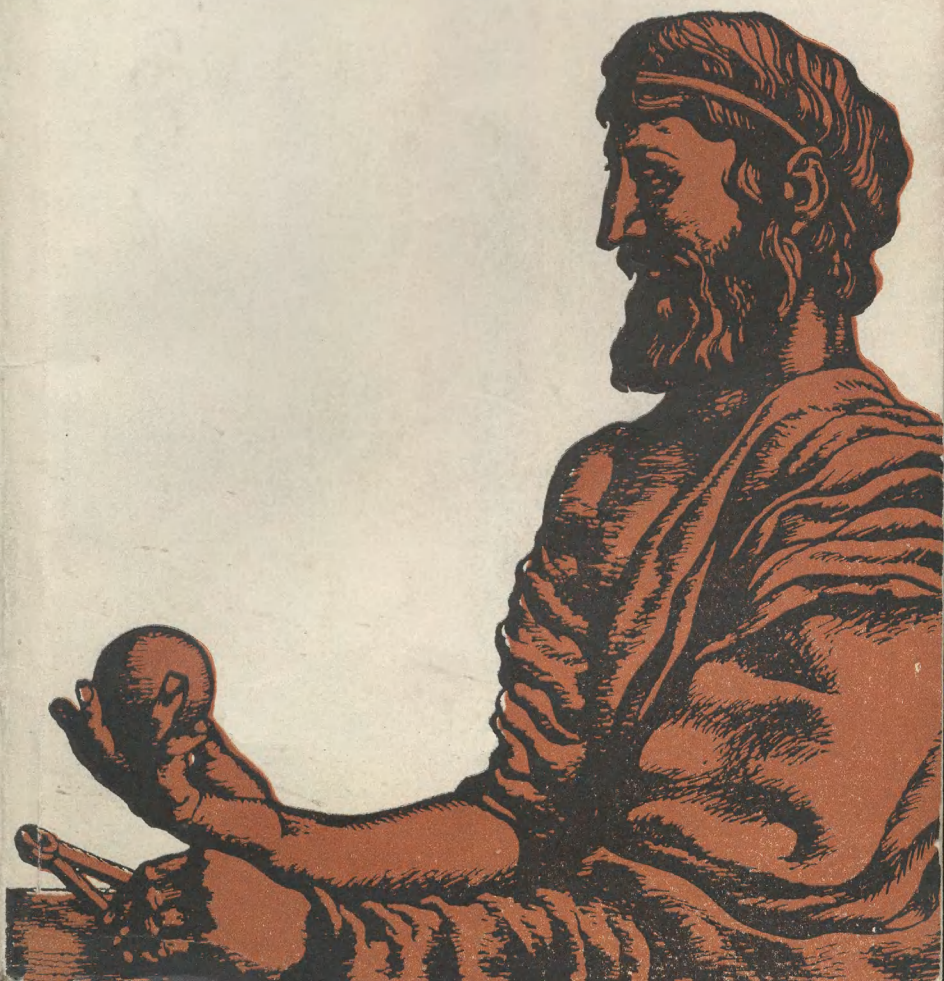


ТВОРЦЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Герман
Смирнов

ПРЕЕМНИКИ АРХИМЕДА



**Издательство
«Знание»
Москва
1973**



КЕЛЬВИН



МЕНДЕЛЕЕВ



ЛУХОВ



ТОМСОН



ДИЗЕЛЬ

ТВОРЦЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

*Герман
Смирнов*

ПРЕЕМНИКИ АРХИМЕДА

Смирнов Герман Владимирович
С50 Преемники Архимеда. М., «Знание», 1973.
128 с. (Серия «Творцы науки и техники»).

«Преемники Архимеда» — так автор книги называет изобретателей-ученых, в творчестве которых отразились заветы великого грека, равно сильного и в абстрактной науке, и в практическом инженерном ремесле.

Книгу очерков о Д. Менделееве, В. Шухове, Э. Томсоне, лорде Кельвине и Р. Дизеле автор строит так, чтобы по прочтении ее читатель получил ясное представление о том, как работает изобретатель-ученый; какую роль играет случай в работе изобретателя-ученого; какие изобретения можно сделать методом проб и ошибок, а какие нельзя. Рассказывая о жизни и творчестве изобретателей-ученых, автор показывает, что как бы мало ни были похожи друг на друга эти люди, их роднит стремление к творчеству, увлеченность своим делом, настойчивое стремление воплощать научные идеи в технически совершенные машины и механизмы.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ученый - изобретатель. Инженер - изобретатель. С большим уважением и гордостью произносим мы это сочетание званий, характеризующее передовых людей науки и техники, ее новаторов. Да, звание «изобретатель» делает честь и ученому, и инженеру. В Советском Союзе трудится одна четвертая часть всех ученых мира и несколько миллионов инженеров всех специальностей. И как бы ни отличались научные исследования от инженерной и изобретательской деятельности, они идут рядом, в одном мощном потоке, обеспечивая научно-технический прогресс.

К сожалению, деятельность ученых-изобретателей мало известна. В научно-популярной и научно-художественной литературе до сих пор больше освещалась судьба талантливых одиночек: изобретателей-самоучек, изобретателей-неспециалистов, посягнувших произвести коренные изменения существующей технологии или конструкций машин.

В очерках Г. Смирнова показано, как основанные на высокой научной эрудиции, на понимании насущных нужд современности и на умелом использовании реальных возможностей рождались и практически осуществлялись великие изобретения крупных ученых-инженеров.

Пять ученых-изобретателей, о которых говорится в книге, многим читателям известны как выдающиеся уче-

ные и одновременно талантливые, умудренные практическим опытом инженеры. С тем большим интересом читаешь повесть об их изобретательской деятельности, об огромной важности их внешне неэффективных изобретений и о поразительном долголетии предложенных ими решений. И еще одно достоинство очерков Г. Смирнова — ему удалось показать, что эти изобретения требовали от изобретателя-ученого не меньшего мужества, вдохновения, упорства и, главное, ответственности, чем сенсационные творения изобретателей-пионеров.

В книге доказательно звучат слова, сказанные гениальным изобретателем Т. Эдисоном: «Очень легко делать удивительные открытия, гораздо труднее усовершенствовать их в такой степени, чтобы они получили практическую ценность».

Обычай упрощенно писать об изобретательстве, опускать анализ трудностей, стоящих на пути реализации технической идеи, нередко порождает среди неспециалистов легкое отношение к суровым требованиям инженерного дела. Есть немало людей, желающих и могущих творить, но не желающих принять на себя трудности внедрения, доведение дела до конца. Собственно, отличительной профессиональной особенностью любого инженера является то, что он должен доводить любое техническое дело до конца, до практической реализации.

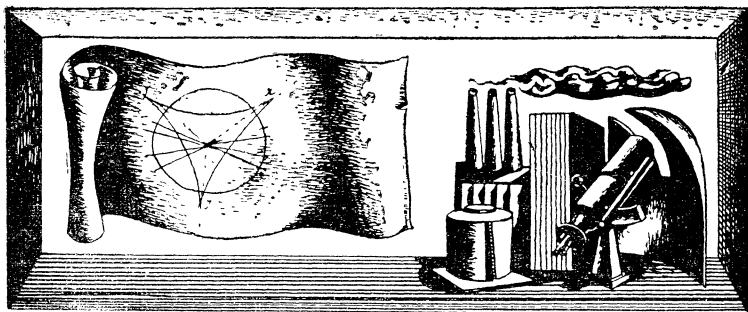
Когда изобретатель знает, что по его чертежу никто ничего делать не будет, он легко вписывает смелые супермощные машины в суперминиатюрные размеры. Но если он знает, что по его документации будут изготавливаться детали и он должен отчитываться конструкциями, тогда возникает понимание всей полноты ответственности. И уже нельзя просто задать размер, а надо указать допуски, просчитать размерную цепь, правильно выбрать материал и семь раз себя проверить... Г. Смирнову удалось интересно и увлекательно рассказать об этой стороне творчества изобретателей-ученых.

В очерках о русских изобретателях-ученых — Д. Менделееве и В. Шухове — автор выделяет уникальные особенности нашей отечественной технической школы, всегда отличавшейся тем, что инженерные решения строились не на базе голой эмпирики или догадки, а на основе научного математического анализа поставленной задачи и изучения ее общих закономерностей.

Наше время — время колоссальных комплексных проектов. Развитие современной промышленности сталкивается с неизмеримо более сложными задачами, чем те, которые доблестно решали инженеры прошлого века. Но и теперь поучителен и вызывает восхищение инженерный гений, блестяще воплощенный в творчестве такого замечательного инженера — ученого и изобретателя, как В. Шухов.

Принципиально новые технические решения не могут быть успешно реализованы в промышленности без глубоких экспериментальных исследований, без тщательной опытной отработки, без постановки изобретательской и конструкторской работы на научную основу. Очерки Г. Смирнова об изобретателях-ученых в этом смысле весьма убедительны. Ибо, как говорил знаменитый Максвелл: «Наука захватывает нас только тогда, когда, заинтересовавшись жизнью великих исследователей, мы начинаем следить за историей развития их открытий».

Н. С и н е в,
профессор, доктор технических наук,
лауреат Ленинской и Государственных
премий



ПРЕЕМНИКИ АРХИМЕДА

Современному человеку, в сознании которого наука и техника неразрывно связаны понятием «научно-технический прогресс», непривычно слышать, что в течение тысячелетий наука высокомерно сторонилась техники. Великие сооружения древности — оросительные системы и каналы Египта, стадионы и гимназиумы Греции, акведуки и дороги Рима — созданы без всякого участия науки. Устремленная к звездам, к изучению магии чисел, к проблемам бытия, эта белоручка чуралась кропотливого земледелия, тяжелого строительства, осушения и орошения земель. «Несвободным рабским искусством» называли технику художники. «Если твой сын неспособен, отдай его в строители», — так советовали, когда хотели уязвить.

Но прежде чем погасло солнце античного мира, в его закатных лучах, как завешание потомкам, сверкнул неповторимый гений, символизирующий союз науки и техники, знания и труда. Это был Архимед. Чуждый высокомерия Платона, негодующего на тех, кто способен от вещей «бестелесных и умопостигаемых» обращаться к вещам телесным и чувственным, Архимед с его ясным и живым умом не разделял объекты и явления природы на «достойные» и «недостойные». Равно сильный в тончайших математических рассуждениях и в делах практиче-

ского инженерного ремесла, он навсегда поразил воображение современников. Он вычислил ныне всем знакомое число π и усовершенствовал водоперекачивающий насос. Он с необыкновенной точностью измерил угловой диаметр солнца и построил грозную боевую машину для уничтожения вражеских кораблей. Он проницательным умом проник в тайну плавания тел и собственноручно изготовил из меди знаменитую «сферу» — прообраз современного планетария, — приводимую в действие водяным двигателем. Таков был Архимед, в руках которого наука и техника впервые превратились из противоположностей в дополнения, впервые явили миру свою мощь, стократно умноженную единением.

Новая наука, рождение которой провозгласил ее «трубач» английский философ-материалист Фрэнсис Бэкон, восприняла заветы великого грека. Она повернулась лицом к природе. Проницательный умственный взор ее великих основоположников увидел под пестрой калейдоскопической маской окружающего мира действие могучих, единых и великих в своей неизменности законов природы. А искусные руки этих мыслителей изготовили небывалые по точности линзы и зеркала, часы и арифмометры, телескопы и микроскопы — классические образцы, на которых учились профессиональные мастера — шлифовальщики, часовщики, механики. И когда промышленность столкнулась с тяжкими, непосильными для нее трудностями, она без колебаний обратилась к чисто технической компетентности мужей науки. К их уникальному технологическому опыту, к их уверенности в мощи научного метода, перед которым не устоит ни одна самая запутанная задача. В тиши университетских лабораторий одна за другой капитулировали проблемы, ставившие в тупик самоуверенных практиков промышленности; то один, то другой ученый, отвлекшись от научных изысканий, удивлял мир изобретением.

Как это часто бывает, никто не уловил момента наступления новой великой эпохи. Эпохи, когда наука начинает пронизывать технику, начинает служить источником рождения изобретений. И вот, много лет спустя, появились гигантские научные лаборатории, обслуживающие нужды промышленности; огромные коллективы ученых, занятых промышленными исследованиями; невиданные прежде профессиональные ученые-изобретатели.

Тогда только хватились: где же начало этой могучей эпохи? Стали припоминать то одно, то другое, и постепенно внимание общества сосредоточилось на одном: на личности ученого-изобретателя.

Как работает ученый-изобретатель? Чем отличается его творение от творения изобретателя-самоучки? Что дает ему методичность, с которой он идет к поставленной цели? Какую роль играет случай, который в творчестве ученого, казалось бы, никакой роли играть не должен? Ответов на эти вопросы не сыскать в нравоучительных книжках с жизнеописаниями великих изобретателей классического типа. В сущности, почти все они работали по одной схеме: осознав задачу, они держали ее в голове до тех пор, пока непостижимым таинственным образом не возникало совершенно готовое решение. Немедленно приступали они к сооружению конструкции и подвергали ее испытанию. Если не получалось, процесс повторялся снова и снова, пока в результате многочисленных проб и ошибок не достигался нужный результат или не лопалось терпение, не иссякали средства или здоровье изобретателя.

Таким классическим методом было сделано немало важных и полезных изобретений, именно так работал и сам Эдисон — рекордсмен изобретательства. Но лишь «преемники Архимеда», т. е. люди, способные научными методами решать практические проблемы техники, ясно показали, в чем сильная и в чем слабая стороны этого метода.

Во-первых, с его помощью можно сделать далеко не всякое изобретение. Он хорош лишь тогда, когда мерило успеха — простая работоспособность нового устройства. Но очень часто бывает так, что работоспособность новой машины не вызывает сомнений, а ее судьба зависит от того, окажется ли она эффективнее других уже существующих машин, выполняющих те же задачи. Например, в том, что паровая турбина работоспособна, никто не сомневался со времен Герона Александрийского. Но понадобилась научная подготовка Парсонса, осознавшего, что паровая турбина, в подметки не годящаяся поршневой машине при малых мощностях, будет выглядеть совсем иначе при переходе на большие мощности. Парсонс сумел даже вычислить, начиная с какой мощности паровая турбина станет выгоднее поршневых машин, и это

важное предвидение определило судьбы всей пароэнергетики в XX веке.

Во-вторых, когда выдохшийся от бесплодных попыток изобретатель отступает от решения задачи, он никогда не уверен, что исчерпал все возможности. И всегда остается отравляющая мысль: а вдруг эксперимент, на котором бросили дело, принес бы успех! а вдруг кто-то другой, не затративши никаких усилий, случайно наткнется на искомое решение!

В-третьих, наконец, где гарантии, что найденное путем проб и ошибок решение — лучшее из всех возможных? Что завтра кто-то не найдет устройства, в десятки раз более эффективного? Эдисон первый записал и воспроизвел звук, но уже через несколько лет широко распространившаяся звукоаппаратура ни одной деталью не походила на классический фонограф, ибо последователи нашли более удачные конструкции и решения.

Итак, изобретения, сделанные методом проб и ошибок, как правило, несут в себе элемент большой новизны и неожиданности. Они вдруг меняют точку зрения на привычные предметы, показывая: то, что считалось невозможным, в принципе осуществимо. Обычно недоработанные конструктивно, они допускают массу радикальных усовершенствований и уже через несколько лет утрачивают даже отдаленное сходство с первоизобретенным образцом. Поле технических решений, перепаханное по методу проб и ошибок, содержит огрехи, поэтому ни один вопрос нельзя считать закрытым окончательно.

Совсем иначе выглядят изобретения «преемников Архимеда». Их творения не обязательно бывают абсолютно новыми, никогда ранее не виданными. Зато появившись в какой-нибудь отрасли техники, они очень скоро вытесняют всех ближайших конкурентов. Грамотно рассчитанные и максимально подогнанные к рабочим условиям, они практически не претерпевают радикальных изменений и десятилетиями сохраняются в том виде, в каком вышли из рук создателя. Чаще всего после них в данной отрасли долго ничего существенно нового изобрести не удастся.

Какова же схема, по которой делаются научные изобретения? Она сложнее, чем классическая. Вместо двух факторов (задание, изобретение) здесь три (задание, наука, изобретение). И внимательное изучение схемы пока-

зывает, что если в классическом варианте есть лишь один многократно повторяемый образ действий, то возможности изобретателей-ученых богаче:

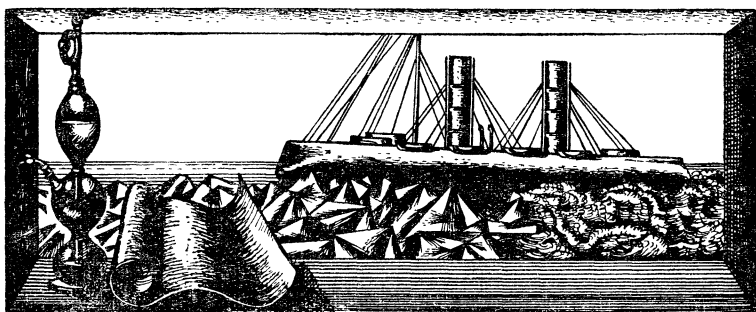
1. Задание — наука — изобретение — в такой последовательности развивается работа ученых, получивших ясное, неизменяющееся в ходе исследований задание. Подвергая задание научному исследованию, ученый приходит в конечном итоге к изобретению. Наиболее яркими представителями ученых-изобретателей, работающих по этой схеме, следует считать Д. Менделеева и В. Шухова.

2. Задание — изобретение — наука — этот путь отчасти напоминает классический. Изобретатель, уяснив задание, сразу же, интуитивно дает готовое изобретение, которое затем анализирует научными методами. Таковы по преимуществу изобретения Э. Томсона.

3. Наука — изобретение — задание — возможен и такой парадоксальный путь. Так делают изобретения ученые, во время лекции или проведения чисто научного эксперимента вдруг ясно увидевшие интересное техническое решение, которому они потом задним числом придумывают полезное применение. Так часто случалось с Кельвином, о котором говорили даже, что он делает изобретения во время своих лекций.

4. Наука — задание — изобретение — случается иногда и так, что пораженный научной идеей человек решает изобрести соответствующее устройство. Но при попытке сформулировать задание, оно уточняется, и в конечном итоге ученый изобретает совсем не то, что собирался. Именно такой редкий случай произошел с Р. Дизелем, задумавшим осуществить двигатель, работающий по циклу Карно, а вместо этого изобретший способ воспламенения топлива от сжатия.

Пять ученых-изобретателей, пять непохожих друг на друга людей, разных национальностей, живших в разных странах, работавших в разных отраслях техники. Всех их объединяет страстная увлеченность своим делом, настойчивое стремление воплощать научные идеи и открытия в технически совершенные машины и механизмы, поднимавшие человечество на новую ступень индустриального развития.



«НАУКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ — ВОТ ТУТ МОИ МЕЧТЫ!»

«Ведь так выскажешься весь в отношении химии — не пора ли будет тогда и покончить с ней? — волновался накануне 1862 года 27-летний русский химик Дмитрий Менделеев. — Не завести ли завод? Такие мысли приходят часто, но часто и гонишь их прочь — не то мое назначение...»

Опасения молодого ученого были напрасными. Спустя несколько лет он украсил химию великим открытием — периодической системой элементов, принесшей ему высшие научные награды, избрание почетным членом свыше ста академий, университетов и научных обществ мира. Но тяга Менделеева к реальному заводскому делу не пропала бесследно. Интерес к промышленности проходит через всю жизнь прославленного ученого, особенно усиливаясь в зрелые годы.

Правда, так и не стал Дмитрий Иванович заводчиком, не стал разорять своего «душевного хозяйства» «соприкосновением с капиталами». Своим редким талантам Менделеев нашел более достойное применение, нежели деятельность предпринимателя...

«Национальная гордость и слава»

«В феврале ездил в Москву на съезд виноделов. С Ф. И. Блюмбахом ездил за границу для определения напряжения тяжести... Лето работал для 7-го издания «Основ химии»... Кончил все расчеты по дому... 10—13 декабря ездил в Дерпт, юбилей. Писал статью об эфире...»

В этой скупой автобиографической записи, отмечающей основные события 1902 года, управляющий Главной палатой мер и весов Дмитрий Иванович Менделеев ни словом не обмолвился о том многозначительном событии, которое произошло на праздновании столетия Дерптского (ныне Тартуского) университета и которое навсегда запомнилось другим участникам юбилея. «Когда знаменитый Менделеев представлял Петроградскую палату... он, подходя к эстраде, пошатнулся. Вся публика, как один человек, встает в знак уважения к его личности. Это не была овация, которая сопровождается публичными аплодисментами. Это было молчаливое почтение к национальной гордости и славе».

Национальная гордость и слава...

Этот неофициальный титул, присваиваемый человеку науки общественным мнением его родины, стоит всех степеней и званий, присуждаемых учеными коллегиями и академиями мира. Ибо он присваивается не за открытие новых реакций, явлений и эффектов. Не за выдвижение «безумных» гипотез и разработку смелых теорий. Не за выдающиеся способности, яркую одаренность и даже блестящие таланты. Титул этот присваивается за гениальность.

