга после напряженного рабочего дня он пишет стихи и поэмы, с увлечением занимается жи-

вописью, пишет пейзажи и психологические портреты. Некоторые из повестей Г. Ф. Кнорре были напечатаны в дни его молодости.

Г. Ф. Кнорре всегда отдавал много сил и времени общественной работе. В 1934—1937 гг. он — депутат одного из районных Советов Ленинграда. До конца своей жизни он был членом экспертной комиссии ВАК, членом научно-технических советов ряда министерств, выступал по поручению НТО энергетиков с лекциями и докладами в Москве и Ленинграде, Одессе и Алма-Ате.

Самоотверженная и плодотворная деятельность Г. Ф. Кнорре была высоко оценена Родиной. В 1957 году ему присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, он был награжден орденами Ленина и «Знак Почета», медалями.

Литература

1. Кнорре Г. Ф. Контроль и испытание котельных установок. Л., Кубуч, 1934.
2. Кнорре Г. Ф. Курс топочных процессов. Ч. I, М.—Л., 1933.
3. Кнорре Г. Ф. Курс топочных процессов. Ч. II, 1937.
4. Кнорре Г. Ф., Семенов-Девятков И. Д. Курс паровых котлов. Ч. I, М.—Л., 1934.
5. Кнорре Г. Ф., Стырикович М. А., Шутов В. И. Курс паровых котлов. Ч. 2, М.—Л., 1939.
6. Кнорре Г. Ф. Топочные процессы, 1-е изд. М.—Л., 1951, 2-е изд., перераб. и доп. М.—Л., 1959.
7. Кнорре Г. Ф., Арефьев К. М., Блох А. Г. и др. Теория топочных процессов. Под ред. Г. Ф. Кнорре и И. И. Палеева. М.—Л., 1966.
8. Кнорре Г. Ф. Тепловые расчеты по газовому анализу. 1-е изд. Л., 1927.
9. Исследование процессов горения натурального топлива. Под общей ред. проф. Г. Ф. Кнорре. М.—Л., 1948.
10. Циклонные топки. Под общей редакцией Г. Ф. Кнорре и М. А. Наджарова, М.—Л., 1958.

ДОКТОРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ А. ЭЙНШТЕЙНА

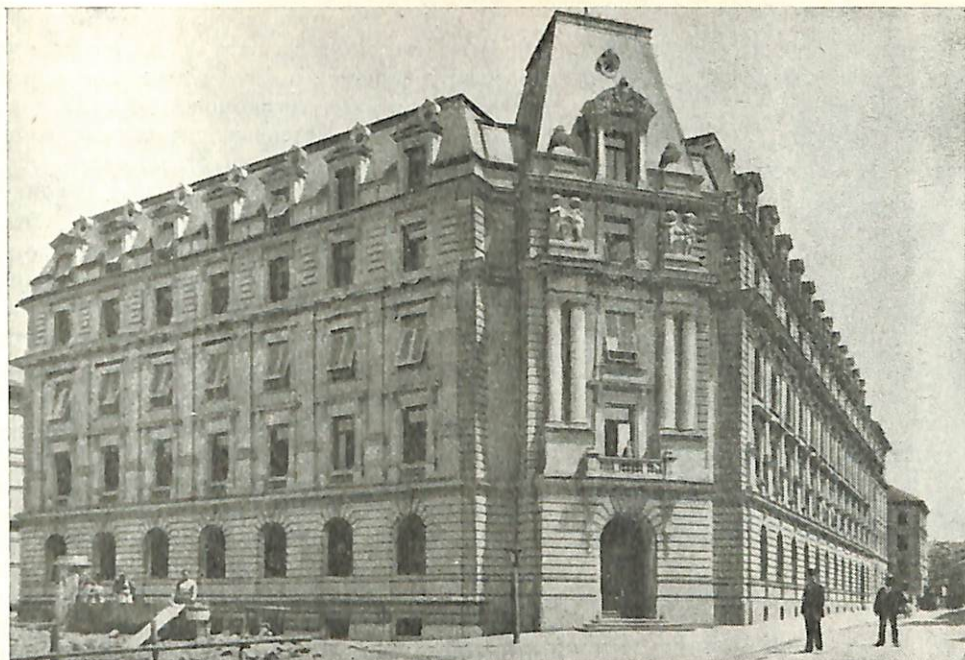
В. Я. ФРЕНКЕЛЬ (Ленинград)

В научной биографии Эйнштейна до сих пор «белым пятном» остается вопрос о мотивах выбора темы его докторской диссертации. В самом деле, в 1905 г. вышли в свет его статьи по световым квантам [1] (17 марта), теории относительности [2] (30 июня), броуновскому движению [3] (11 мая). На этом блестящем фоне исследование «Новое определение размеров молекул» [4] (30 апреля) выглядит более скромным¹. Однако именно эту свою работу Эйнштейн решил представить Цюрихскому университету в качестве докторской диссертации.