Будучи общечеловеческим достоянием, гений по кровенному существу своему национален и вне своего народа, вне своей родины немыслим. Связанный невидимыми, но неразрывными нитями с телом своего народа и с землей своей родины, гений, подобно мифическому Антею, теряет свою силу и мощь, будучи оторван от матери-земли. Каждый народ присваивает своим гениальным представителям неофициальный титул — национальная гордость и слава. Таким избранником и любимцем Англии был Ньютон, Франции — Бертло, Америки — Эдисон. В России это место занимал Менделеев.

В одном из своих официальных писем Менделеев как-

то назвал себя «ратником русской науки». Пожалуй, он не допустил бы преувеличения, если бы сказал о себе, как о «ратнике русской культуры», ибо самобытная, яркая фигура профессора Менделеева всегда находилась в центре не только научной, но и общественной и культурной жизни России.

В биографию Дмитрия Ивановича причудливо вплетаются имена самых славных деятелей русской культуры и науки. Инспектором тобольской гимназии, где учился гимназист Менделеев, и отчимом его будущей жены был знаменитый Ершов — автор восхитительного «Конька-Горбунка». Вместе со студентом Менделеевым учился в педагогическом институте студент Вышнеградский — будущий специалист в теории автоматического регулирования. Врачом, на прием к которому довелось попасть молодому симферопольскому учителю Менделееву, оказался наш знаменитый хирург Пирогов. В Германии одновременно с Менделеевым работал молодой Бородин — будущий композитор, создатель оперы «Князь Игорь», и Сеченов — будущий прославленный физиолог. Писателя Тургенева, поэта Майкова Менделеев мог назвать своими друзьями. На знаменитых менделеевских средах в доме профессора собирался цвет русского искусства — Репин, Куинджи, Ярошенко, Шишкин. За советом и помощью к Менделееву — человеку, способному быстро разобраться и внести ясность в любое новое и запутанное дело, — обращаются сотни людей. Одно появление колоритной фигуры профессора вызывало у окружающих улыбки горделивого восхищения. Нередко совершенно незнакомые люди раскланивались с ним на улице, в магазинах.

Секрет этой небывалой популярности раскрывается при анализе менделеевского творчества. В представлении большинства людей Менделеев в первую очередь химик. Но, оказывается, из всего количества его трудов (а их у него насчитывается более 430) собственно химии посвящено всего 9 процентов. С гораздо большим основанием Дмитрия Ивановича можно было бы отнести к физикам, физико-химикам или технологам, ибо каждой из этих тем он посвятил в два раза больше трудов, чем химии. Наконец, немалая доля его исследований приходится на геофизику, экономику. Длинный перечень его трудов, снабженных комментариями и замечаниями самого Мен-

делеева, читается сейчас как увлекательный роман. Статьи, брошюры, книги, докладные записки... Каких только проблем ни коснулся этот мощный ум: химические исследования и сыроварение в России, пульсирующий насос и действие удобрений, температура верхних слоев атмосферы и наивыгоднейшие конструкции керосиновых ламп, календарная реформа и поощрение мореходства и судостроения в России, судебная экспертиза и виноделие, картина Куинджи и мировой эфир, ледакол «Ермак» и введение метрической системы в России.

На склоне лет, подводя итоги своей деятельности, Дмитрий Иванович не без гордости заметил: «Сам удивляюсь — чего только я ни делывал на своей научной жизни. И сделано, думаю, не дурно». И действительно, все, за что брался крепкий менделеевский гений, сделано своеобразно, добротнo и основательно.

Какому бы народу ни принадлежал гениальный ученый, в какой бы стране он ни работал, весь жар его души сосредоточивается на двух вещах — родина и наука. Для гения наука не просто дело, которое дает ему положение в обществе и средства к существованию. Наукой он связан со всем, что его окружает, и с ее помощью он служит народу — тому целому, вне которого он ничто или очень мало.

«Из всех признаков, отличающих гениальность... два, кажется, являются наиболее показательными,— писал ученик Менделеева химик Л. Чугаев,— это, во-первых, способность охватывать и объединять широкие области знания и, во-вторых, способность к резким скачкам мысли, к неожиданному сближению фактов и понятий, которые для обыкновенного смертного кажутся далеко стоящими друг от друга и ничем не связанными»...

Сам Менделеев ясно представлял себе тот изумительный и редкий процесс, который начался в нем в студенческие годы и продолжался всю его жизнь. Он даже придумал на этот счет аллeгорию: «...Один идет по темному лабиринту ощупью; может быть, на что-нибудь полезное наткнется, а может быть, лоб разобьет. Другой возьмет хоть маленький фонарик и светит себе в темноте. И по мере того, как он идет, его фонарь разгорается все ярче и ярче, превращается в электрическое солнце, которое ему все кругом освещает, все разъясняет».

Каждодневные размышления, научная работа, редак-

тирование технических трудов и энциклопедий, общение с учеными, инженерами, промышленниками постепенно насыщали память гения, которая представляла собой не хранилище множества разрозненных и случайных сведений, но сложный взаимосвязанный узор, где всякому факту, всякому наблюдению и всякой мысли отведено свое место. В какой-то момент количественное накопление фактов привело к качественному скачку: в мозгу Менделеева возник необычайно сложный и цельный образ — отражение реального мира. Вглядываясь умственным взором в это причудливое, видимое только ему одному переплетение линий, Дмитрий Иванович смог обнаружить связи и зависимости там, где другие видели лишь хаос и беспорядок. И в этом секрет его поразительной способности быстро, почти мгновенно находить решение даже таких проблем, с которыми сталкивался впервые и о которых никогда раньше не думал. «Он давно все знает, что бывает на свете. Во все проник. Не укрывается от него ничего. Его знание самое полное, оно происходит от гениальности... — писал зять ученого поэт Александр Блок, — такое впечатление он и производит. При нем вовсе не страшно, но всегда беспокойно, это от того, что он все и давно знает, без рассказов, без намеков, даже не видя и не слыша... Ничего отдельного или отрывочного у него нет — все неразделимо. То, что другие говорят, ему почти всегда скучно, потому что он все знает лучше всех».

Первой проблемой, положившей начало технико-экономическому всеведению Менделеева, стала проблема бакинской нефти.

«Роль указующего пальца»

В 1863 году, приглашая для консультации молодого химика Д. Менделеева, нефтепромышленник В. Кокорев едва ли задумывался о далеких последствиях этого визита. Его интересовало дело весьма прозаичное: как избавиться от убытков, приносимых небольшим нефтеперегонным заводом в Сураханах, в 15 верстах от Баку. И было Кокореву невдомек, что приглашенный им молодой человек станет со временем крупнейшим знатоком нефтяного дела, что к его мнению будут с почтением при-

слушиваться признанные авторитеты, что этому молодому человеку суждено сыграть в русской нефтепромышленности «роль указующего пальца».

Впрочем, играть эту роль Менделееву пришлось с самого начала, со времени своего первого визита на Кавказ. Затруднения Кокорева оказались не столько химико-технологического, сколько экономического характера.

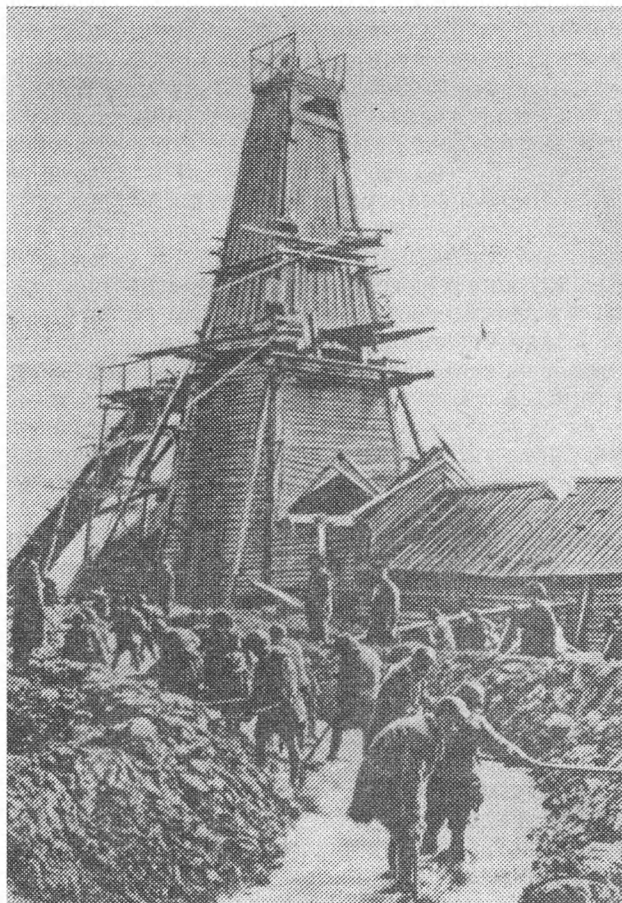


Рис. 1. Нефтяные вышки в Баку.

Убытки владельцу приносила чрезвычайная дороговизна транспортировки нефти и керосина.

Фотонафть, как тогда называли керосин, перевозили в деревянных бочках. Сначала на допотопных арбах их везли в Баку, там грузили на парусники и пароходы и по Волге доставляли потребителям. В итоге всех перевозок и перегрузок пуд керосина в Нижнем Новгороде стоил 1 руб. 60 коп., из которых больше половины — 98 коп. — приходилось на стоимость бочки и доставку.

Менделеев не только выявил причины убыточности кокореvского предприятия, но и предложил практические меры для исправления положения. В одной фразе из рекомендаций, данных им Кокореву, содержалось сразу два крупнейших изобретения: нефте- и керосинопроводы и нефтеналивные суда: «...Устроить от нефтяных колодцев к заводу и от завода к морю... — писал Менделеев, — особые трубы для проведения нефти как на завод, так и на морские суда, в которые керосин и нефть должны поступать наливом...»

Казалось бы, Кокорев должен был ухватиться за эти идеи (которые, кстати говоря, оказались столбовой дорогой в области транспортировки жидкого топлива), ибо Кокорева трудно было упрекнуть в ретроградстве: именно он первым применил горючие газы, выбивающиеся из-под земли, в качестве дарового топлива для перегонки нефти; именно он поручил спроектировать свой завод «по всей науке» германскому химику знаменитому Либиху; наконец, именно Кокорев первым в России начал производить очищенный керосин и конкурировать внутри страны с американскими экспортерами.

И если новатор Кокорев палец о палец не ударил, чтобы реализовать изобретения Менделеева, то этому виной был откуп на нефтяные участки, установленный еще в 1825 году. Суть этой системы состояла в том, что казна за определенную сумму сдавала нефтяные участки предпринимателям, после чего в течение четырех лет те могли действовать практически бесконтрольно. Зная, что через четыре года участок будет отобран и может попасть в другие руки, откупщики стремились извлечь из земли все, что можно было извлечь, не тратясь особенно на оборудование и технические усовершенствования.

Поняв, что такая хищническая разработка ценных месторождений приносит огромный ущерб народному хо-

заяйству, Менделеев приложил все усилия, чтобы откупная система была похоронена, чтобы русская нефтепромышленность как можно быстрее была раскрепощена от стесняющих пут нелепых законодательных ограничений. Правда, правительство установило вместо откупа акцизное обложение, при котором с каждого проданного пуда керосина в казну отчислялся определенный процент, однако новая система была более прогрессивной, и русская нефтепромышленность начала делать первые успехи. Уже в 1873 году братья Артемьевы использовали одну из идей Менделеева, высказанную 10 лет назад: они приспособили лодку «Александр» для перевозки нефтяных остатков наливом. «Этот первый опыт, навлекший на нас насмешки других промышленников,— писали Артемьевы,— дал блестящие результаты». Спустя год наладил строительство деревянных наливных шхун В. Рагозин, а в 1882 году из 28 млн. пудов нефтяных грузов, перевезенных морем от Баку до Астрахани, больше половины приходилось на наливные суда. В 1891 году Менделеев мог с удовлетворением констатировать, что стоимость перевозки за 20 лет упала «почти в три раза не столько от удешевления провозной платы, сколько... от развития перевозки наливом».

В 1875 году разразился знаменитый нефтяной кризис. Цены на керосин и нефть резко упали, на Кавказе закрылось много заводов, в промышленных кругах началась паника, тем более страшная, что причины этого неожиданного падения большинству заинтересованных лиц оказались совершенно непонятными.

Для выяснения этих причин Министерству финансов трудно было найти более подходящего человека, чем профессор Менделеев. В мае 1876 года Дмитрия Ивановича командировали за океан, в Северо-Американские Соединенные Штаты... И Дмитрию Ивановичу стало ясно, что истоки бакинского кризиса лежат здесь, в Америке, ибо США были тогда главным поставщиком нефти и мировая цена на нее складывалась именно там. А в 1870-х годах в Америке произошли два события, роковым образом повлиявших на судьбы нефтедобычи. Первое — отмена акциза на нефть, которая привлекла в эту область свободные капиталы и вызвала оживленную конкуренцию. Второе — открытие новых месторождений. Прыткие джентльмены, на участках которых ударили

нефтяные фонтаны, начали продавать эту почти даровую нефть за бесценок, чтобы возможно быстрее получить плывущие им в руки деньги. Цены на нефть катастрофически упали, и кризис поразил нефтепромышленность сначала в Америке, а потом и в России. Чтобы избавиться от влияния американских неурядиц, русская нефтяная промышленность должна была стать сопоставимой с американской по мощи. А это задача не из легких: в 1874 году, накануне кризиса, США произвели 70 млн. пудов нефти, а Россия — всего 5 млн. Менделеев считал, что такой гигантский скачок по плечу бакинским промыслам.

В качестве первоочередных мер он предложил отменить акциз на нефть, повысить отпускные цены на керосин и защитить отечественную нефтепромышленность таможенными пошлинами от американской конкуренции. С точки зрения экономиста такие рекомендации можно было бы считать исчерпывающими, но Менделеев видел дальше. Все эти мероприятия «сами по себе не сделают наш керосин дешевым, не разовьют нашей нефтяной промышленности. Для этого нужно увеличение добычи, участие многих сил и введение таких способов и приемов, которые приличны большому делу, вступающему в соревнование с таким сильным промышленником, как Америка».

Еще во время своей командировки Менделеев понял, в чем главная слабость американской нефтяной промышленности: «Химическая сторона дела, т. е. самая дистилляция нефти и ее очищение, ведется в примитивнейшей простоте». «Научная сторона вопроса о нефти... в последние десять лет почти не двинулась... В Америке ...заботятся добыть нефть по возможности в больших массах, не беспокоясь... о том, как лучше и рациональнее взяться за дело...» Проанализировав проблему, Менделеев увидел, что русский путь не может быть точной копией американского. «Хороший продукт — керосин — из пенсильванской нефти получить нетрудно, потому что самая нефть, можно сказать, есть только нечистый керосин, в сторону идет не больше пятой доли, прочее есть керосин. Другое дело при обработке тяжелых, как у нас в Баку... сортов нефти...»

Тяжелые остатки, получающиеся в больших количествах при перегонке бакинской нефти, «должны составить первую специальность нашего нефтяного вывоза,

будучи переработаны на смазочные масла»,— считал Менделеев. Чтобы проверить свои соображения, он изобретает перегонный куб непрерывного действия, который строят под его наблюдением на Кусковском заводе. После испытания этого аппарата стала возможной постройка масляных кубовых батарей, превращавших мазут из отброса в сырье для производства смазочных масел, значительно более ценных, чем керосин. А уже через 5—6 лет русские смазочные масла зарекомендовали себя на мировом рынке как более качественные, чем американские.

Стремительно развивающийся русский капитализм быстро освоил такое прибыльное дело, как бакинские нефтепромыслы. К 1884 году ввоз американского керосина в Россию полностью прекратился, а в 1901 году на долю России приходился 51 % мировой нефтедобычи. И в этом достижении немалая заслуга принадлежала профессору Менделееву, человеку уникальных способностей и «малого интересантства».

«Дальнозоркие орудия войны»

Чиновник морского министерства даже растерялся от неожиданности. На тонко поставленный им вопрос об окладе, который устроил бы профессора Менделеева на посту консультанта пороховой лаборатории, последовал быстрый ответ: «Как можно меньше!» Заметив замешательство на лице посланца, профессор смягчился: «Ну, хорошо, а как у вас получают члены технического совета?» — «Они, как генералы, получают 2 тысячи рублей в год». — «Ну, и мне как генералу — 2 тысячи рублей».

Все это настолько не вязалось с инструкциями, которые чиновник получил от самого морского министра, что он решил действовать напрямик и назвать сумму, назначенную начальством, — 30 тыс. рублей в год.

«Нет,— отрезал Менделеев,— 2 тысячи! 30 тысяч — это кабала, а 2 тысячи — тьфу, и уйду!»

Эту угрозу ему пришлось привести в исполнение через четыре года, но за этот сравнительно короткий срок Менделеев сумел «выдумать порох», что всюду «считается делом важным, трудным и исключительным». Это до-

стижение тем значительнее, что пороходелие никогда не страдало от недостатка талантов. В XVIII веке внесли свою лепту в изучение порохов знаменитый Лавуазье и Бертолле. В XIX целое созвездие профессоров украсило своими именами историю взрывчатых веществ: Абель и Дюар в Англии, Марселен Бертло — во Франции, Собrero в Италии, Мунро — в Америке, Шимоза — в Японии. Самые удачливые и одаренные изобретатели приложили свои способности к изобретению порохов — Нобель, Вьель, Тюрпен, Максим. «...Принадлежа к числу ратников русской науки, на склоне лет и сил не осмелился отказаться от разбора задач бездымного пороха» и профессор Менделеев.

Он начал с посещения французских и английских пороховых лабораторий — этих «дальнозорких орудий войны». Позднее увлекающиеся выдумщики сочинили целую легенду, по которой Менделеев, не получив от французов интересующие его сведения, придумал хитрый трюк. Изучив статистические сведения о грузах, перевозимых по железной дороге к одному из французских пороховых заводов, он будто бы разгадал секрет изготавливаемого там бездымного пороха. В действительности все было гораздо прозаичнее и гораздо труднее. Внешняя политика России тогда твердо ориентировалась на Францию и Англию. Знаменитый профессор Менделеев был поэтому принят с доверием, приличествующим сложившейся обстановке. Французы не только посвятили его в суть дела, но даже официально вручили двухграммовый образец своего бездымного пороха. Вот когда пригодилась химическая многоопытность Менделеева!

Располагая крошечным кусочком пороха, он ухитрился сделать точный анализ и справился с задачей, которая оказалась не по силам изобретателю динамита А. Нобелю и группе германских химиков, «косвенным путем» добывших несколько килограммов французского пороха. После этого он тщательно изучил все, что можно было найти о бездымных порохах, получивших тогда распространение в Европе: порохах Вьеля, Максима, Манье, баллистите Нобеля, кордите Абеля и Дюара. И уже первое впечатление, вынесенное из этого знакомства, не только чрезвычайно характерно для Менделеева, но и проливает свет на суть творческого метода нашего знаменитого химика.

Больше всего он остался недоволен отсутствием обобщений и теоретических соображений, которые бы вносили ясность и целенаправленность в поиски новых взрывчатых веществ. Его не удовлетворяла царящая в пороходелии неуверенность, неопределенность, ожидание новых открытий. «Бездымных порохов придумали много, легко их получить и еще множество», но где гарантии, что очередная новинка — наилучшее, оптимальное решение!

Порох Менделеева может считаться классическим образцом научного изобретения. Верный научному методу, Дмитрий Иванович отказывается от поисков вслепую и разрабатывает теорию идеального бездымного пороха.

Что такое взрывчатое вещество? Это твердая, жидкая или студенистая субстанция, способная более или менее стремительно разлагаться, превращаясь в газ. Оно тем мощнее, чем больше объем газов, образующихся при таком разложении. Чтобы оценить силу взрывчатых веществ, Менделеев предложил характеристику V_{1000} — объем газов, образующихся при разложении тысячи весовых частей взрывчатого вещества.

Введение этого параметра позволило выявить главное направление для дальнейшего совершенствования бездымных порохов: при их разложении должны выделяться только газы, не разрушающие материала орудия. А это моментально сводит количество элементов, пригодных для порохов, до четырех — водород, азот, кислород и углерод. Перебирая вещества, содержащие эти элементы, Менделеев постепенно разворачивает свою мысль, внося ясность и порядок в пеструю сумятицу случайных находок и интуитивных открытий, царивших тогда в пороходелии.

Прежде всего он находит верхний теоретический предел для химических взрывчатых веществ: из них самым сильным был бы полимер водорода, если бы он мог существовать, ибо для него V_{1000} равно рекордно большой величине — 1000! Такой же полимер для азота гораздо слабее: его V_{1000} — всего 71,4.

Из химических соединений простейшие взрывчатые вещества — соединения азота с водородом. И точно, азотисто-водородная кислота — сильнейшая взрывчатка с $V_{1000}=93$, а ее аммиачная соль еще сильнее: $V_{1000}=133,3$.

Однако эти материалы, говорит Менделеев, не годятся для бездымного пороха, ибо разлагаются не постепенно, а сразу, всей массой: детонируют. Свойством же «последовательно гореть» обладают лишь смеси и соединения, содержащие одновременно горящие (водород, углерод) и сжигающие (кислород) элементы. В каких бы сочетаниях ни входили эти элементы в органические нитросоединения, V_{1000} для таких материалов по подсчетам Менделеева не может быть меньше 71,4 и больше 111,1. Последовательно рассматривая затем целые классы нитросоединений, Дмитрий Иванович оценивает массу открытых к тому времени взрывчатых веществ и называет ряд материалов, которые, по его мнению, должны были быть, и оказались в действительности, хорошими взрывчатками. Но главного успеха на ниве пороходелия он достиг тогда, когда применил свой метод к исследованию нитро-клетчатки.

С тех пор как в 1846 году германский химик Шенебейн обработал обычную вату смесью крепкой серной и азотной кислот и получил первые образцы нитроклетчатки, это вещество не давало покоя пороходолам, ибо при сильном ударе оно производило мощный взрыв. Однако все попытки приспособить для стрельбы пироксилин — так назвал Шенебейн это соединение — оканчивались неудачей. Пироксилин оказался бризантным — дробящим взрывчатым веществом.

Столь непохожий на привычный черный порох, пироксилин привлек к себе внимание многих исследователей, которые в скором времени выяснили, что при нитровании клетчатки — ваты или других растительных волокон — получается неоднородный продукт. Часть ваты превращается в нитроклетчатку с малым содержанием азота. Растворенная в смеси спирта и эфира, она образует отличный клей — коллодий. Другая часть содержит много азота — это собственно пироксилин, нерастворимый в спирто-эфирной смеси.

Французский инженер Вьель первым нашел способ превращения бризантного пироксилина в бездымный порох. Если обработанную серной и азотной кислотами вату опустить в спирто-эфирную смесь, коллодий растворяется, а волокна пироксилина — нет. Высушив такую массу, нетрудно получить полупрозрачное роговидное вещество, в котором пироксилин более или менее равно-

мерно перемешан с коллодием. Такое вещество горит по поверхности, без детонации, выделяя совершенно прозрачные газы.

Французы хорошо отработали технологию этого пороха. Однако им не всегда удавалось получить идеально однородную смесь: ведь волокна пироксилина были в ней перемешаны с коллодием чисто механически. Кроме того, соотношение количества коллодия и пироксилина в нитрованной клетчатке получалось непостоянным, могло сильно колебаться. Наконец, тепловая сушка влажной нитроклетчатки не раз приводила к страшным взрывам сушен.

Вот когда пригодилась научная интуиция и опытность Менделеева. Нельзя ли вести процесс нитрования хлопковых волокон так, чтобы вместо механической смеси коллодия и пироксилина получилась химически однородная нитроклетчатка? Как химик Менделеев ясно представлял процесс нитрования: когда состоящая из углерода, кислорода и водорода клетчатка присоединяет нитрогруппы азотной кислоты, образуя нитроклетчатку, выделяется вода. Постепенно разбавляя азотную кислоту, она приводит к неполному нитрованию клетчатки. Чтобы поглотить эту воду в момент образования и исключить ее из процесса нитрования, необходима серная кислота, которая жадно поглощает воду и образует гидрат — химическое соединение серной кислоты и воды. Разбавляя нитрующую смесь водой в той или иной пропорции, можно регулировать степень нитрации клетчатки.

«Секрет мой. Суть дела при получении пироколлодия: количество разбавляющей воды должно быть равно количеству воды гидратной». За эту запись, появившуюся в одной из рабочих тетрадей Менделеева, фабриканты взрывчатых веществ отдали бы миллионы. В одной фразе заключается секрет получения химически однородной клетчатки. Погруженная в спирто-эфирную смесь, она полностью растворяется в ней, как коллодий, а по взрывной силе не уступает пироксилину. Поэтому Менделеев и назвал ее пироколлодий — «огненный клей».

Если рыхлую, высушенную массу пироколлодия смешать с небольшим количеством спирто-эфирной смеси, он полностью растворяется в ней и превращается в однородную желеобразную массу. Высушив ее, Менделеев

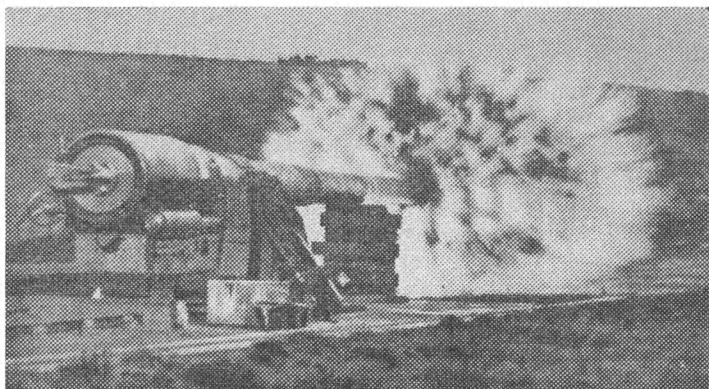


Рис. 2. Полигонная стрельба бездымным порохом из 12-дюймовой корабельной пушки.

и получил свой знаменитый пироколлодийный порох, порох неизменного химического состава и совершенно однородный. Применив к новому пороху разработанную им теорию, Менделеев сделал еще одно важное открытие. До него считалось, что чем сильнее нитрована клетчатка, чем больше азота она содержит, тем выше ее взрывчатая сила. Дмитрий Иванович доказал, что это не так, что существует оптимальная промежуточная степень нитрации, при которой углерод, содержащийся в порохе, окисляется не в углекислый, а в угарный газ, дающий на единицу веса больший объем. И оказалось, что у пироколлодия как раз эта самая оптимальная степень нитрации!

Растворяясь в спирто-эфирной смеси, пироколлодий, однако, был совершенно нерастворим в чистом спирте, и это натолкнуло Менделеева еще на одно важное изобретение. Он предложил отказаться от традиционной сушки рыхлой влажной массы пироколлодия с помощью теплого воздуха в обычных сушильнях и заменить этот взрывоопасный процесс вымачиванием влажной массы в спирте, который жадно поглощает воду и таким образом высушивает пироколлодий. Это изобретение Менделеева было поспешно принято во всем мире и надолго стало классическим технологическим приемом в пороходелии.

Самое несчастливое научное увлечение

«Менделеев думает заняться опытами над сопротивлением воздуха, заказал разные приборы и, между прочим, тележку. На тележке будет установлен стол с весами и кресло без ножек, в котором будет сидеть Менделеев и делать наблюдения, в то время как его будут возить по верхнему коридору, что вдоль университета... Начинаются предварительные опыты. Менделеев в куртке, в штанах в обтяжку, в острой шапочке для уменьшения сопротивления воздуха садится в тележку. Руки расставлены, и в каждой по ветряной вертушке с флагами, как делают для детей... «Раз, два, три» — и экипаж несется рысью...»

Так очевидец пишет о Менделееве в 1878 году в период его увлечения гидроаэромеханикой. Неимоверная сложность процессов обтекания различных тел вполне соответствовала масштабу личности выдающегося ученого, впервые заинтересовавшегося этой проблемой в 1875 году в связи с изучением температуры верхних слоев атмосферы. «Вопрос этот очень меня занимал,— писал на склоне лет Менделеев.— Он связан с моими работами над разреженными газами, а они направлялись к вопросу о природе светового эфира... Тогда-то я стал заниматься воздухоплаванием. Отсюда — сопротивление среды. Все находится в генетической связи».

Но как будто злой рок висел над новым научным увлечением Менделеева: «В 1878 году заболел плевритом, уехал... на зиму в Ниццу, а там занимался воздухоплаванием и сопротивлением среды. Книга вышла полна разного интереса... но на ее окончание личных средств не стало... а казенных не дали,— оттого и не продолжал». Работы по сопротивлению среды отложены на долгие годы, и не исключено, быть может, что отсутствие средств у русского морского ведомства в 1878—1880 годах изменило всю историю становления гидроаэромеханики.

Чуткий, интуитивно чувствующий, на чем сосредоточивается интерес века, Менделеев неповторимым, окольным путем, через световой эфир пришел к мысли о необходимости заняться сопротивлением жидкостей и газов. Но средств не оказалось, дело ограничилось публикацией двух статей, а спустя три года открытия англий-

ского физика О. Рейнольдса, введшего в научный обиход понятия о ламинарных и турбулентных потоках, положили начало аэродинамическому буму. В 1884 году Филипп сооружает в Англии первую аэродинамическую трубу, в Дании строят трубу в 1894 году Ирмингерт и Фогт, во Франции в 1896 году — Ренар. В России в 1897 году свои опыты с аэродинамической трубой описал Константин Циолковский. Грядущая, еще не родившаяся авиация звала ученых к своей колыбели. И если в мореплавании постройке первого опытового бассейна предшествовали десятки тысяч плавающих кораблей, то полету первого аэроплана предшествовала постройка десятков аэродинамических труб.

Проницательный Менделеев предвидел это: «Надобно было думать, что в применении к кораблестроению и кораблевождению вопрос разработан с полнотою. Оказалось, что корабли строят и до сих пор ощупью, пользуясь многообразною практикой, а не расчетом, основанным на теории или на опытах о сопротивлении. В таком деле, как плавание по воде, это и возможно. Опыт веков уже велик, и ощупью, догадкой и наблюдательностью можно улучшать то, что давно существует. Опыты полета, за исключением аэростата, который до сих пор не властелин, а раб ветров, поныне были... еще мало успешны. А между тем птицы летают, аэростатом уже сумели бороться противу слабого ветра, а потому есть уверенность и в том, что когда-нибудь достигнут и полной победы над воздухом, станут управлять полетом».

Связанный с морским ведомством, лишенный возможности проводить опыты по воздухоплаванию, Менделеев стал инициатором строительства первого в России опытового бассейна. Огромная экономия средств, достигнутая Менделеевым при разработке пироколлодийного пороха, позволила приступить к постройке бассейна. В этот период ученый начинает тесно сотрудничать с адмиралом Макаровым, увлеченным проектированием ледокола «Ермак». «Участие мое в «Ермаке» было немалое... — вспоминает Менделеев. — Чрез меня С. О. Макаров у Витте получил возможность сделать заказ».

Могучий корабль волновал воображение ученого. В 1901—1902 годах он занят разработкой плана высокоширотной научной экспедиции в Центральную Арктику. Дмитрия Ивановича волновала мысль пробиться на

ледоколе к Северному полюсу, а потом спуститься южнее, к Берингову проливу. О том, насколько велик был его интерес к этому маршруту, свидетельствует разработанный им проект перевода «Ермака» с твердого топлива на жидкое и переоборудования некоторых помещений ледокола на случай зимовки во льдах.

Мысль об экспедиции не давала Менделееву покоя. Как-то раз он просил товарища министра финансов В. Ковалевского, обратиться с его проектом к шефу русского торгового флота великому князю Александру Михайловичу. Пока Ковалевский ездил к великому князю, Менделеев сидел у камина в кабинете, с нетерпением дожидаясь его возвращения. Он одну за другой курил свои знаменитые «крученки», и когда Ковалевский вернулся, Дмитрий Иванович так и бросился к нему: «Ну, что?»

С болью в сердце В. Ковалевский рассказал ему о том, как несочувственно отнесся к просьбе великого ученого «великий» князь: «Такому дерзкому человеку, как Менделеев, я помочь отказываюсь».

«Тут же Менделеев молча бросил все экземпляры своего проекта в камин,— вспоминал потом Ковалевский.— Во всяком случае, сколько мне известно, после его кончины ни одного экземпляра проекта не оказалось».

Лишь в 1965—1966 годах советский исследователь А. Дубравин по сохранившимся в рабочей тетради черновым эскизам и по подробным расчетам Менделеева сумел восстановить теоретический чертеж ледокола, собственноручно спроектированного великим ученым. «Делал это тем охотнее,— сказал как-то Дмитрий Иванович,— что считать люблю». Эта любовь к цифре, к расчету, к осязательному конкретному результату характеризует Менделеева как плодотворного гения, достигающего позитивного результата в любом деле, за которое бы он ни взялся.

По восстановленному А. Дубравиным чертежу была построена и испытана в бассейне модель, показавшая, что Дмитрию Ивановичу удалось спроектировать прекрасное судно, не уступавшее лучшим ледоколам того времени. При водоизмещении 3000—3100 тонн, длине 70 м, ширине — 16 м и осадке 6 м ледокол Менделеева должен был развить скорость 13,5—14 узлов. Мощность силовой установки с электропередачей — 3500—4000 л. с. И все эти цифры, все линии обводов, остойчивость — это

«сокровенное качество» корабля — вычислены, рассчитаны, проверены мыслью одного из самых удивительных гениев, который мог открывать великие начала природы и применять их.

Беспатентный изобретатель

Конец XIX века был периодом бурного развития капитализма в России. По всей стране строились заводы и фабрики, железные дороги прокладывались со стремительностью, незнакомой Западной Европе, возникали новые отрасли промышленности. Стране требовались не столько узкие специалисты, способные решать хотя и важные, но локальные задачи, сколько люди редкой универсальности и широты кругозора. Люди, способные выявить наиболее перспективные направления для целой отрасли промышленности, способные правильно разместить заводы, одинаково сильные и в инженерных, и в технологических, и в экономических вопросах.

Менделеев, в мышлении которого сочетался строгий логический анализ теоретика и изумительная интуиция практика, оказался благословенной находкой для русской промышленности. Это редкое сочетание способностей позволяло ему делать чудеса. Быстрота, с которой он овладевал любым новым делом, не может не поражать.

Каждая новая задача как будто бросала вызов способности Менделеева быстро охватить ее со всех сторон, выявить частности, поймать суть. Он оживлялся, сталкиваясь с незнакомым делом. Его мозг лихорадочно строил основную схему явления, непрерывно добавляя в нее все новые и новые связи, одновременно изменяя, уточняя и проверяя всю структуру в целом. Он «не растекался мыслью по древу», не давал частностям увлечь себя, сколь бы важными и интересными они ни казались сами по себе. Вероятно, именно из этого свойства вытекает умение, присущее всякому великому ученому, — умение между делом, от щедрости душевной и богатства бросить мысль, идею, способную у другого стать изобретением, диссертацией, делом всей жизни.

В трудах Менделеева при внимательном чтении можно найти множество идей, которые спустя десятки лет революционизировали целые отрасли промышленности.

Составив список таких незапатентованных изобретений Менделеева, нетрудно убедиться, что в истории изобретательства не так уж много найдется людей, которых по широте изобретательских интересов можно поставить рядом с Дмитрием Ивановичем.

В своих эпохальных «Основах химии» он пророчески писал: «Указанный способ может служить для дешевого получения из воздуха газа, богатого кислородом, и так как горением в таком газе можно получить очень высокие температуры, полезные во многих (особенно при освещении и в металлургии) применениях, то, быть может, что придет время, когда указанным путем станут на заводах и вообще для практики обогащать воздух кислородом». Мысль, приведшая спустя 30—40 лет к кислородному дутью, преобразовавшему металлургию.

Одной из крупнейших технических сенсаций 1960-х годов было появление ситалла или пирокерама — замечательного термостойкого вещества, применяемого в космической технике. С тем большим изумлением узнаешь, что почти за сто лет до появления этой новинки ее описал в одном из своих трудов тридцатилетний Менделеев: «...расстеклованная масса по охлаждении труднее лопается, чем обыкновенное стекло. Весьма вероятно, что со временем расстеклованная масса найдет свое практическое применение...»

В ноябре 1901 года в письме морскому министру Менделеев писал, что в возглавляемой им Главной палате мер и весов получен в значительных количествах жидкий воздух, который в смеси с углем или опилками дает сильные взрывы. «...Особенно желательны опыты взрыва льда,— считал Дмитрий Иванович.— Взрывы льда... могут оказать большую услугу при выводе кораблей из льдов, если последние по своей толщине будут препятствовать или задерживать ледоколы». Спустя 20—30 лет окисилквиты — взрывчатые вещества с жидким воздухом нашли широчайшее применение в горных работах, а метод взрывания льдов был разработан и введен в широкую практику советскими полярниками.

Кондиционирование воздуха в домах, освоенное промышленностью развитых стран в 40—50-х годах нашего столетия,— реализация еще одного пророческого предсказания Менделеева. «Везде станет теснее, чем теперь в Бельгии...— писал он в 1899 году.— ...Солнце дает пре-

имущества народам, привыкшим к его припеку. При тесноте заведут и холодильные дома, как завели мы отапливаемые».

А в 1867 году, предугадывая изобретение так называемых бактериальных удобрений, Менделеев писал: «Может быть, недалеко то время, когда найдется прием, позволяющий вводить в землю те условия или те вещества, которые заставят недейтельный азот воздуха превратиться в ассимилируемый аммиак и азотную кислоту».

А вот еще одна мысль, отчасти подтвердившаяся в наши дни: «...будь у меня какая-либо на то возможность, в центральной России, около Москвы даже, я бы повел такую глубокую разведку вертикальной шахтой и бурением, о какой доньше и помину нет, и полагаю, что от глубокого проникновения внутрь недр разлилось бы немало света в подземной тьме. Хоть и солнце знать надо, все же земля поближе, а за две же версты вглубь о ней уже почти ничего не известно.

Стоит только вообразить, что под Москвой там найдутся мощные пласты каменных углей, чтобы моя мысль стала ясною...»



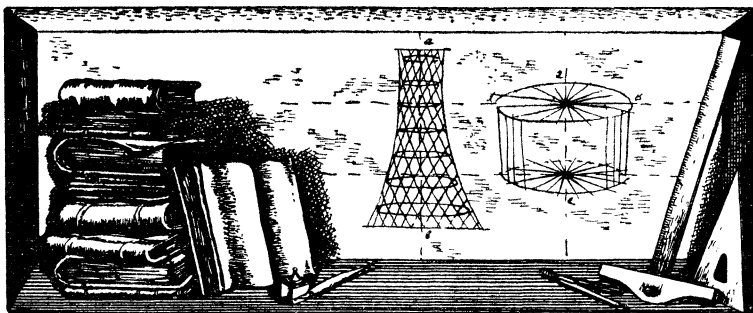
На склоне лет, обозревая важнейшие события своей жизни, Дмитрий Иванович писал: «Я все силы напряг, выйдя из университета, на практику экономической жизни России. Такие дела, как бездымный порох или «меры и весы», были только каплей в моих порывах повлиять на экономическое положение России при посредстве своей меры влияния». А «мера влияния» Менделеева в экономических делах была в те годы очень и очень немалая.

Зато и нападали на него со всех сторон. Помещики — за то, что он пропагандировал фабрично-заводскую промышленность в России. Капиталисты и заводчики — за то, что в своих рекомендациях и статьях он пекся об интересах работников и потребителей, не соображаясь с выгодами и прибылями «денежных мешков». Он видел дальше многих своих современников и предрекал великое будущее русской промышленности. «Близок час, когда русские товары будут конкурировать на всеобщем

рынке потребления,— говорил он,— даже пойдут в Англию, Германию и С. А. Штаты...»

Чтобы приблизить этот час, Менделеев составлял таможенный тариф, выступал со статьями в газетах, писал докладные записки министрам, изучал проблемы использования солнечной энергии в Средней Азии, разведения лесов, орошения засушливых степей, освоения Северного морского пути и т. д. И на закате жизни он с полным правом мог сказать о себе:

«Пусть глупцы меня судят как и кто хочет, мне не в чем каяться, ибо ни капиталу, ни грубой силе, ни своему достатку я ни на йоту... не служил...»



МАСТЕР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Неиздолго до Нижегородской Всероссийской выставки 1896 года произошло событие, не замеченное широкой публикой, но вызвавшее сенсацию в русских инженерных кругах. Впервые в практике Министерства путей сообщения проекты павильонов железнодорожного транспорта России были заказаны инженеру-непутейцу! Сейчас трудно понять, почему это решение вызвало тогда такое возбуждение. Но оно становится понятным, если вспомнить, что 70 лет назад выпускники Петербургского института инженеров путей сообщения пользовались высочайшей профессиональной репутацией. Именно их трудами за несколько десятилетий была сооружена одна из крупнейших железнодорожных систем мира. Именно по их проектам были построены сотни мостов, виадуков, станционных зданий, водокачек, пакгаузов.

И тем не менее выставочная комиссия Министерства путей сообщения не случайно отдала предпочтение выпускнику Московского технического училища (ныне МВТУ им. Н. Э. Баумана) Владимиру Григорьевичу Шухову. Ибо новизна, изящество, практичность, отличающие конструкции этого инженера, позволяли говорить о нем, как об одном из самых ярких представителей русской инженерной школы.