Уместно, прежде чем перейти к дальнейшему, напомнить, что примерно четырем годами ранее, 18 декабря 1901 г., в официальном заявлении о приеме на работу, поданном на имя директора Бернского бюро патентов Ф. Галлера, Эйнштейн упоминал о докторской диссертации [5]. По его словам, он собирался эту работу, посвященную кинетической теории газов, в течение самого ближайшего времени представить на философский факультет Цюрихского университета. Несомненно, именно эту работу Эйнштейн имеет в виду, когда пишет (14 апреля 1902 г.) своему другу М. Гроссману о «нескольких прекрасных идеях» [5, с. 51], пришедших ему в голову и относящихся к молекулярной физике, которые он, при удачном стечении обстоятельств, использует для докторской диссертации.

Причины, по которым Эйнштейн решил повременить с защитой, не ясны. Быть может, поступив (23 июня 1902 г.) в Бюро, в котором ему так понравилось и так хорошо работалось, он просто не считал необходимым «подкрепить» свое положение

¹ Указанные даты — время отсылки статей Эйнштейна из Берна в Лейпциг, где издавался журнал «Annalen der Physik», или получения ее в Лейпциге; иногда в конце статьи проставлены обе даты, из которых видно, что путешествие письма из Швейцарии в Германию занимало один день.



Здание Бернского бюро патентов, в котором с 23 июня 1902 г. начал работать Эйнштейн (бюро располагалось на третьем этаже левого крыла здания)

докторским дипломом. А о переходе в какой-либо университет он в 1902 г. еще не помышлял.

Следует сказать, что с докторской диссертацией Эйнштейна связано много вопросов, пока что не получивших однозначных ответов. В их числе естественный вопрос: почему он выбрал в качестве диссертационной работы «Новое определение размеров молекул»? Вряд ли такой выбор определялся временем ее окончания и желанием автора поскорее «отделаться» от диссертации. Как видно из приведенной выше хронологии, этой работе предшествует статья по квантам света [1], а от «броуновской» [3] и «релятивистской» [2] она отделена соответственно 10 днями и двумя месяцами. Да и в известном письме К. Габихту (к сожалению, не датированном) Эйнштейн упоминает все четыре перечисленные свои статьи [6, с. 72].

Нечего говорить о том, что сам Эйнштейн не считал свою «диссертационную» статью наиболее сильной! Может быть, напротив, он полагал, что для возможных оппонентов и их коллег из Цюрихского университета понимание сути других его работ 1905 г. будет слишком трудным? По воспоминаниям сестры Эйнштейна, он получил на это прямое указание, послав статью по теории относительности в Цюрих, где эту статью как диссертационную отвергли, «усмотрев в его работе крайне неуважительное отношение к авторитетам» [6, с. 66]. Документально это не подтверждается, однако есть другие свидетельства, относящиеся к этой работе. Когда рассматривался вопрос о приват-доцентуре на кафедре теоретической физики Бернского университета (1907 г.), Эйнштейн в качестве конкурсной работы, которую необходимо было представить для занятия этой должности, выбрал основополагающую статью по теории относительности [2], которая была поначалу отвергнута на заседании совета философского факультета (история утверждения Эйнштейна приват-доцентом Бернского университета, подкрепленная документами, подробно изложена в книге М. Флюккигера [5, с. 111—121]).

Возвращаясь к работе «Новое определение размеров молекул», вспомним, что и ее сочли трудной — мы увидим это из отзывов оппонентов, причем, разумеется, они не придирались к конскателю².

² Достаточно сказать, что диссертационная статья, как и все работы Эйнштейна по броуновскому движению, была тщательно прокомментирована и разъяснена известным физиком Р. Фюртом, когда эти работы, объединенные под названием «Исследования