Размышления об инженерах и инженерных школах

В 1889 году по конкурсу, объявленному школой политических наук в Париже, был командирован в Англию Макс Леклерк, бывший воспитанник школы. Где и как готовит Англия своих государственных деятелей и дипломатов? Откуда берет администрация чиновников, армия — офицеров, промышленность — инженеров? Каковы особенности британских специалистов и системы их подготовки? Вот круг вопросов, которые должен был изучить Леклерк.

Пять лет спустя в своем отчете он уделил немало места английским инженерам и их сравнению с французскими. «Английские инженеры,— писал он,— люди с весьма ограниченным образованием — настроили мостов, железных дорог и заводов под всеми широтами; работы этих смельчаков очень прочны и приносят огромный дивиденд. Наши ученые инженеры остаются во Франции и лепятся как можно ближе к Парижу, оспаривая друг у друга казенные места... А если иногда (что случается очень редко) какой-нибудь и отважится пуститься в новую страну,— стоит ему очутиться среди густых зарослей, в девственном лесу или в пустыне, и он уже растерялся. Вся его книжная премудрость, его прекрасные чертежи и лабораторные опыты оказываются ни к чему...»

Один английский инженер рассказывал Леклерку о том, как однажды в Аргентине он встретился с французом, окончившим с отличием прославленную Центральную школу. Этому французцу надо было построить мост — задача, поставившая его в тупик. Во Франции он построил бы прекрасный каменный или железный мост по всем правилам искусства. Но в Аргентине, в незнакомых и непривычных условиях он не знал, как воспользоваться возможностями, которые давал ему девственный лес, и провозился почти год. «Я справился бы с такой постройкой в три месяца»,— заявил английский инженер, знакомый Леклерка.

Этот пример неплохо иллюстрирует различие между английской и французской инженерными школами. «Не стоит тратить время ни на мелкие улучшения, ни на мелкую экономию, надо идти к цели коротким, ближайшим

путем, применяя простейшие и самые дешевые способы» — вот основной принцип, которым руководствуется британский инженер. Он с глубоким скептицизмом относится к машинам континентальных инженеров, считая, что их конструкции «отличаются вообще крайней сложностью и с этой стороны заслуживают осуждения, по крайней мере с английской точки зрения».

Вот два паровоза — английский и французский. Оба развивают большую скорость. Но «первый поражает своей простотой: его силуэт можно очертить пятью, шестью штрихами; второй же весь унизан какими-то таинственными придатками».

Подводя итог своему исследованию, Леклерк выразил свое мнение, которое мы оставляем на его совести, такими словами: «Медленной совместной работой чувств и ума английские инженеры обобщают свои наблюдения и мало-помалу от отдельных фактов возвышаются до общих законов. Напротив того, наши ученые техники, исходя из законов науки, которые они знают до тонкости, приходят к колебаниям и бесполезным усложнениям в применении их к индустрии».

Одним из самых парадоксальных последствий многовековой технической отсталости царской России во второй половине XIX века оказался необычайно высокий уровень подготовки русских инженеров. Ибо здесь необъятность поля деятельности, разнообразие стоящих перед инженерами задач выдвигали на первое место не столько новое, остроумное и необычное собственное изобретение, сколько грамотное, обоснованное, быстрое и наиболее целесообразное применение на практике уже известных, хорошо отработанных машин и конструкций. Таким образом нужды русской промышленности сместили центр тяжести инженерной деятельности из сферы конструктивной в сферу эксплуатационную и организационную.

Задачи эксплуатационного характера, считал знаменитый русский теплотехник, директор МВТУ, профессор В. Гриневецкий, «в полном объеме ложились на нашу промышленность и на наших инженеров... Еще в большей мере относится это к задачам организационным... Несомненно, что если иностранные техники берутся за решение организационных задач у нас, то они нередко здесь попадают впросак... Трудно думать, чтобы ино-

странный техник, недостаточно ознакомленный с русской обстановкой, попавший в Россию впервые, мог бы дать даже при большей своей технической опытности лучшее решение организационной задачи, чем русский».

И в этом разгадка того, что западная промышленность культивировала совершенно другой тип инженера, чем русская. Там основной считалась конструктивная задача, требующая углубления в техническую сторону дела и выработавшая тип инженера-изобретателя, инженера-конструктора, инженера-самоучки, сосредоточившегося на узком круге чисто технических проблем. У нас преобладали задачи эксплуатационные, в которых главное текучесть, непрерывное изменение условий, и организационные, в которых техническая сторона дела как бы растворяется в экономической. Эти задачи требовали от инженера широты кругозора, дара предвидения в области экономических отношений — и русская инженерная школа выработала тип инженера-исследователя, инженера-профессора, инженера-академика.

В своем исследовании «О реформе инженерного образования» В. Гринецкий отмечал, что в целом конструктивные задачи решались в русском машиностроении слабее, чем на Западе. Зато русские строительные сооружения удовлетворяли, по мнению профессора, высочайшим требованиям инженерного искусства. У русских инженеров-строителей филигранное знание законов науки не становилось препятствием для практической деятельности. Более того, это знание лежало в основе такой деятельности. И характерной чертой русской инженерной школы всегда считалось сочетание английской практичности с французской теоретической подготовкой. Но в отличие от французского русский инженер не находился в плену канонов и правил инженерного искусства. В случае необходимости он смело заменял дефицитный стальной прокат балками из сибирской лиственницы, а отсутствие стальных труб возмещал деревянными. И в этом он близок к английскому инженеру. Но если последний, «принимаясь рассуждать на бумаге, запутывался в деталях и спорил о второстепенных вопросах, забывая о главном», то русский инженер сразу шел к сердцу проблемы и, пользуясь мощными средствами математического анализа, создавал конструк-

цию, не просто решающую проблему, но решающую ее наивыгоднейшим образом.

Ярчайшим, одареннейшим представителем русской инженерной школы считается Владимир Григорьевич Шухов. Он был одарен математически настолько, что сам П. Чебышев — знаменитый математик — предлагал ему совместную работу в области чистой математики и аналитической механики. Спустя несколько лет в одной из своих статей Шухов пролил свет на причины отказа от лестного предложения: «нельзя требовать от нас, людей жизни, особого внимания к беспредметным приложениям математических выкладок». Дух изобретательства, дух инженерного творчества, «человек жизни» взяли в Шухове верх над математической одаренностью. Но в сочетании с ними именно она и создала тот неповторимый творческий почерк, который отличает каждое произведение этого замечательного инженера.

Говоря о конструкциях Шухова, их обыкновенно подразделяют на несколько групп, каждая из которых объединена одной темой: нефтяные, строительные, машиностроительные и т. д. Но при таком подразделении в одну группу попадают изобретения, совершенно несходные по методу, по подходу к технической проблеме. Если же попытаться выделить группы проектов, одинаковых по методу изобретения, то они явственно распадаются на три группы: оптимальные конструкции; необычные остроумные решения; изобретения, сделанные в процессе конструктивной разработки.

В поисках метода одного, но наилучшего

В несколько строк укладывается биографическая канва инженера Шухова. Родился в 1853 году в городке Грайвороне Курской губернии. С отличием окончил гимназию в Петербурге и поступил на механическое отделение Московского технического училища. В 1876 году получил годовую командировку в США. По возвращении некоторое время работал в должности начальника чертежного бюро Варшавской железной дороги, а в 1878 году стал главным инженером «Строительной конторы инженера А. В. Бари».

На первый взгляд — карьера добротного, но не блестящего инженера, обычная для того времени. Однако при более детальном знакомстве с биографией Шухова в ней обнаруживаются факты, встречающиеся в биографии далеко не каждого инженера. Полтора десятка патентов, около 20 научных трудов и десятки разнообразных конструкций — нефтепроводы, нефтехранилища, нефтеналивные баржи, форсунки, паровые котлы, насосы, перекрытия, башни, мосты, водопроводы, мины, артиллерийские лафеты, доки — таков итог деятельности инженера Шухова. Всего за 15 лет — с 1880 по 1895 год — по проектам Шухова было построено 3240 резервуаров, 65 барж, 21 элеватор для зерна, водопроводы в 6 городах, 8 доменных печей, 417 мостов.

Но не только и не столько обилие выполненных работ было главной причиной того, что строительную контору инженера А. В. Бари называли иногда «конторой по эксплуатации технических идей и изобретений инженера В. Г. Шухова...»

Находясь в командировке в Америке, Шухов обратил внимание на удивительную нерациональность многих конструкций. Его поражала несуразность огромных прямоугольных резервуаров, стенки которых приходилось укреплять мощным железным каркасом. Глаз одаренного математика резали нелепые очертания строительных ферм, неоправданно мощные фундаменты — материализованные свидетельства слабой теоретической подготовки американских инженеров. Быть может, именно эти наблюдения показали ему, какое необъятное поле деятельности открывает техника перед математиком.

Образно говоря, каждое техническое задание создает вокруг себя некое «поле возможных решений». Мост, соединяющий берега реки, может быть деревянным, каменным, стальным, он может быть понтонным, подвесным, опорным, он может быть однопролетным или многопролетным, он может быть красивым, необычным, стандартным и т. д. Но среди этого бесконечного множества различных конструкций, как бы окутывающих техническое задание, есть одна, оптимальная, наивыгоднейшая конструкция. Отыскать ее не под силу тому, кто не владеет творчески методом математического анализа. А башни, перекрытия, опоры, трубопроводы, резервуа-

ры? Ведь это поистине безграничная сфера деятельности для математика!

Не удивительно, что Шухов предпочел «механику земную» «механике небесной», к которой склонял его Чебышев. Поиски оптимальных конструкций, конструкций, которые были бы не только прочными и долговечными, но и дешевыми, стали главным в творчестве Шухова. Приступая к проектированию, он ставил своей целью построить не просто резервуар данного объема, а резервуар, требующий минимального количества металла, возвести не просто водонапорную башню заданной высоты, а наилегчайшую из всех возможных.

Конечно, ни о каком серьезном проектировании оптимальных конструкций не могло бы быть и речи без той систематичности, которая отразилась даже в чисто технических приемах работы Шухова. На каждое спроектированное им сооружение он заводил паспорт — стандартную форматку, куда заносилась схема сооружения, данные о весе, расходе материалов, запасе прочности, стоимости. Через несколько лет скопившийся материал, сведенный в таблицы, позволил конструктору легко и быстро оценивать, где и когда выгодно применять ту или иную схему, какие конструкции дают выигрыш в весе, какие — в рабочей силе, а какие — в стоимости. Непрерывно дополняемые и обновляемые, эти таблицы стали средством, позволяющим Шухову добиваться все более и более экономичных решений.

Наверное, можно строго доказать, что чем ближе конструкция к оптимальной, тем сильнее влияет на ее качество разработка мелких вопросов и деталей. Шухов понимал это лучше, чем кто-либо другой. Он никому не передоверял конструирования таких, казалось бы, второстепенных деталей и узлов, как фланцы, мешалки, клапаны, водоочистители. Он знал, что очень часто прекрасные замыслы упираются в мелкую на первый взгляд проблему, что нередко интересные идеи оказываются опровергнутыми из-за непродуманных вовремя мелочей, что мелкие детали требуют подчас весьма глубокой разработки и изощренности ума. И это лишний раз подчеркивает грандиозность проделанной им работы. Ознакомившись с перечнем проектов, можно подумать, что под руководством Шухова работал целый проектный институт. В действительности же вплоть до революции у Шу-

хова было всего лишь несколько помощников, выполнявших рядовую работу. Все остальное Шухов делал сам, своими руками.

Эта увлеченность, это нежелание отвлекаться от интересной работы, раз и навсегда покорившей его сердце, прекрасно объясняют, почему Шухов в течение 60 лет не менял места работы: он оставался главным инженером предприятия и после того, как бывшая контора Бари была преобразована в «Государственную строительную контору», а впоследствии в «Стальмост». По-видимому, этим же объясняется и отказ Шухова от преподавательской деятельности. Тем не менее он не остался в стороне от подготовки инженерных кадров в России. Профессор П. Худяков, преподававший в МВТУ более 50 лет, автор одного из первых в стране курсов по сопротивлению материалов, писал в предисловии, что Шухов принимал живое участие в обсуждении и разработке приложений теории к практике и «указал целый ряд весьма интересных практических тем, требующих надлежащего теоретического освещения и разъяснения их студентам в стенах высшей школы».

О ценности шуховских идей можно судить по одному печально-анекдотическому случаю. В 1925 году, через 40 лет после опубликования работ Шухова по резервуарам, немецкий инженер Штиглиц напечатал в Германии статью, на примитивном уровне повторяющую выводы русского инженера. В ответ на протест Шухова из редакции было прислано письмо, в котором с беспрецедентной наивностью утверждалось: «Вряд ли для В. Г. Шухова будет особенно важно признание за ним этого вопроса». Видимо, Штиглиц полагал, что такое присвоение части шуховских работ не повредит высокой репутации русского инженера. А ему, Штиглицу, присвоенных идей Шухова вполне достаточно для процветания. Так неужели же, недоумевал он, Шухов не войдет в его положение?

Впрочем, Штиглиц не ошибся в выборе: работы Шухова по резервуарам по праву считались эпохальными, ибо именно здесь он впервые испытал мощь математического подхода к проектированию технических сооружений.

Математика в конструировании, или что общего между дном резервуара и однополостным гиперболоидом

В 1879 году интересы фирмы Бари и пошатнувшееся здоровье привели Шухова на Апшеронский полуостров. О богатствах этого сочащегося нефтью клочка земли ходили легенды. Из скважин глубиной в каких-нибудь 20—30 метров били фонтаны нефти. Один из них образовал на поверхности такой величины и глубины озеро, что местные жители собирались даже устроить по нему увеселительную прогулку на лодках. Не удивительно, что испарение и утечка добытой таким образом нефти иногда достигала 60%! Хранение нефти было тогда одним из самых наболевших вопросов в нефтяном деле. В Баку ее хранили в земляных амбарах — огромных ямах, обложенных кирпичом или глиной и закрытых сверху деревянной кровлей. Нетрудно представить себе, какую опасность для нефтепромыслов с такими амбарами представляла малейшая искра...

У земляных амбаров было множество недостатков. Как ни ухищрялись нефтяники, утечки в почву были столь велики, что пройдошливые мелкие предприниматели по дешевке скупали крохотные участки земли вокруг амбаров крупных фирм, выкапывали ямы и преспокойно вычерпывали из них нефть, фильтрующуюся из амбаров. Но самое главное — под амбары приходилось отводить огромные участки дорогой нефтеносной земли, на которой можно было бы пробурить десятки новых скважин.

Казалось бы, чего проще? Надо строить металлические резервуары! Да вот беда, расчеты показывали, что для крупных резервуаров (а только такие и был смысл строить) нужен столь массивный и прочный фундамент, что он оказывался дороже самого резервуара и не окупался никакой экономией нефти.

Шухов сделал то, что было не под силу инженеру-практику. Он пересмотрел формулы, на которых строились выводы о невыгодности металлических резервуаров. «Наивыгоднейшим основанием конструкции, лежащей

на податливой опоре, будет не жесткий брус, а гибкий лист, закрепленный по краям».

Чтобы понять физический смысл этого важного вывода, предположим, что нужно удержать на плаву груз. Если положить его на плавающую жесткую платформу, он будет стремиться переломить ее. Поэтому чем тяжелее груз, тем большей прочностью и жесткостью должна обладать платформа. А что, если вместо платформы взять сеть, состоящую из поплавков, соединенных между собой тросами? Под грузом поплавки осядут, уйдут под воду, а часть останется на поверхности. В результате сеть будет удерживать груз, не испытывая разрушающих нагрузок. Именно так должно работать и основание под резервуаром — песчаная подушка, окруженная легким бетонным кольцом, и тонкое днище, свободно изгибающееся под тяжестью нефти.

После того как вопрос с фундаментом и днищем разрешился таким новым и необычным образом, Шухов смог приступить к главной цели, которую он перед собой поставил: к поиску таких соотношений и размеров, при которых на изготовление резервуаров шло бы наименьшее количество материала. Вот когда настало время применить математику, которая помогла Шухову установить важные правила и рекомендации. Оказалось, что если в распоряжении строителя есть железные листы одной и только одной толщины, то наименьший вес резервуара, вмещающего данное количество нефти, получается тогда, когда объем всего железа дна и покрытия вдвое меньше объема железа боковых стенок. Если же в распоряжении строителя есть богатый набор листового проката, позволяющий делать боковые стенки утончающимися по высоте, то выигрыш в весе может быть приближен почти к теоретическому пределу. «Резервуар с переменной толщиной стенок,— писал Шухов,— имеет наименьший вес при условии, что объем всего железа дна и покрытия равен объему всего железа в стенках, необходимого для восприятия растягивающих усилий в поясах».

Разработав конструкцию газонепроницаемых крыш и арматуры, Шухов по сути дела снял основное затруднение для развития нефтяного производства.

Но сколь бы практически важной ни казалась эта работа Шухова, она была лишь прелюдией к тому труду,

который одним из рецензентов был оценен как «лучшее украшение Политехнического общества». Речь идет о знаменитой книге «Стропила», в которой Шухов подвел итоги своим исследованиям в области перекрытий. Быть может, именно гибкое днище резервуара натолкнуло Шухова на идеи сетчатых покрытий. Ведь перекрытие здания — это то же днище, только поднятое на высоту. Обычные перекрытия со стропильными фермами, прогонами, обрешетками и настилом — это своего рода «жесткие днища». А как будет выглядеть перекрытие, аналогичное гибкому днищу?

В центре перекрываемой поверхности Шухов предложил установить по кругу несколько опорных колонн, увенчанных стальным кольцом. К нему присоединена свободно свисающая металлическая сетка, склепанная из железных полос. Тросовые растяжки разводят сетку над перекрываемой поверхностью. Теплоизоляция и кровельное железо приклепываются потом прямо к сетке, и над перекрываемой площадью возникает некое подобие гигантской круглой палатки. Строгим математическим расчетом Шухов показал, что такая конструкция — наилегчайшая из всех возможных.

Вот тогда-то Министерство путей сообщения и остановило свой выбор на Шухове. И выбор этот оказался правильным. О павильонах Шухова и Нижегородской выставке заговорила вся Россия. Особенно большое впечатление произвело перекрытие внутренней части 25-метрового кольца круглого павильона. Рассматривая это кольцо как поднятое на большую высоту основание нефтяного резервуара, Шухов решил воспользоваться своим бакинским опытом: он закрепил по периметру кольца свободно провисающий круг из тонкого кровельного железа. В гениальную простоту такого решения многие не хотели верить, поэтому для скептиков была даже устроена лестница на крыше павильона. Они поднимались, смотрели и отказывались верить глазам: снег таял, ливневые воды уходили через внутренний водосток, а тонкое кровельное железо не рвалось, вопреки всем мрачным предсказаниям.

Самым выдающимся сооружением Шухова на Нижегородской выставке была 28-метровая решетчатая водонапорная башня, в которой сочеталась ажурная легкость и красота архитектурной формы. Прекрасный матема-

тик, Шухов обратил внимание на то, что криволинейная поверхность однополостного гиперболоида вращения может быть получена скольжением наклонных прямых линий. А практический ум инженера натолкнул его на мысль: однополостный гиперболоид в сущности — уникальная криволинейная строительная конструкция, которую можно сооружать из прямых железных полос без гнутья и лекальной профилировки. Устойчивость, легкость, малое ветровое сопротивление сделали эту конструкцию очень популярной. Башни Шухова устанавливались как водонапорные башни, маяки, опоры электропередач. Американский, а за ним и русский флот применили такие башни на линкорах, так как они считались весьма живучими при артиллерийском обстреле. К сожалению, на кораблях башни Шухова сильно вибрировали и в скором времени были сняты, но на твердой земле их достоинства были неоспоримы.

Вопроса о том, принимать или не принимать революцию, не существовало для Шухова. Он, обычно сдержанный и немногословный, был настолько возмущен бездарной политикой царского правительства, бесславно погубившего русских матросов и русский флот в Цусимском сражении, что написал гневную статью о причинах этого поражения. И когда самодержавие рухнуло, когда заматались и побежали за границу хозяева и хозяйчики, Шухов остался на своем посту, посвятив конструкторский талант и опыт молодой Советской республике.

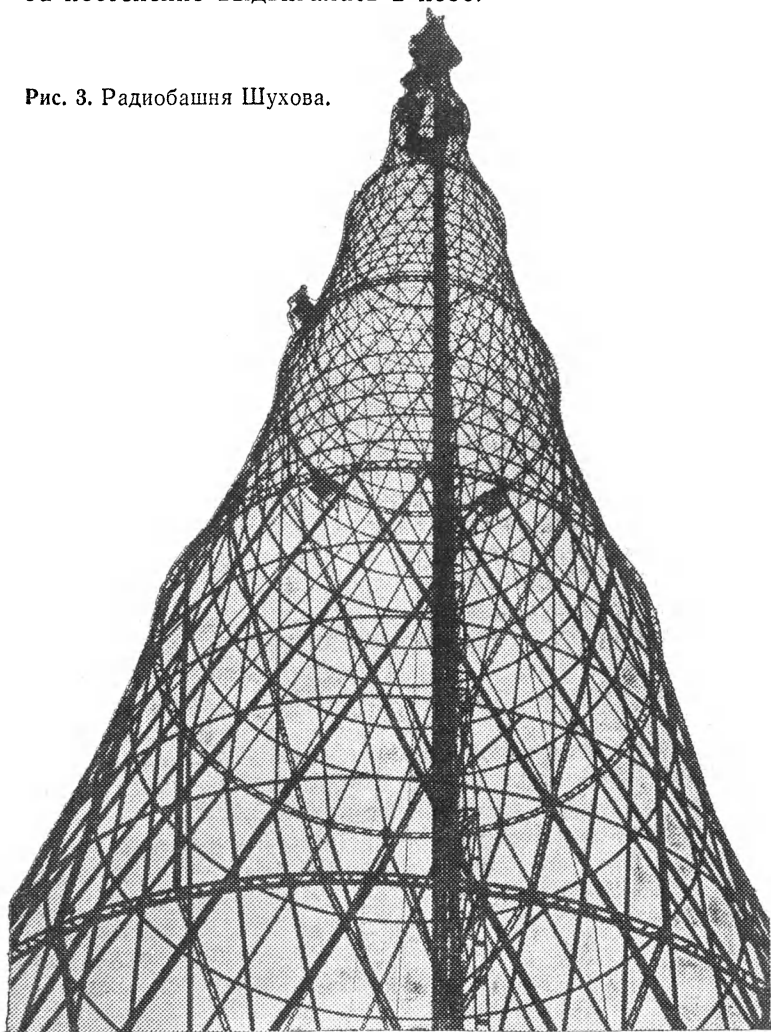
17 марта 1920 года Советское правительство в осуществление идеи В. И. Ленина о «газете без расстояний», приняло постановление о срочном изготовлении радиотелефонной станции в Нижегородской радиолaborатории. Опыты увенчались успехом, и было решено построить радиостанцию им. Коминтерна в Москве на Шаболовке. Строительство башни для антенны — этой «подставки для радиолуча» поручили Шухову.

Владимира Григорьевича эта работа увлекла и необычностью, и размахом. Поэтому весь свой талант и весь свой опыт вложил он в проектирование и строительство этого сооружения. По первоначальному замыслу башня должна была быть выше Эйфелевой, и только нехватка металла в молодой Советской республике побудила его ограничить высоту 150 метрами.

Жители Замоскворечья с удивлением наблюдали за

возведением странного сооружения. Ни кранов, ни лесов, ни временных опор здесь не было. Из металлических стержней сначала склепывались решетчатые секции в форме усеченных конусов, которые потом подтягивались стальными тросами. И будто гигантская подзорная труба постепенно выдвигалась в небо.

Рис. 3. Радиобашня Шухова.



Во время строительства башни на Шаболовке Шухов еще раз убедился, с каким интересом и вниманием относится новая власть к его работе. В июле 1921 года из-за неосторожности монтажников одна из секций рухнула с высоты 75 метров и повредила все остальные. Казалось, все кончено, работа загублена, ибо строительный материал кончился. И вдруг через несколько дней Владимиру Григорьевичу доставили из Кремля наряд на 10 тыс. тонн проката. А гонец, доставивший наряд, сообщил Шухову, что В. И. Ленин очень интересуется, когда возобновится монтаж башни.

Антенна радиостанции им. Коминтерна сделала имя Шухова бессмертным, ибо башня на Шаболовке — традиционная эмблема всего, что связано с советской радиотехникой, — стала своеобразным памятником техническому гению своего творца-инженера, ищущего оптимальные конструкции.

Кунштюки творчества

Математически одаренные люди, работающие в области техники, — это чаще всего ученые-прикладники. Для них математический анализ — средство изучения и совершенствования того, что уже кем-то изобретено, средство «поверки алгеброй гармонии». Необыкновенность шуховского таланта в том, что у него сама математическая одаренность стала источником изобретательского творчества, источником инженерной гармонии. Но когда существующие приемы и механизмы при самом тщательном математическом исследовании не решали проблемы, Шухов мог изобретать новаторские конструкции, у которых не было предшественников.

Одно из ранних таких изобретений — эрлифт — он сделал во время пребывания в Баку. Тогда промышленники стремились получать нефть только из фонтанирующих скважин. Но нефтяные фонтаны рано или поздно иссякали, и нефть приходилось вычерпывать из колодцев или скважин желонками — цилиндрическими длинными ведрами с клапаном в днище. Если учесть, что к. п. д. желонки 7%, нетрудно понять, почему Шухов заинтересовался этой проблемой.

Нефть в фонтанах выбрасывается силой сжатых под-

земных газов, и если они иссякают, то нельзя ли заменить их сжатым воздухом? Именно в этом и состоит суть воздушного подъемника — эрлифта. По опущенной в скважину трубе нагнетается сжатый компрессором воздух, он подхватывает в забое нефть, и, устремляясь обратно вверх по кольцевому зазору, увлекает нефть на поверхность земли.

Эрлифт, лишенный движущихся и трущихся частей, оказался незаменимым устройством для перекачки загрязненных жидкостей, перемешанных с песком, кислот, щелочей. Он долгое время был единственным средством извлечения нефти из искривленных и наклонных скважин. И в 1925 году в Сураханах с помощью эрлифта добывалось около 75% всей нефти.

Другое любопытное изобретение родилось у Шухова во время работы над способом перекачивания нефти, когда невозможно применение эрлифта или поршневого насоса. Предложенное им решение настолько просто, что лишь необычностью можно объяснить его малое распространение. Это шнуровой насос — быстро бегущая лента или шнур, увлекающая жидкость благодаря вязкости. Эта конструкция была в 1900 году испытана Жуковским, который разработал и теорию шнурового насоса.

В 1886 году, проводя изыскания к проекту московского водопровода, Шухов обратил внимание на то, что насосы с длинным штоком применяются крайне редко. Оказывается, при большой длине штока поршню нельзя сообщить большой скорости, так как длинный шток неустойчив и изгибается при сжатии. Как быть? Шухов нашел парадоксальный выход: если жесткость штанги нельзя увеличить, надо вообще отказаться от жесткой конструкции и заменить ее гибкой. В таком насосе при прямом ходе шатун — канат или трос — тянет поршень, одновременно сжимая сильную пружину. При обратном ходе сжатая пружина, распрямляясь, возвращает поршень назад, все время поддерживая гибкий шатун в натянутом положении. Благодаря такому простому и оригинальному устройству скорость поршня удалось увеличить в 2,5 раза.

Одним из самых важных, хотя и не очень внешне эффектных изобретений Шухова оказалась форсунка для сжигания мазута. Каких-нибудь 90—100 лет назад

осветительный керосин был главным продуктом нефтяного производства. Тяжелые остатки, несмотря на высокую теплотворную способность, уходили в отбросы, так как все попытки сжигать их оказывались неудачными. Пробовали наливать мазут на плоские широкие поддоны и сжигать, но получалось сильно коптящее пламя. Пробовали сжигать мазут, стекающий тонкими струйками по стенкам топки, но и этот способ оказался непрактичным. Шухов первым предложил распылять мазут и нефть на мельчайшие капли струей пара, вытекающей через узкую щель. Мазутная пыль, попадая в топку, мгновенно испаряется и сгорает без золы и копоти. Это изобретение позволило русским речным пароходам и нефтеперерабатывающим заводам раньше всех перейти к промышленному способу сжигания мазута.

Головоломные инженерные задачи всегда увлекали Шухова: они стимулировали работу его мощного логического ума. Одной из таких задач было спрямление минарета Медресе Улугбека в Самарканде. Получив предложение спрямить наклонившийся больше чем на 5° минарет, Шухов разработал чрезвычайно остроумный метод. Он предложил произвести спрямление разворотом вокруг центра тяжести. Для этого основание минарета было установлено на подвижный балансир с цилиндрической поверхностью, очерченной радиусом из центра тяжести. В результате спрямление не сопровождалось ни подъемом, ни опусканием центра тяжести и потребовало минимальных усилий. Всего три дня ушло на выполнение этого необычного задания (не считая, конечно, подготовительных работ).

Прием, обличающий мастера

Опытный инженер-конструктор даже при беглом взгляде на шуховские проекты трубопроводов, барж, котлов легко увидит руку настоящего мастера. Того, кто пользуется подручным материалом, не дожидаясь, пока доставят ему издалека то, что слывет у других за отличное. Того, кто дело, которое принес ему настоящий час, не отвергает для другого, более заманчивого и славного.

Действительно, Шухов считал, что инженер-механик

должен понимать и уметь делать любую работу, связанную с машинами, механизмами, сооружениями. Строительство, прочностные расчеты, сопротивление материалов были его любимым коньком. Но если возникала необходимость, он смело брался за любую вставшую перед ним проблему, разрабатывал новую теорию, выводил формулы, производил расчеты, делал чертежи, организовывал производство. Трудности незнакомого предмета не пугали его, ибо он был уверен в том, что добьется неизменного успеха.

Очутившись в Баку, он первым в России взялся строить для фирмы Нобеля нефтепровод. Для этого ему пришлось произвести немало исследований, которые позволяют говорить о нем как об основоположнике нефтяной гидравлики, во многом предвосхитившем работы Рейнольдса, Таула и др. Впервые в мире он произвел перекачку нефти с подогревом, разработал методы расчета трубопроводов, проектировал крупнейшие нефтепроводы Баку — Батуми и Грозный — Туапсе, теоретически исследовал вопрос о выгодности применения петель для увеличения пропускной способности нефтепроводов.

Столкнувшись с необходимостью строить нефтеналивные баржи, он и здесь быстро добивается успеха, причем не только как конструктор, но и как талантливый организатор работ. Впоследствии академики А. Крылов и П. Лазарев писали об этих работах: «...Тогда казалось почти невозможным правильно собрать такие громадные сооружения из мелких частей; тогда еще не имели понятия о точной разбивке шаблонов, и Шухов научил этому русских техников, он научил их, как по чертежам, изготовленным в Москве, с чудесной быстротой и без неполадок можно собирать громадные клепаные конструкции из железных листов».

Крекинг нефти, изобретенный Шуховым в 1891 году, потребовал от него — инженера-механика — такого глубокого проникновения в тайны нефтехимии, какое не всегда можно было встретить даже у профессионального химика.

Мировой известностью пользовались паровые котлы, построенные по патентам Шухова, — чрезвычайно практичные, надежные и удобные в эксплуатации установки.

Шуховский проект московского водопровода восхищал самого Н. Жуковского, который, не колеблясь, на-

звал его «ценным вкладом в литературу вопроса об эксплуатации подпочвенных вод».

В годы первой мировой войны Шухов, до этого никогда не занимавшийся боевой техникой, создал прекрасные образцы оружейных платформ, мин, батопортов для сухих доков.

После революции он разрабатывает конструкцию и

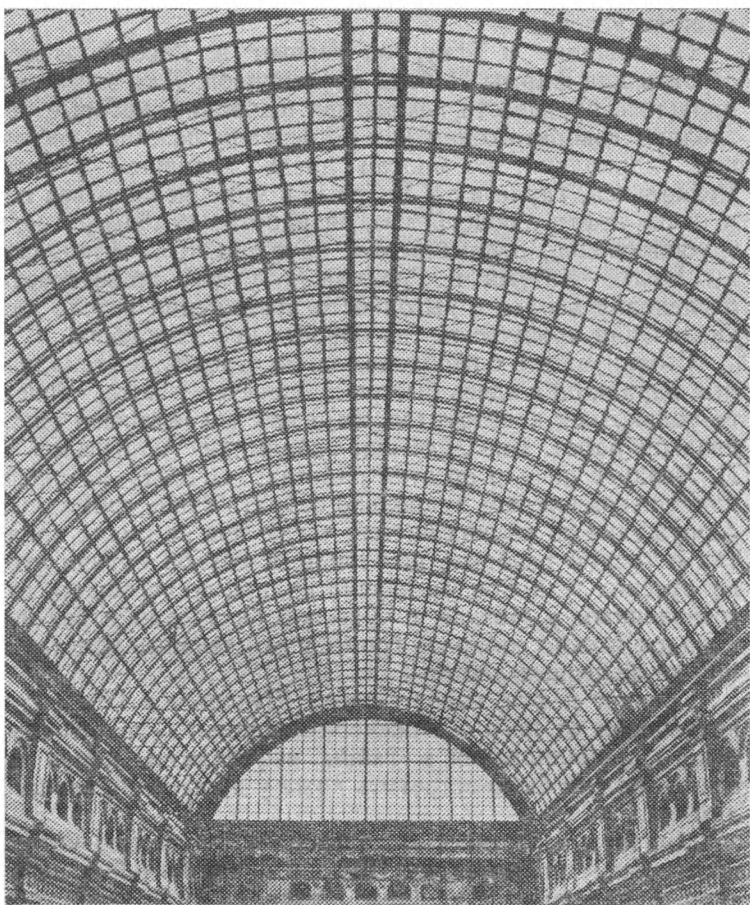


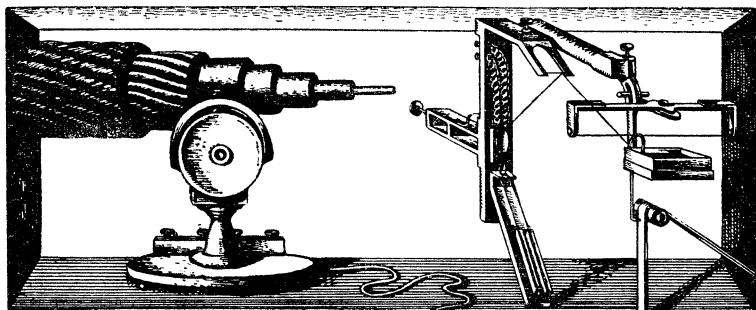
Рис. 4. Перекрытия ГУМа, спроектированные Шуховым.

технологии изготовления деревянных трубопроводов вместо дефицитных металлических, проектирует газгольдеры, даже участвует в разработке оборудования для подъема золота с легендарного «Черного принца». И в любую область, за которую брался Шухов, «рядом с опытным наблюдением и разрешением вопросов практики, он всегда вносил глубину мысли и тщательность математической обработки».

* *
*

Шухов не боялся никакой инженерной работы и за долгую жизнь спроектировал сотни всевозможных механизмов и устройств самого разнообразного назначения. Но с течением времени его строительные конструкции все больше и больше заслоняли все прочие творения его многогранного таланта.

До сих пор несут свою службу строительные сооружения Шухова. До сих пор поражают своим изяществом ажурные перекрытия над торговыми рядами ГУМа, над залами Музея изобразительных искусств и Главного почтамта. До сих пор шуховские перекрытия защищают от непогоды платформы Киевского вокзала и цехи ЗИЛа и завода «Динамо». До сих пор, как символ радио-Москвы, возвышается над Шаболовкой башня Шухова.



«ЧЕСТНОСТЬ БЕЗ СТРАХА»

В 1892 году среди дворянских гербов Англии появился витиеватый, на первый взгляд мало чем отличающийся от остальных герб. Но вглядевшись в него внимательнее, можно найти детали, совершенно несвойственные традиционной геральдике с ее львами, мечами и крестами. Разве у кого-нибудь из английских лордов можно найти на гербе изображение студента с гальванометром или матроса с лотом в руках? Эта необычность деталей свидетельствует о необычности места, которое занимал обладатель герба среди всех остальных пэров Англии. Ведь что там ни говорите, а это был первый в истории лорд от науки — лорд Кельвин, больше известный людям прошлого столетия под именем Вильяма Томсона.

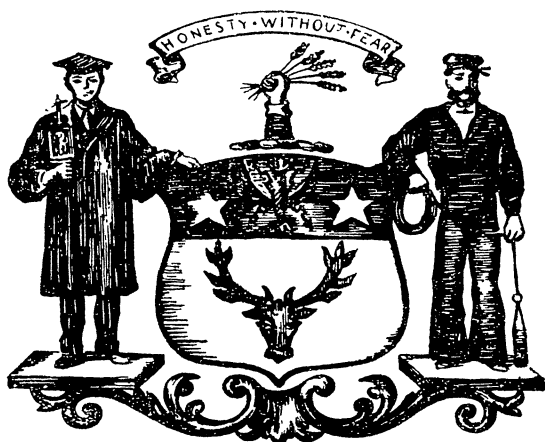
Зная, чей это герб, уже другими глазами смотришь на напыщенный девиз средневекового рыцарства, начертанный на гербе: «Честность без страха». Ибо на протяжении всей своей долгой жизни Кельвин без страха брался и решал самые сложные научные и технические проблемы. И он нашел в себе честность и мужество заявить на склоне лет: «Если попытаться одним словом охарактеризовать итоги моих 55-летних научных изысканий, то самым точным словом будет слово НЕУДАЧА...»

«Если бы даже он не сделал ничего, кроме...»

«Нет лучшего способа для того, чтобы приблизиться к пониманию какой-либо эпохи, как через рассмотрение деятельности одного из ее представителей,— писал в 1927 году биограф Кельвина профессор В. Лебединский,— пестрые, иногда даже противоречащие друг другу особенности, свойственные всякому историческому моменту, складываются в нечто единое, позволяют опознать физиономию эпохи, когда мы видим их объединенными одной личностью. Эта личность должна быть, конечно, столь крупною, чтобы ее можно было считать выразителем своего времени. В. Томсон вполне отвечает этому условию...»

Пожалуй, большинству современных людей при упоминании имени лорда Кельвина приходит на память абсолютная шкала температур. И это понятно: «градусы Кельвина» — увековеченная в научной терминологии дань уважения к тем фундаментальным исследованиям, которые привели Кельвина наряду с Клаузиусом к открытию второго начала термодинамики. Современники и биографы считали, что «если бы кроме работ по термодинамике Кельвин не сделал бы больше ничего, то и этого было бы достаточно, чтобы поставить его имя в ряду натурфилософов, рядом с именем Ньютона».

И тем не менее термодинамика не была делом всей жизни Кельвина. Электротехники, например, отнюдь не намерены «уступать» этого ученого теплотехникам. В 1901 году в ознаменование наступления XX века один американский электротехнический журнал произвел опрос членов Американского института инженеров-электриков. Журнал хотел выяснить, кто из ученых XIX столетия внес наибольший вклад в развитие электротехники. И оказалось: большинство специалистов поставило имя лорда Кельвина на второе место после Фарадея. Это значит, что его труды в области электротехники оценивались тогда выше, чем труды Эдисона, Максвелла, Герца, Ампера, Ома и других. Не случайно электротехники прошлого века считали Кельвина своей высшей инстанцией и неоднократно избирали этого глубокого теоретика председателем своих технических конференций и организаций. Его мнение считалось решаю-



KELVIN.

Рис. 5. Герб лорда Кельвина.

щим при разборе научных и технических споров; его, как никого другого, уважали за честность, объективность, доброжелательность и терпимость. И, пожалуй, никому, кроме лорда Кельвина, Эдисон не простил бы публичного выговора, сделанного ему за запальчивость в патентных спорах.

Необыкновенна плодovitость ума Кельвина. 25 книг, 660 научных статей, 70 крупных изобретений — вот творческий итог жизни этого человека, считать которого своим членом почитали за честь 25 университетов и 88 академий и научных обществ всего мира.

Как ни парадоксально, по достоинству оценить вклад Кельвина в науку нам, привыкшим к узкой специализации, мешает именно обилие его работ, разносторонность и глубина его знаний. Он с поразительной легкостью достигал успеха в математике, в механике, в акустике, в оптике, в термодинамике, в электротехнике, в геологии, в астрономии, в навигации. И в этом он истинный сын XIX века. Века, требующего от ученого практичности, здравого смысла, универсальности. Века механистического, с подозрением относящегося к умозрениям, убеж-

денного в том, что познание тайн материи и Вселенной — чисто техническая проблема. Трудно представить себе человека, в работах, взглядах и характере которого эти черты XIX века воплощались бы с такой же яркостью, как в Кельвине.

Это был мэтр науки прошлого столетия. Он пытался дать механическую трактовку световым, электрическим и магнитным процессам, пытаясь представить себе мировой эфир, служащий ареной этих процессов, так же наглядно, как сапожный вар, желе или ткань. Его мозг неустанно искал сущность явлений в чисто механических процессах, выдвигая то механическое объяснение поперечности световых колебаний, то вихревую теорию атомов, то гипотезу, по которой свойства эфира объяснялись эффектами вращающегося волчка. И тем не менее на склоне лет он вынужден был сделать признание, которое англичане называли «рассказом Наполеона о походе в Россию...»

Случайность есть проявление необходимости — прекрасным подтверждением этой истины может служить приглашение прочитать цикл лекций, присланное лорду Кельвину Университетом Джона Гопкинса в Балтиморе. В 21 лекции, прочитанной в течение 17 дней в 1884 году, Вильям Томсон нарисовал перед слушателями стройную картину науки того времени. Картину, столь близкую к гармоническому завершению, что, казалось, осталось рукой подать до того времени, когда мир математический полностью охватит мир физический. И как только это произойдет, всякой новой комбинации формул будет соответствовать новое реальное явление, необычайно облегчится искусство делать новые открытия и напишется, наконец, великая мировая формула. Подставляя в нее пространственные координаты и время, можно будет мгновенно узнать, что происходило и что произойдет в любом месте и в любой момент.

По мнению Томсона, лишь «два темных облачка омрачали чистое небо классической физики» — опыт Майкельсона и распределение энергии в спектре излучения черного тела. Чуткого и проницательного Кельвина не случайно беспокоили эти опыты, показывающие, что с мировым эфиром не все в порядке. Классические опыты Физо неопровержимо доказывали, что эфир должен быть неподвижным относительно Земли. Но столь же неопро-

вержимый опыт Майкельсона доказывал обратное: эфир должен двигаться вместе с Землей.

Попытки объяснить излучение абсолютно черного тела с позиций классической физики наделяли эфир еще более таинственными, фантастическими свойствами. Выходило, например, что для ничтожного нагрева системы, содержащей эфир, необходимо бесконечно большое количество тепла. Или получалось, что вся энергия мира давно должна была бы перейти в эфир и излучаться в виде ультрафиолетовых лучей.

Кельвин недаром был обеспокоен этими «облачками», ибо самые сокрушительные удары классической физике нанесла теория относительности, объяснившая опыты Физо и Майкельсона, и квантовая теория, объяснившая фундаментальные принципы излучения черного тела.

Томсон понимал, что перемены неизбежны, но не мог отказаться от принципов, верность которым вела его вперед в течение всей его долгой жизни. Мимо него прошло открытие катодных лучей, электронов, рентгеновских лучей, радиоактивности. Не ожидая, когда разъяснятся старые понятия, наука шла навстречу новым. Стремление к разгадке мирового эфира стало казаться старомодным, и появилась дерзкая мысль вообще отделаться от этой фантастической субстанции. Неприязнь Кельвина к новым веяниям была столь велика, что он с подозрительностью отнесся к открытию рентгеновских лучей, считая даже, что это — мистификация.

В 1900 году, когда началось выдвижение кандидатов на награждение только что учрежденными Нобелевскими премиями, имя лорда Кельвина было названо одним из первых. И надо отдать должное мудрости Нобелевского комитета, который предпочел Кельвину Рентгена. Ученого, открытие которого положило начало новой физике, предугаданной Кельвином и пугающей его...

Такое неприятие новой физики не умаляет величия Вильяма Томсона, завершившего блестящую плеяду создателей классической физики. «Мощному гению В. Томсона было присуще труднейшее — чутье реальности: он повернул физико-математический анализ на путь действительного параллелизма с нею, доведя конкретность своих задач до технической приложимости». И благодаря этому качеству проницательного теоретика Кельвина

можно смело поставить в один ряд с самыми выдающимися изобретателями и инженерами прошлого столетия. Некоторые специалисты считают даже, что он входит в первую десятку самых продуктивных изобретателей, наряду с Эдисоном — изобретателем № 1, Элиху Томсоном — изобретателем № 2, Александром Беллом — создателем телефона, Генри Бессемером — создателем бессемеровского процесса и другими.

Голос через океан

Современному человеку, привыкшему к тому, что электричество сейчас освещает дома, движет лифты, трамваи и станки, может показаться странным, что всего сто лет назад телеграф был единственным практическим применением электричества. Единственным, но очень важным. Важным настолько, что за какие-нибудь 10—15 лет Европа и Америка оказались буквально опутанными телеграфными проводами. Кое-где телеграф преодолел даже водные преграды — в 1850-х годах первые телеграфные кабели пересекли Ла-Манш и Ирландский пролив. И вот тогда-то у предпринимателей все чаще и чаще стала мелькать мысль о прокладке трансатлантического кабеля.

Правда, дело-то было уж очень рискованное. И трудности изготовления и прокладки были здесь не главными. Сомнения вызывала принципиальная возможность телеграфирования на такие огромные расстояния. Эти сомнения подтверждались опытом эксплуатации англо-голландского кабеля: телеграфисты, работавшие на этой линии, не могли отделаться от впечатления, что электрические сигналы в кабеле как будто «замедляются». А чего же можно было ожидать от подводного кабеля длиной три тысячи километров? Не окажется ли скорость передачи настолько ничтожной, что затраты на его прокладку никогда не окупятся? И хотя предприниматели, вознамерившиеся проложить трансатлантический кабель, были готовы рисковать и достичь этой цели во что бы то ни стало, огромным облегчением для них оказалась опубликованная в 1855 году теоретическая статья Вильяма Томсона — молодого профессора из Глазго.

Вильям был пятым и самым одаренным ребенком в семье профессора Глазговского университета Джеймса Томсона. Его феноменальные способности позволили ему в 22 года занять кафедру натуральной философии в этом же университете и возглавлять ее в течение 53 лет!

Чародей Фурье сразу покори́л юного Вильяма. Гармонический анализ, разработанный великим французом для исследования явлений теплопроводности, стал на всю жизнь излюбленным методом Томсона. Его первая самостоятельная работа — распространение тепловых колебаний (суточных и годовых) в глубину земной коры — была попыткой приложить теорию Фурье к исследованию реальной задачи. И уже тогда он понял, что теория Фурье гораздо шире, чем предполагал ее создатель. Стоило лишь в уравнениях теплопроводности заменить разность температур разностью потенциалов, тепловые потоки электрическими, а теплопроводность электропроводностью — и в руках исследователя оказывался полностью разработанный могущественный математический аппарат для изучения электричества. Первая же попытка такого рода увенчалась открытием фундаментального закона — закона Ома.

Томсон сделал следующий шаг, применив метод Фурье для анализа гораздо более трудного случая — передачи телеграфного знака через трансатлантический кабель. Здесь провод так длинен, что было бы расточительством ждать, пока ток, включенный в Америке, установится и пойдет вдоль всего своего пути в Англию в полном соответствии с законом Ома. Томсон доказал: в длинном кабеле происходит не уменьшение скорости электрического тока, а сглаживание короткого, острого электрического импульса. Такой импульс, проходя по кабелю, «размывается» и на выходном конце превращается в медленно нарастающую по времени волну, постепенно достигающую максимума и постепенно исчезающую. Поэтому хотя на приемном конце кабеля электрический сигнал появляется почти мгновенно, он далеко не сразу достигает величины, необходимой для срабатывания приемной аппаратуры.

Профессор Томсон вычислил даже, что это «замедление» пропорционально квадрату длины кабеля. То есть, если задержка в кабеле длиной 300 км — 0,1 сек, то при длине 3000 км она в 100 раз больше — 10 се-

кунд! Уменьшить задержку можно увеличением диаметра провода или толщины изоляции. Если же диаметр провода и изоляции увеличивать пропорционально длине — задержка сигнала будет оставаться одинаковой независимо от длины.

Быстрее всех на эту статью среагировал некий Уайтхауз, бывший медик, который в 1855 году был главным электриком Атлантической телеграфной компании. Он обрушился на Томсона с колкими замечаниями, обвинил его в легковесном теоретизировании, которое полностью опровергается его, Уайтхауза, экспериментами. К счастью, мнение этого джентльмена в вопросах подбора кадров не было решающим, и правление в 1856 году пригласило Томсона на пост одного из 18 директоров компании.

Из спокойной камерной обстановки университетских аудиторий молодой профессор попал в суматошную неразбериху, предшествовавшую прокладке первого трансатлантического кабеля. Несмотря на директорский пост, Томсон уже не мог исправить многих технических ляпсусов, сделанных его предшественниками. Контракты на поставку кабеля были заключены до него, и, конечно же, это был самый невыгодный для быстрой передачи кабель с тонкой медной жилой. Никаких технических условий на качество меди вообще не существовало. И при всем этом приходилось еще отбиваться от «блестящих» идей, приходивших в головы высокопоставленных особ. Так, принц Альберт, супруг королевы Виктории, совершенно серьезно предлагал поместить весь кабель в длинную стеклянную трубу. Да и сотрудники компании не дремали: энергичный Уайтхауз провел эксперименты, доказывающие, что якобы «магнито-электрические токи в кабеле обгоняют токи напряжения в гуттаперчевой изоляции».

С кротостью мученика Томсон взялся за исправление того, что еще можно было исправить. В своей университетской лаборатории он с группой студентов исследовал образцы меди и установил, что малейшие примеси могут снижать ее электропроводность вдвое. Эти исследования не надолго прервались первой попыткой проложить трансатлантический кабель в 1857 году, которая по совершеннейшей новизне дела не удалась. Было решено повторить ее на следующий год, и вот теперь-то Том-

сон смог развернуться в полную силу. Он разработал технические требования на новый кабель, методику электрического испытания провода и организовал на одной из кабельных фабрик, быть может, первую в мире заводскую испытательную лабораторию.

Этой же зимой он изобрел свой знаменитый чувствительнейший зеркальный гальванометр. Установленный на приемном конце кабеля гальванометр должен был реагировать на первый, ничтожный ток пришедшего сигнала, и не нужно было дожидаться, пока ток достигнет максимума. Для этого подвижной элемент гальванометра пришлось сделать предельно легким. Крошечный кушочек намагниченной часовой пружины Томсон приклеил к маленькому зеркальцу, подвешенному на шелковинке внутри обмотки. Луч света, направленный на зеркальце, отражается на длинный белый экран. Отклонился зайчик влево — точка, вправо — тире. Существует легенда, что на идею зеркального гальванометра Томсон натолкнулся во время лекции, заметив, как быстро мечется по стенам и потолку аудитории зайчик, отраженный от его монокла, висящего на шнурке.

К лету 1858 года искусными руками Уайта — механика Глазговского университета, сменившего на этом посту знаменитого изобретателя паровой машины Джеймса Уатта, — был изготовлен первый зеркальный гальванометр, приспособленный для работы в условиях качки. Во время второй экспедиции этот замечательный прибор, установленный на судне-кабелепрокладчике, позволял непрерывно контролировать целостность линии и вести переговоры с берегом.

5 августа 1858 года прокладка кабеля успешно завершилась и на сцене появился уже известный нам Уайтхауз — главный электрик фирмы. Он гордо отверг тончайшие и точнейшие приборы Томсона и начал монтировать свою внушительную аппаратуру, в которой главный упор делался на увеличение мощности телеграфного импульса. Все это время кабель упорно молчал. Правление компании и публика заволновались, и Томсон, видя, что его рекомендации отвергаются Уайтхаузом, уехал из бухты Валенсия, где находилась станция трансатлантического телеграфа.

Спустя три дня после его отъезда кабель ожил и начался обмен телеграммами между Европой и Америкой.

Но странная вещь: телеграммы из Америки в Европу мчались гораздо быстрее, чем в обратном направлении. Поздравление английской королевы американскому президенту в 99 слов передавалось 16,5 часа! А такое же ответное послание было передано без единой ошибки за 67 минут. День проходил за днем, а кабель работал все хуже и хуже. Из Америки все время просили вести передачу медленнее и четче. Наконец, выведенный из терпения Уайтхауз заявил, что, судя по всему, кабель поврежден в нескольких милях от берега. Несмотря на строжайший запрет, он вышел в море и перерезал кабель якобы для ремонта. Такое нарушение правил вывело из себя директоров, и главного электрика с треском выгнали.

Явившийся для расследования Томсон легко разгадал загадку всех поразившего предпочтения, которое кабель оказывал телеграммам, идущим из Америки в Англию. Оказывается, промучившись со своей грубой приемной аппаратурой, удовлетворительно работавшей на коротких линиях, но совершенно непригодной для регистрации слабых искаженных сигналов трансатлантического кабеля, отчаявшийся Уайтхауз придумал ловкий трюк. Воспользовавшись отъездом Вильяма, он отключил свое патентованное приемное устройство и установил вместо него зеркальный гальванометр Томсона.

Опытный телеграфист, считывая сигналы этого чувствительнейшего прибора, тут же телеграфным ключом отстукивал текст, который в соседнем помещении регистрировался приемным устройством Уайтхауза и выдавался за текст, принятый непосредственно от трансатлантического кабеля. Поскольку на американском конце зеркального гальванометра не было, заокеанские телеграфисты мучились с малочувствительным аппаратом Уайтхауза. Их постоянные жалобы на низкое качество приема в конце концов побудили отчаявшегося электрика увеличить мощность передаваемых из Англии сигналов. Включив полутораметровые индукционные катушки, выдававшие электрические импульсы в 2000 вольт, он доканал и без того слабый кабель.

Сигналы проходили все хуже и хуже. Отправленные Томсоном в Америку зеркальные гальванометры уже не могли спасти положения: через 23 дня связь между кон-

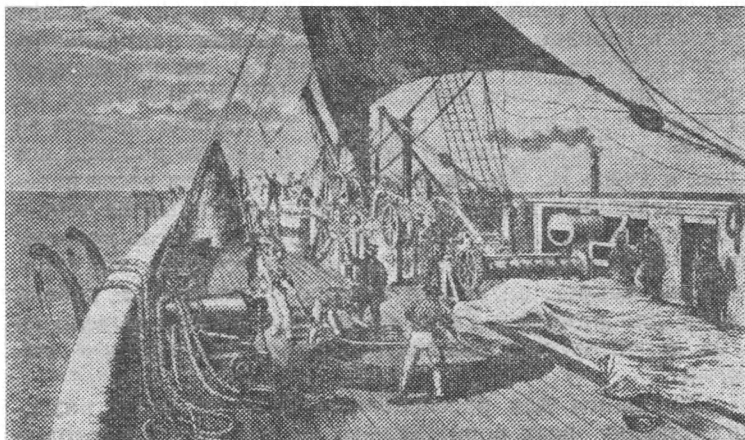


Рис. 6. Прокладка трансатлантического кабеля.

тинентами прекратилась. По странной иронии судьбы последним словом, переданным по кабелю, было слово «вперед!»

И как бы следуя этому призыву, энтузиасты трансатлантического телеграфа снова бросились на штурм в 1866 году. Новая попытка была произведена во всеоружии накопленного опыта. Толщина медной жилы теперь втрое превосходила толщину жилы первого кабеля. Для прокладки был арендован знаменитый пароход мира «Грейт Истерн» — самое крупное судно тех лет, вместившее в себя весь кабель. На кабелеукладывающей машине для предотвращения случайных обрывов установили тормоз, изобретенный Томсоном еще в 1858 году.

Осенью 1866 года Атлантику пересекли две тонкие нити электрического телеграфа, по которым можно было вести передачу со скоростью 12 слов в минуту.

Вместе с другими участниками экспедиции Томсон был удостоен всяческих почестей и королевой Викторией был посвящен в рыцари, получив право именоваться «Сэр Вильям». Но на этом еще далеко не кончились хлопоты профессора по трансатлантическому телеграфу. И в 1870-х годах он был так загружен работой, что не всегда мог пунктуально соблюдать твердый распорядок дня. Видимо, это случалось так часто, что любимый по-

пугай Томсона, завидя спешащего к обеду профессора, неизменно выкрикивал: «Опоздали, сэр Вильям! Снова опоздали!»

**«Если вы можете построить
механическую модель явления,
вы понимаете...»**

А работы и в самом деле было много. Томсона приглашали техническим консультантом все новые и новые телеграфные компании. И втянутый в непрерывное усовершенствование подводных трансконтинентальных кабелей, он был вынужден снова и снова убеждаться: дальнейший прогресс в телеграфии немыслим без научной разработки основ электротехники.

В то время электрические явления изучались на чисто качественном уровне. Все количественные оценки производились каждый раз по-разному, выбор единиц был произволен и зависел от аппаратуры, находившейся в распоряжении экспериментатора. В результате данные, полученные одним, оказывались совершенно бесполезными для других.

Прокладка первого трансатлантического кабеля с его гигантской протяженностью и огромной стоимостью дисциплинировала электротехнику. Кабель изготовлялся отдельными участками, и они должны были удовлетворять одному стандарту. Только в этом случае можно было сравнивать измерения, сделанные в разных местах и разными людьми. Выработка электрических стандартов легла на плечи Томсона, который с группой студентов-добровольцев произвел первые исследования для промышленности в бывшем винном погребе Глазговского университета. И лихорадочная, напряженная работа, приведшая к созданию качественного кабеля, сделала Томсона горячим приверженцем абсолютной системы мер.

В такой системе единицы всех физических величин с помощью законов природы выводятся из трех основных, принятых за исходные. Первую такую систему разработал великий германский математик Гаусс, связавший магнитные и механические понятия. Спустя несколько

лет, в 1851 году, другой немец — Вебер распространил абсолютную систему Гаусса на электромагнетизм. На долю Вильяма Томсона выпала следующая задача: указать, какие фундаментальные величины надо принять за исходные, чтобы получить самые удобные для практики электрические единицы. Положив в основу абсолютной системы мер механическое действие, Томсон показал, как можно выразить в абсолютных единицах электродвижущую силу гальванического элемента, и дал блестящий метод измерения электросопротивления по количеству тепла, выделившегося при протекании тока. Яркий сторонник абсолютной системы, Томсон добился того, что Британская научная ассоциация в 1861 году учредила комитет электрических стандартов, сыгравший большую роль в становлении электротехники.

Все скрытые в абсолютной системе единиц достоинства могли проявиться в полной мере лишь в том случае, если в распоряжении ученых, работающих в разных уголках земного шара, есть точные, стандартизованные измерительные приборы. Сейчас никого не удивляет мощный арсенал измерительных средств, которым располагает любая современная лаборатория. Томсону приходилось начинать на пустом месте, и он был вынужден изобрести почти все основные электроизмерительные приборы. Создание этих приборов проливает яркий свет на изобретательское творчество ученого.

Томсон не раз говорил своим ученикам: «Если вы можете построить механическую модель явления, вы понимаете; если не можете — не понимаете». Абсолютная система мер, сводящая все электрические и магнитные эффекты к механическим действиям, вероятно, очень соответствовала страсти Томсона строить в своем воображении механические модели. Изобретенные им электроизмерительные приборы вызывают восхищение тем, что их механизм буквально воспроизводит теоретические определения тех или иных величин. Создается впечатление, что Томсон внимательно, шаг за шагом продумывает физический смысл той или иной величины, а потом воспроизводит в металле процедуру ее определения.

Томсон изобрел важные приборы: электрометр и электродинамический мост для измерения статических и динамических электрических сил, квадрантный электрометр, градуированные гальванометры, вольтметры

и мосты, получив в общей сложности 23 патента на электроизмерительную аппаратуру.

Опыт электрических измерений очень пригодился Томсону, когда ему пришлось руководить работами по наладке трансатлантического кабеля. Последним из 11 патентов на телеграфную аппаратуру был патент на так называемый «сифон-рекордер», изобретенный в 1867 году. У зеркального гальванометра, несмотря на его замечательную точность, был серьезный недостаток: поскольку сигналы не записывались, а фиксировались визуально, работа телеграфистов была очень утомительной. И Вильям Томсон после прокладки кабеля продолжал думать над конструкцией записывающего аппарата.

В «сифон-рекордере» было несколько важных новин. В нем, в отличие от прежних приборов, Томсон заставил двигаться не магнит, а легкую проволочную обмотку. Движение этой обмотки передается изогнутой стеклянной капиллярной трубке, один конец которой погружен в ванночку с чернилами. Другой конец трубки может совершать колебания поперек протягиваемой часовым механизмом бумажной ленты. Чернила, электризуемые маленькой индукционной машиной, под действием электростатического притяжения мелкими капельками ложатся на бумагу, хотя сама трубочка не касается ленты. В результате сообщение вычерчивается на ленте в виде волнистой кривой.

Электроизмерительные приборы Томсона без каких-либо существенных изменений дожили до наших дней. И как это ни парадоксально на первый взгляд, причина подобной долгоживучести лежит в том, что Томсон не делал пионерских изобретений. В основе каждого его изобретения лежит чрезвычайно тонкий и точный анализ достоинств и недостатков устройства, анализ, как правило, не доступный изобретателю-пионеру. А чтобы внести усовершенствование после Томсона, надо было обладать его феноменальными математическими способностями и научной эрудицией. Любопытно, что если Томсон не мог приложить к изучению какого-нибудь механизма математический метод исследования, он попросту переставал относиться к нему серьезно. «Если вы можете измерить то, о чем говорите, и выразить результат в цифрах, вы знаете что-нибудь о предмете», — любил говорить он своим ученикам. И поэтому вполне закономерен курь-

езный случай, происшедший с ним в 1896 году в связи с предложением аэронавтического общества избрать Томсона своим почетным членом. «Я не имею ни малейшей веры в аэронавтику, если не считать, конечно, воздушных шаров, и не жду хороших результатов от полетов, о которых нам приходится время от времени слышать. И я думаю Вы поймете причины, по которым я отказываюсь быть членом Вашего общества».

Блестяще владея аналитическими методами в математике, он тем не менее тяготел скорее к геометрии, которая своей наглядностью ближе к реальным практическим приложениям. Он высоко ценил метод силовых линий, введенный в науку Фарадеем. «Старые математики не применяли ни диаграмм для того, чтобы люди лучше поняли их работу, ни слов для того, чтобы лучше выразить свои идеи. Они пользовались формулами и только формулами. Фарадей с его «силовыми линиями» и «эквивалентными поверхностями» был великим реформатором...» Своим студентам Томсон частенько демонстрировал, к чему приводит чрезмерное увлечение математическим формализмом. Лаплас, по его мнению, особенно грешил этим и часто не замечал простоты решений, к которым он приходил путем головоломнейших математических выкладок. Чистое теоретизирование было чуждо Томсону, и в этом он походил на знаменитого нашего академика А. Крылова.

«Каждое уравнение имеет физическое содержание, вы должны всегда пытаться понять его», — говорил Томсон студентам. «Не воображайте, что математика это что-то тяжкое, головоломное и противное здравому смыслу. Математика — это просто квинтэссенция здравого смысла».

«В душе я — моряк»

В жизни Томсона был такой удивительный случай, когда заказанная ему статья послужила причиной появления 14 изобретений. В 1874 году редактор вновь организованного журнала «Гуд ворлдс» попросил сэра Вильяма написать серию статей о морских компасах. Думая, что впереди приятная и нетрудная работа, Томсон принялся изучать литературу. И тут он с изумлением увидел, как несовершенны компасы, которыми вот уже 600

лет пользуются моряки мира. Статья отложена на 3 года, а профессор принимается переделывать морской компас.

Прежде всего картушка — намагниченный стержень, к которому прикреплен легкий диск с нанесенными на него делениями. Чтобы давать высокую точность, он должен быть предельно легким. И с этой точки зрения выгодно уменьшать диаметр. Но с такой картушки трудно считывать показания. Кроме того, во время шторма и при стрельбе она раскачивалась на острие иглы так, что компас вообще становился бесполезным. Моряки предпочитали большие картушки — иногда до 35 см. Они раскачивались меньше и пользоваться ими было гораздо удобнее. Зато они поневоле получались тяжелыми и точность их за-за большого трения была меньше.

Томсон понял, что с точки зрения точности картушка должна быть предельно легкой, а для устойчивости на качке ей необходимо придать большой диаметр. Как блестящему знатоку механики ему не стоило особых трудов найти правильное решение. Он сделал картушку не в виде диска, а в виде алюминиевого кольца, в центре которого на шелковинках закреплялась обойма для подшипника. Такая конструкция позволила снизить вес картушки почти в 10 раз (с 320 до 34 граммов), сохранив достаточно большой диаметр, необходимый для удобства считывания и устойчивости.

Но этим дело не кончилось. С тех пор как появились железные корабли, морские магнитные компасы стали беспощадно врать: ведь на их показания теперь оказывал сильное действие магнетизм железного корпуса. Некогда простенькое устройство обросло системой корректировки, состоящей из постоянных магнитов и железных шаров. Эту-то систему и взялся исследовать Томсон.

Будучи специалистом не только в механике, но и в теории магнетизма, он скоро убедился, что длинные намагниченные стержни, которые ставились на больших картушках, сами наводят сильное магнитное поле в железных шарах. В результате система не столько исправляет погрешности, сколько вносит их. Чтобы устранить этот эффект, нужно разнести шары на большое расстояние и одновременно очень основательно увеличить. По подсчетам Томсона для компаса «Грейт Истерн» понадобились бы шары в несколько сот тонн каждый!

Он пошел иным путем, заменив длинные стержни 6—8 короткими намагниченными иглами, которые, как перекладки веревочной лестницы, привязаны к шелковинкам картушки. На это изобретение Томсон получил английский патент. И с этого момента начались его мытарства. Чиновники Адмиралтейства не проявили никакого интереса к новому компасу. Королевский астроном Эри, осмотрев действующую (!) модель, заявил, что она работать не будет. Наконец терпение профессора лопнуло; войдя в пай с Уайтом, он организовал фирму и начал выпускать компасы своей конструкции. (Эта фирма в несколько измененном составе существует и поныне).

Торговые моряки оказались проницательнее военных. Капитаны торговых судов быстро оценили достоинства компаса Томсона, продукция фирмы начала бойко расходиться и в другие страны. Только после этого Адмиралтейство бросилось исправлять положение, в 1889 году установив компасы Томсона сразу на 20 боевых кораблях.

Компас далеко не единственное проявление интереса Томсона к морской тематике. Ведь он был гражданином Англии, страны, вся жизнь которой пронизана любовью и тягой к морю, страны, где трудно найти инженера или изобретателя, который в своем творчестве так или иначе не отдал бы дани морю.

В 1892 году Томсон был избран президентом института морских инженеров. И когда в своем ответном слове он заявил: «В душе я — моряк», он не грешил против истины.

Он каждую свободную минуту уделял морю. В 1870 году он купил 126-тонную шхуну «Лалла Рук», на которой совершал переходы до острова Мадейры. Это судно превратилось в настоящую плавучую лабораторию. Здесь были испытаны и все усовершенствования морского компаса и многочисленные конструкции лота, изображенного даже на гербе лорда Кельвина. Этот лот опускался на тонкой стальной струне, испытывавшей столь незначительное гидравлическое сопротивление, что можно было измерять глубину во время хода судна. На конце струны была закреплена головка — закрытая с одной стороны стеклянная трубка, на внутреннюю поверхность которой была нанесена тонкая пленка хромата серебра. При погружении воздух в трубке сжимается и морская

вода, проникая внутрь, смывает пленку. По длине смывтой пленки нетрудно определить глубину, на которую была опущена головка. На различные конструкции такого лота Томсон получил около десяти патентов.

К тому времени когда Томсон заинтересовался устройством маячных огней, изобретатели уже много сделали в этой области. Они изобрели мигающие и вращающиеся огни, дающие разные периоды миганий. По этому различию капитаны судов могли отличать один маяк от другого. Великий телеграфист, Томсон изобрел такой механизм маячного огня, который мог давать короткие и длинные вспышки, соответствующие точке и тире азбуки Морзе.

Немало времени потратил Томсон на изучение приливов и на постройку механической модели для их предсказания. Он был непременным участником совещаний и комитетов по выработке новых направлений совершенствования кораблей английского флота. И его голос был с теми, кто еще в 1900-х годах настаивал на применении паровых турбин на военных кораблях.

**«Все, что я говорю вам,—
очевидно»**

Даже при первом знакомстве с научным и техническим наследием Томсона поражаешься тому, как много он успел сделать. Достичь этого можно только одним путем: непрерывной работой. Томсон действительно работал непрерывно, никогда не останавливаясь, никогда не отдыхая. Где бы он ни был: в дороге, в гостях, на торжественном приеме — при нем всегда была одна из знаменитых «зеленых книжек», в которую он заносил все свои мысли, идеи, решения. Первая «зеленая книжка» была заведена, когда ему было восемь лет, и он вел записи всю жизнь не прерывая, исписав около сотни таких книжек. Он держал в голове так много научных фактов, что каким-то интуитивным видением обнаруживал необычные связи между явлениями. Тщательность и придирчивость, с которой он изучал любой заинтересовавший его вопрос, приводили к тому, что у студентов и знакомых было убеждение: «Сэр Вильям знает о предмете все, что только можно знать». Они чувство-

вали, что если он называл кого-нибудь «шарлатаном» и «показушником», то это и в самом деле так.

Приучив себя к основательности во всем, Томсон терпеть не мог те поверхностные взгляды и полуправды, которые часто приводят к более плачевным результатам, чем явные промахи. Его выводили из себя построения, основанные на внешних аналогиях: «не существует никаких связей между гармонией звуков и гармонией цвета». Особенно ополчался он на слово «таинственный», справедливо считая, что это синоним слова «непонятный» и не более. «В науке нет парадоксов,— говаривал он.— Их устранение это просто смена неправильных положений и мыслей правильными».

К этой внимательности и вдумчивости он стремился приучить и своих студентов: «В результате пристального разглядывания предмета, попыток понять его с помощью опытов, если он не под силу одному только вашему уму, вы убедитесь: все, что я говорю вам,— очевидно».

Профессиональная ясность мышления побуждала Томсона критически относиться к любителям ярлыков и педантических классификаций в науке. «Говорят, есть три вида рычагов: рычаги первого, второго и третьего родов. Я не помню, какие из них рычаги первого, какие второго и какие третьего рода, да это и не важно; во всех трех случаях рычаг поворачивается вокруг точки опоры — и этого достаточно».

В кругу гостей, за оживленной беседой он всегда держал на колене раскрытую зеленую книжку. Такая неспособность к полному отключению, вероятно, доставляла ученому немало неприятностей. Но зато, постоянно связывая в своих размышлениях факты научные и факты житейские, Томсон нередко испытывал радость, когда убеждался, что даже его случайные мысли начинают бежать по научному руслу. Джордж Стокс вспоминает, например, что обычная яйцеварка становилась объектом научного анализа для сэра Вильяма. Оказываясь в гостях у Стокса, он каждый раз негодовал, что процесс варки ведется «не по науке». И тут же набрасывал программу исследований, которые необходимы для того, чтобы сварить яйца с наименьшей затратой топлива.

Во время лекций он часто отвлекался от основной темы и начинал думать вслух, что давало возможность увидеть методы подхода Томсона к научной проблеме.

Ни одна его лекция не была точной копией предшествующих. В них появлялись все новые и новые идеи и проблемы. Говорили, что Томсон, быть может, единственный ученый, делавший открытия во время лекций.

Впрочем, студенты понимали своеобразие своего лектора, отдавали себе отчет в том, что истинное достоинство лорда Кельвина как преподавателя не в том, как он излагает те или иные научные истины, а в духовном обаянии его личности.

Лекции Томсона, даже когда какая-нибудь частность не уводила его в сторону от темы, были далеко не простыми. Многие склонны считать эту сложность изложения следствием всего научного склада Кельвина. Знаменитый однофамилец Кельвина профессор Джи Джи Томсон — первооткрыватель электрона — писал, что лорд Кельвин «был аномалией в физике в том смысле, что будучи хорошим излучателем, был плохим поглотителем. Это приводило к тому, что почти все проблемы ему приходилось продумывать и решать самостоятельно, и мне кажется, это было очень полезно для науки. Во время чтения мысль редко бывает так активна, как во время самостоятельного исследования. Я думаю, что он достигал более глубокого проникновения в предмет, разрабатывая его самостоятельно с самого начала, чем если бы просто следил за изложением».

Лекции и научные труды Томсона плохо усваивались другими еще и потому, что он склонен был придумывать новые научные термины. Но эта способность, свойственная всем плодотворным ученым, будучи обременительной для студентов, обогатила науку такими точными и важными терминами, как «кинетическая энергия», «проницаемость», «аллотропия», «омическое сопротивление».

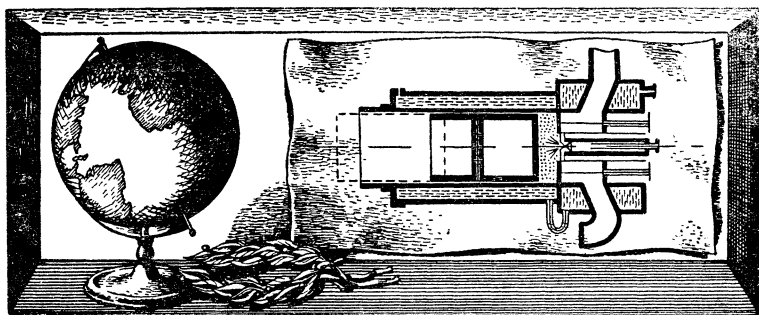
В творчестве Кельвина не было спада. Он работал с неослабевающим напряжением до последнего дня. Всего за несколько часов до своей смерти, лежа в постели, он закончил очередную статью, опубликованную личным секретарем уже после его кончины.

* *

*

В Вестминстерском аббатстве они похоронены рядом — Исаак Ньютон и Вильям Кельвин, два человека, сделавшие для классической физики, быть может, боль-

ше, чем кто-либо другой. Есть немало общего и в их научных интересах. Оба — прекрасные геометры. Оба — изобретатели научных приборов. Оба — блестящие администраторы. Ньютон административные способности проявил на посту главы монетного двора при королеве Анне, а Томсон — на директорских постах многочисленных предприятий и фирм викторианской эпохи. Но от Томсона требовалось и такое качество, которого не было у его великого предшественника, — умение работать с научным коллективом. Лаборатория сэра Вильяма в Глазговском университете была первой научной лабораторией, выполнявшей заказы промышленности. И именно ее руководителю принадлежала честь первому перекинуть мост между камерной жизнью научных центров и хлопотливой техникой, мост, которому XX век обязан своими наивысшими достижениями.



МИФ О ДИЗЕЛЕ

В наше время большинство людей со словом «дизель» связывают представление о двигателе внутреннего сгорания, работающем на тяжелом жидком топливе. И многие нередко с удивлением узнают, что каких-нибудь 80—90 лет назад это слово знали лишь друзья и знакомые Рудольфа Дизеля — германского инженера, которому человечество воздало редкую и высокую честь, начав писать его имя с маленькой буквы...

«Черная возлюбленная» Рудольфа Дизеля

В маленькой лаборатории, пропахшей маслом, керосином и дымом, прерывистый стук стоящей на стенде машины заглушал привычный деловой гул большого машиностроительного завода. И вдруг пресеклось хлопанье широкого кожаного ремня. Огромное маховое колесо резко дернулось и только что провисавшая ветвь ременной передачи натянулась, как струна.

Мастер в аккуратной рабочей блузе, который наблюдал за машиной с деревянной платформы, торжествуя приподнял над головой кепку. Высокий моложавый мужчина, увидевший снизу этот жест, тотчас понял, в чем

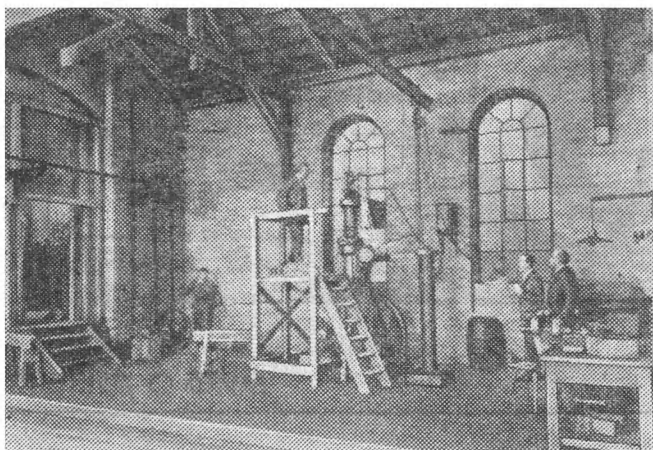


Рис. 7. Испытание первого двигателя Дизеля (фотография с музейного макета).

дело: машина приняла нагрузку на себя. Он легко взбежал по деревянной лесенке и молча пожал руку помощнику.

В этот ненастный серый день — 17 февраля 1894 года — двигатель, испытывавшийся на стенде, проработал всего одну минуту. Но эта минута стала исторической и для техники, и для Рудольфа Дизеля.

В правильности теоретических принципов, положенных в основу конструкции, Дизель не сомневался ни секунды. Но как опытный инженер, он понимал, какая пропасть лежит между идеей и ее осуществлением, сколько работы, изнурительных и скрупулезных исследований и неудач лежат на пути к успеху.

Первые неполадки не обескураживали Рудольфа — он был готов встретить их. Его не удивило то, что собранный и смонтированный на стенде двигатель не мог даже вращаться самостоятельно и что его пришлось приводить в движение от трансмиссии. Уже на этой стадии понадобилось внести массу усовершенствований и провести множество мелких испытаний. И тем не менее в первом запуске удалось получить давление всего 18 атмосфер — в четыре раза меньше расчетного! Полностью

перепроектировав клапаны, Дизель ухитрился довести давление до 33—34 атмосфер. И хотя это было вдвое меньше расчетного, рабочая группа Аугсбургского машиностроительного завода 10 августа 1893 года решилась произвести первый впрыск топлива. Запела трансмиссия, раскручивая маховик машины. Все застыли на своих местах. Рудольф Дизель и его коллега Люсьен Фогель впились взглядами в индикатор давления. Уловив нужное положение поршня, механик произвел первый впрыск бензина. Резко скрипнуло перо самописца, рванувшись к отметке — 80 атмосфер! Но ему не суждено было дочертить индикаторную диаграмму до конца: резкий взрыв раздробил индикатор. Куски металла и стекла брызнули в лица Дизеля и Фогеля. Лишь редчайшая, счастливейшая удача спасла их от верной смерти.

Сама машина не пострадала. На следующий же день индикатор заменили и испытание возобновилось. Но опять стены лаборатории дрогнули от взрыва. Густые клубы черного дыма повалили из выхлопной трубы и густой слой сажи покрыл машину. Вбежав на платформу, Рудольф увидел развороченную головку цилиндра и вырванные напроочь клапаны и поршень.

Спустя много лет в одной из своих лекций Дизель объяснил, почему он все же считал удачными испытания первой машины, которая не сделала даже и одного оборота. «При первом же впрыске топлива произошел чудовищный взрыв, едва не убивший автора. Но автор узнал как раз то, что он хотел. Взрыв доказал, что можно сжать воздух до такой степени, что впрыснутое в него топливо само вспыхивает и сгорает».

По-видимому, так же думал и глава Аугсбургского завода Генрих Буц. На отчете, представленном ему Рудольфом, он написал: «На этой несовершенной модели доказана практическая осуществимость основного принципа».

Такая резолюция, естественно, максимально ускорила постройку новой, более совершенной модели, которая уже в январе 1894 года украсила собой испытательный стенд. Месяц ушел на отработку и доводку узлов, и в феврале начались испытания второй модели.

Дизель был уверен, что эта машина сможет работать самостоятельно. Его волнение и напряжение передавалось помощникам. И, быть может, именно поэтому изме-

нение натяжения приводного ремня не ускользнуло от настороженного взгляда механика Линдера...

Рудольф ликовал. Он вызывает в Аугсбург жену, чтобы она могла, наконец, полюбоваться на его «черную возлюбленную». Он с упоением читает сообщение о том, что на бирже акции Аугсбургского завода поднялись в цене благодаря новому мотору, разработанному этой фирмой. Он мчится во Францию, чтобы договориться о создании новых фирм, которые начнут изготавливать его двигатели. Однако около 20 лет спустя он довольно скромно оценивал значение второй модели: «Около нее опасно было стоять...» Но она дала автору первые индикаторные диаграммы всего цикла. Такая осторожная оценка не случайна: спустя 20 лет Дизель уже знал, что последовало за первым успехом. За ним последовали неприятности.

Самая серьезная — неполное сгорание жидкого топлива в цилиндре. Перепробовав десятки конструкций, Дизель в отчаянии решил даже вовсе отказаться от жидкого и перейти на газообразное топливо. Только тщательно отладив и исследовав работу машины на светильном газе, Рудольф решился сконструировать третью модель. «Первый двигатель не работает, второй работает несовершенно, третий будет хорош!»

Третий действительно оказался хорош. Испытания и последующие усовершенствования показали, что эта машина, развивающая 34 л. с. при 300 об/мин., одинаково хорошо работает на газойле, керосине, светильном газе, что она потребляет мало топлива, что ей не нужна капризная и ненадежная система зажигания, что большинство других двигателей уступает ей по многим показателям.

«Я — специалист по холоду...»

Смутна и томительна пора вступления человека в юность, в тот возраст, когда ослабевают стеснительные, но надежно поддерживающие человека узы ученичества, подчиненности, пассивности, когда впервые он познает тяжкое бремя ответственности за самостоятельные решения, когда поверяется практикой доброкачественность раннего опыта.

Для 15-летнего Рудольфа Дизеля такая пора настала весной 1873 года, когда его решение стать инженером впервые столкнулось с намерением отца сделать из него переплетчика. Впрочем, отца трудно было обвинить в самодурстве: семья Теодора Дизеля — переплетчика из Аугсбурга, обосновавшегося в Париже, — стояла на пороге нищеты. Нищета сразу бросилась в глаза Рудольфу, приехавшему в Париж к родителям после трехлетней разлуки. Пять месяцев, проведенных дома, навсегда остались для него кошмаром, непрерывным мелочным испытанием твердости принятого им решения. И когда, наконец, пришло извещение о зачислении Рудольфа в политехническую школу в Аугсбурге, он с облегчением покинул отчий дом.

За последним вагоном поезда, уносящего его обратно в Германию, Рудольф словно оставлял детство, проведенное в Париже, учебу в протестантской школе, темные пустынные залы Музея наук и искусств, где он провел столько часов, срисовывая машины и механизмы. Позади оставался страшный 1870 год — год ненависти и крови, когда франко-прусская война изгнала из Франции сотни немцев. Позади — штормящий Ла-Манш, играющий паромом с приютившимися на палубе изгнанниками. Позади — скитания Дизелей по холодному и мрачному Лондону в поисках пристанища. Позади — мучительное путешествие 12-летнего Рудольфа из Лондона в Аугсбург. Позади — три счастливейших года в училище и гостеприимство профессора Барникеля — дальнего родственника Дизелей.

А впереди? Впереди — заветная инженерная карьера. И Рудольф не сомневался, что достигнет поставленной перед собой цели.

Введя жесточайшую экономию, подрабатывая уроками, он упорно изучал предметы, которые считал особо важными для инженера. Спустя 2 года он окончил политехническую школу в Аугсбурге с оценками, лучшими за все время ее существования — 11 «отлично» из 12 возможных. Сам директор Мюнхенского политехникума, проэкзаменовав его, тут же предложил стипендию и место в этом знаменитом учебном заведении.

В Мюнхене Рудольф не потерял даром ни одного часа. Его фигуру в синем халате часто можно было заметить в лаборатории, в мастерской, в чертежной. Его

всегда можно было обнаружить на лекциях профессора Карла фон Линде — создателя множества холодильных и льдоделательных машин и установок для сжижения воздуха. Пожалуй, никто не оказал столь сильного влияния на судьбу Рудольфа Дизеля, как профессор Линде. Именно он привил Рудольфу, ставшему его любимым учеником, вкус к холодильной технике и именно он на одной из своих лекций заронил в голову Дизеля идею, которая, спустя 20 лет, явилась миру в виде знаменитых «дизель-моторов».

Болезнь и нервное истощение в конце концов свалили Рудольфа. Он не смог сдать выпускных экзаменов вместе со всеми. Профессора политехникума позднее собрались специально для того, чтобы проэкзаменовать одного Рудольфа. С блеском ответив на все вопросы, Дизель был признан достойным самой высшей награды, а улыбающийся Линде предложил похлопотать насчет места для Рудольфа на одной из холодильных фабрик Парижа. Но Дизель предпочел вакантное место на известной швейцарской фирме братьев Зульцер.

И все-таки ему не удалось миновать Парижа. Завод братьев Зульцер — крупное по тем временам машиностроительное предприятие — поставлял свою продукцию — котлы, насосы, резервуары — во многие страны. Молодой инженер, пройдя предварительно слесарную, токарную и другую практику, был поставлен на сборку холодильных машин Линде. А поскольку львиная доля этих установок шла в Париж, туда в марте 1880 года отправился и Рудольф Дизель.

Здесь «холодильная лихорадка» захватила молодого инженера. Представляя интересы профессора Линде во Франции, он лучше, чем кто-либо другой, знал, как рестораны, пивоварни, кондитерские расхватывают холодильные машины. И он решил тоже попытать счастья. В середине 1881 года Рудольф писал сестре: «Мне приходится работать за дюжину негров, но я, говорю тебе, добьюсь успеха». В этом году он получил свой первый патент на установку для замораживания льда в бутылках, а спустя еще месяц — на способ получения кристаллического столового льда.

Линде, хотя и оставался по-прежнему расположенным к своему бывшему ученику, без энтузиазма отнесся к его изобретениям, и Рудольф решил осуществить их

самостоятельно. Он разослал свое предложение на несколько крупных машиностроительных заводов.

Раньше всех прислал свое согласие Аугсбургский машиностроительный завод, который позднее сыграл решающую роль и в жизни Рудольфа Дизеля, и в судьбе его знаменитого двигателя. Однако построенные через год холодильные машины не принесли Дизелю никакого дохода. Не искушенный в юридических тонкостях, он слишком поздно узнал, что, хотя патент принадлежит лично ему, все финансовые переговоры может вести только Линде, у которого он находится на службе. Это событие заставило Рудольфа призадуматься: оставаясь на службе у Линде, он автоматически лишался прав на все изобретения, которые мог сделать в будущем. С сожалением и грустью Дизель решил расстаться с Линде.

Бывший служащий профессора вернулся в Париж независимым инженером и коммерсантом. Будущее представлялось 25-летнему Рудольфу радужным: холодильный бум продолжался, доходы молодого коммерсанта возросли в 30 раз. Он был влюблен и был любим очаровательной женщиной — Мартой Флаше. И едва ли преуспевающий инженер мог тогда предполагать, что каких-нибудь 6—7 лет спустя начнется застой в промышленности и что профессору Линде снова придется беспокоиться о своем уже обремененном семьей ученике, что, получив права на продажу холодильных машин профессора в северной и восточной Германии, ему снова и навсегда придется вернуться на родину. На первых порах — в Берлин.

К этому времени репутация Дизеля как специалиста по холодильным установкам соперничала со славой самого Линде. И Мюнхенский политехникум имел все основания присудить ему почетную докторскую степень.

Примерно тогда же Рудольф Дизель начал именовать себя не инженером-механиком, как раньше, а инженером-теплотехником. И это, казалось бы, незначительное изменение титула как будто подвело итог его карьере холодильщика, как будто зафиксировало его внутреннюю готовность к самому крупному изобретению — знаменитому двигателю, который принес ему богатство и разорение, всемирную славу и мучительные страдания, который, в конечном итоге, стал причиной его таинственной и трагической смерти.

Паровые машины появились и распространились по свету задолго до того, как возникла термодинамика — наука, объясняющая их работу. Быть может, именно поэтому вплоть до конца XIX века среди творцов тепловых двигателей предприимчивые самоучки встречаются гораздо чаще, чем ученые: горный мастер Ползунов, университетский механик Уатт, кораблестроитель Эриксон, священник Стирлинг, коммивояжер Отто.

Совсем иначе пришла в наш мир холодильная техника. Наука здесь взяла реванш, ученые оттеснили на задний план инженеров. Среди людей, проложивших путь к низким температурам, не редкость имена профессоров и докторов наук: лорд Кельвин, профессора Линде, Пикте, Дьюар, Рамзай, Вроблевский, Каммерлинг-Оннес... Но по-настоящему вернуть долг технике термодинамика смогла лишь тогда, когда в промышленности стал вопрос не просто о новом, но о самом экономичном новом тепловом двигателе. Для такой задачи понадобился человек, совмещающий в себе таланты образованного ученого и практического инженера. Рудольф Дизель как будто самой судьбой предназначался на эту роль.

Подспудная, неосознанная идея, мысль о совершенном тепловом двигателе витала в его голове, словно дожидаясь своего часа. Сам того не подозревая, он зафиксировал ее первое прикосновение. Это случилось в Мюнхене, в 1878 году на лекции профессора Линде, рассказывавшего о том, что из тепла, выделяемого при сжигании топлива, в паровой машине в полезную работу превращается всего 6—10%, все же остальное улетает в трубу. Чудовищная расточительность парового двигателя, считавшегося тогда образцом совершенства, так поразила Рудольфа, что тут же на полях тетради он записал: «Обдумать возможность практического использования изотермы».

Беспокойная жизнь коммерсанта, женитьба, «холодильные» изобретения отнимают у него бездну времени, но даже они не смогли изгнать из его головы мысль о взволновавшей его проблеме. «Я мчусь из города в город и еле нахожу время, чтобы подумать о доме; я всегда думаю о своем двигателе и о своем будущем; день и ночь мысли о них не оставляют меня». Лишь в конце

1880-х годов Рудольф смог заняться двигателем вплотную. Ему казалось, успех близко, стоит лишь заменить водяной пар аммиаком. Арендовав небольшую мастерскую и наняв 4 рабочих, он начал строить аммиачную машину.

Дизель рассчитывал справиться с этим быстро. Однако все оказалось гораздо сложнее, чем он предполагал. Рабочие трудились по 10 часов в сутки, сам Рудольф — по 20. Едкий аммиак, просачиваясь сквозь мельчайшие зазоры, жег глаза, разъедал носоглотку, вызывал жуткие головные боли. «Боль сводит меня с ума, вызывает во мне ужас!» — писал он в это время. Тем не менее дело подвигалось. «Я работаю как лошадь, и, если я не переоцениваю слишком сильно своих способностей, такая работа должна увенчаться успехом, ошибки здесь не может быть».

«Моя машина подвигается. До завершения работы осталось ждать недолго. У меня нет никаких сомнений. Если не эта, то другая, я должен достичь успеха и достигну его».

Увы, испытания аммиачной машины не оправдали надежд Рудольфа. Правда, по экономичности она превзошла паровую. Но тем не менее Дизель не решился представить ее на Всемирную выставку 1889 года: он понимал, что она взрывоопасна, и представлял, к каким страшным последствиям может привести этот взрыв.

С грустью и завистью рассматривал Дизель экспонаты выставки. В отдельном павильоне на постаменте гордо возвышался первый трехколесный автомобиль Бенца. Несколько четырехтактных бензиновых двигателей Даймлера наполняли воздух ревом и вонью. А неподалеку на коротких рельсах стоял первый трамвай с мотором того же Даймлера. Снова и снова Рудольф убеждался, как нужен промышленности надежный, компактный, экономичный двигатель.

Переезд в Германию прервал работы над аммиачной машиной, Рудольф, казалось, охладел к ней. Но когда в одной из своих поездок он встретил Мюллера, школьного товарища, занявшегося электропередачей, сердце его заняло. Вернувшись в Берлин, он возобновил эксперименты с аммиачным двигателем. Однако очень скоро он вынужден был поставить на этой идее крест: ам-

миак оказался слишком ядовитым и опасным рабочим телом.

Много лет спустя Дизель рассказывал известному термодинамику Цейнеру: «Мысль на практике осуществить нагрев, не сопровождающийся внутренними потерями, долго не давала мне покоя. Сначала мне казалось, что, используя перегретые пары аммиака, можно приблизиться к такому нагреву, и я несколько лет работал в этом направлении. Лишь позднее мне пришло в голову попытаться использовать не перегретые пары, а воздух или продукты сгорания».

Приняв это решение, Рудольф уже не мог не изобрести дизель-мотора. Всего через несколько месяцев, наполненных лихорадочной работой, перепиской и спорами с германским патентамтом, бессонными ночами и головными болями, он 28 февраля 1892 года получил патент № 67207 на «Рабочий процесс и способ выполнения одноцилиндрового и многоцилиндрового двигателя», оказавшийся одним из самых дорогостоящих патентов мира.

Сердце этого знаменитого изобретения — необыкновенно остроумный способ воспламенения топлива в цилиндре. Вместо электрической искры, язычка пламени, раскаленной форсунки или платиновой черни Рудольф предлагал быстрым и сильным сжатием нагревать воздух в цилиндре до температуры, превышающей точку воспламенения топлива.

Биографы до сих пор строят догадки, пытаясь узнать, что натолкнуло Дизеля на эту идею. Они припоминают: в физическом кабинете Аугсбургской политехнической школы хранилось «воздушное огниво», изобретенное во Франции в начале века. Когда поршень «огнива» быстрым движением вгонялся в толстостенный стеклянный цилиндр, воздух в нем раскалялся от сжатия до такой степени, что воспламенял трут. «Не это ли устройство натолкнуло Дизеля на его изобретение?» — интересуются биографы.

Думается, на этот вопрос можно уверенно ответить: «Нет!»

Рудольф шел к изобретению своего двигателя не как самоучка-конструктор, а как инженер-холодильщик, он руководствовался не интуицией практика, а анализом теоретика. Задавшись честолюбивой мыслью — постро-

ить самый экономичный двигатель, предложенный еще в 1824 году французским офицером Сади Карно,— он тщательно изучил его единственный бессмертный трактат «Рассуждения о движущей силе огня». И он прочувствовал главный вывод уникальной работы: «В телах, употребляемых для развития движущей силы, не должно быть ни одного изменения температуры, происходящего не от изменения объема». Смысл этого утверждения ясен: по мысли Карно, в максимально экономичном двигателе нагревать рабочее тело до температуры горения топлива необходимо одним лишь «изменением объема», то есть быстрым сжатием. Когда же топливо вспыхнуло, надо ухитриться поддерживать температуру постоянной. А это возможно только тогда, когда сгорание топлива и расширение нагреваемого газа идут одновременно.

Вот откуда взялся метод воспламенения топлива от сжатия. Вот почему для Рудольфа он был не просто ловким, удачным решением чисто конструкторской задачи, но принципиальной особенностью, которой его двигатель обязан своей высокой экономичностью.

Дизель верил в перспективность своей машины. Она должна была быть простой в управлении, более легкой и компактной, чем другие двигатели тех лет. Тогда не было еще крупных электростанций и всюду, где сейчас работают электромоторы, требовались маленькие надежные автономные движки. Их ждали дантисты, часовщики, столяры, велосипедные механики. Они нужны были для привода швейных и стиральных машин, мясорубок и овощерезок в ресторанах, печатных и металлорежущих станков. Не имея топки, котла, трубы, новые двигатели могли найти себе применение всюду: на транспорте, в энергетике, в городском хозяйстве, в быту. Но помимо конструктивных удобств у них было еще одно качество — высокая экономичность.

Тем более удивляло Рудольфа отсутствие интереса к его изобретению. Не видя у своих дверей толпы заказчиков, жаждущих купить лицензию, он решил сделать первый шаг сам. В марте 1892 года Дизель предложил Аугсбургскому машиностроительному заводу построить опытный образец. Но технический персонал завода высказался против столь «взрывчатой» машины. Рудольфа ошеломил этот отказ. Он понимал, какая тяжелая и

сложная работа предстоит ему впереди. На какое-то время он растерялся. И тогда Марта предложила издать брошюру, чтобы распространить информацию о новом изобретении. Брошюра «Теория и конструкция рационального теплового двигателя, призванного заменить паровую машину и другие ныне существующие двигатели» еще не вышла из печати, как Аугсбургский завод изменил свое решение. 21 февраля 1893 года, через 15 лет после появления первой записи на полях студенческой тетради, Дизель подписал контракт с дирекцией Аугсбургского завода. За исключительное право постройки новых двигателей в Южной Германии завод брался изготовить и испытать опытный образец.

Лавры и тернии успеха

Строительство на улице Марии-Терезии взбудоражило умы многих мюнхенцев. Можно было подумать, что кому-то пришла фантазия построить первый в баварской столице небоскреб: такой глубокий и обширный котлован выкопали строители. А когда каменщики начали свою работу, обыватели с изумлением увидели, что стены строящегося здания — двойные: будущие обитатели пожелали оградить себя от уличного шума. По мере того как росли стены, горожане узнавали все новые и новые ошеломляющие подробности о вилле, которую строил для себя инженер Дизель. Выяснилось, например, что сверхглубокий подвал превратился в зал для катания сыновей Рудольфа на велосипедах во время дождя. В центре дома — огромный двухэтажный зал с громадным камином. Столовая с тяжелой мебелью и пальмами, пять мраморных ванных комнат, кухня, «самая современная в Мюнхене», салон в стиле Людовика XV, зимний сад со стрельчатыми окнами, выходящими в летний сад с фонтаном и статуями.

На втором этаже искуснейшие мастера отделявали самый роскошный кабинет, в котором когда-либо приходилось работать Дизелю. Рядом с домом квалифицированнейшие механики монтировали станки в небольшой, но прекрасно оборудованной мастерской. А пока возводилось все это великолепие, оцениваемое знающими людьми в миллион марок, Дизели жили в дорогой квар-

тире на центральной улице Мюнхена. Детей Рудольфа воспитывала французская гувернантка, а местное художественное светило старательно выписывало маслом портреты Рудольфа и Марты в благородных позах.

Изобретатель Дизель оказался неплохим торговцем: за каких-нибудь пять-шесть лет он ухитрился выручить от продажи своего изобретения несколько миллионов.

Потребность в экономичном двигателе была тогда так велика, что финансовый успех пришел к нему раньше, чем технический. Не прошло и месяца после подписания контракта с Аугсбургским заводом, как проявил заинтересованность в деле Крупп, согласившийся объединить свои усилия с Аугсбургом. Окрыленный этим успехом, Дизель предложил своим старым знакомым из Винтертура «Братьям Зульцер» заняться его изобретением. Осторожные швейцарцы предпочли подождать завершения испытаний опытной модели, но выразили готовность выплачивать Рудольфу 20 тысяч марок в год за право приобрести монопольные права на его изобретение в будущем. «Я заинтересован не в деньгах, а в том, чтобы именно вы взялись за производство машины», — гордо ответил им Дизель. Однако устоять перед искушением не смог: спустя месяц, подписав контракт, он получил деньги, от которых вначале так красиво и гордо отказался.

Испытание второй модели, вызвавшее волнение на бирже, подготовило почву для новых контрактов и подогрело интерес к «аугсбургскому чуду». Заинтересованные фирмы во Франции и Бельгии выразили готовность заключить с Рудольфом лицензионные соглашения.

Успех третьей модели вызвал настоящее паломничество в Аугсбург. Первыми прибыли сюда представители фирмы «Отто-Дейтц» — крупнейшего производителя двигателей Отто в Европе. Уплатив Дизелю 50 тыс. марок, фирма обязалась выплачивать от 20 до 30% стоимости каждой проданной машины. Вслед за ними появились доверенные лица шотландской фирмы «Мирлиз, Ватсон и К°». С ней Дизель заключил контракт в Глазго. Оттуда он поехал к Зульцерам.

Тем временем во Франции возникла новая компания по производству дизель-моторов, вручившая Рудольфу на 600 тыс. франков акций. Но самые крупные заказчи-

ки еще не включились в игру: своего веского слова не сказали фирмы Америки и России.

В конце прошлого столетия город Сент-Луис в США иногда в шутку именовали «Бушбергом», ибо именно здесь обосновался крупный пивной магнат Адольфус Буш. Решив заняться какой-нибудь новой отраслью техники, Буш остановил свой выбор на заграничной новинке — дизель-моторе. В сентябре 1897 года он встретился с Дизелем в Баден-Бадене.

Пока поднимались тосты и произносились приветственные речи, Рудольф лихорадочно прикидывал, сколько запросить с американца, сорившего деньгами. Не без внутреннего трепета назвал он свою цену — миллион марок. Без тени колебания и удивления Буш выписал чек и велел заготовить контракт.

Зимой следующего 1898 года двигателем Дизеля заинтересовалось «Товарищество братьев Нобель», за 600 тыс. марок откупившее у изобретателя право на производство и продажу его машин в России.

За пять лет в маленькой лаборатории Аугсбургского завода побывали представители германских, французских, русских, английских, американских, датских, австрийских, венгерских, норвежских фирм. Почти каждое из этих посещений оканчивалось заключением лицензионного контракта с Рудольфом Дизелем — и в этом секрет его быстрого обогащения. Наконец, в 1898 году изобретатель решил основать в Аугсбурге новую компанию с собственным участием.

По странной иронии судьбы ему пришлось откупить у объединения Аугсбург-Крупп часть прав на производство своих двигателей в Германии. «Все равно, что покупать сидр, сделанный из яблок с собственной яблони», — шутил по этому поводу Рудольф.

Его радовало стремительное распространение изобретения, пьянило быстрое обогащение. Но истинным триумфом, часом настоящего его торжества стали в эти годы два события: Кассельский съезд германских инженеров и Вторая выставка двигателей в Мюнхене.

К 1902 году 31 компания в 11 странах мира купила лицензию у Дизеля. К этому времени на нашей планете работало 359 его двигателей общей мощностью 12 367 л. с. Но в монолитном пьедестале успеха уже зияли непрерывно расширяющиеся трещины, которые со

временем погубили изобретателя: количество патентных неприятностей, технических неполадок и финансовых неудач становилось все больше и больше. Оно неуклонно становилось ближе к 12 367, чем к 359.

Это началось давно, еще в 1893 году, когда Рудольф должен был выдать исходные данные Аугсбургскому заводу для проектирования экспериментальной модели. Он понимал: чтобы достичь температуры сгорания топлива $1800\text{--}2000^\circ\text{C}$, воздух надо сжать до 250—300 атмосфер, то есть в 5—6 раз выше, чем освоенные тогда давления. Другая сложность — как поддерживать постоянной температуру при расширении газов? Как защитить цилиндр от действия фантастически высоких температур?

Самая первая машина не сделала еще и первого оборота, а Дизелю уже пришлось пересматривать идеи, заложенные в основу его знаменитого патента № 67207. Сжатие до 250—300 атмосфер он заменил в 8—10 раз меньшим: лишь бы топливо воспламенилось. Вместо того чтобы поддерживать постоянной температуру, он решил поддерживать постоянным давление. Чтобы защитить цилиндр, применил водяное охлаждение, сильно снизившее экономичность, которую он сам считал важнейшим достоинством своего двигателя. Так потихоньку, без афиширования появился второй патент № 82168, по сути дела отменивший все выгоды двигателя, заявленные в первом.

Великолепный, недостижимый Сади Карно оказался пророчески прав, говоря, что экономия топлива «при многих обстоятельствах второстепенна, часто должна уступать первенство надежности, прочности и долговечности машины, малому занимаемому месту, дешевизне ее установки»... В свое время Рудольф не усвоил этой великой инженерной заповеди. Это помогло ему сделать изобретение. Зато теперь он не сразу понял, что, уступив требованиям практичности, он не только низвел свое изобретение с высот теоретической безупречности до уровня чисто конструкторской находки, но и открыл для других возможность оспаривать его права.

Кроме тяжб, возникли сотни других неприятностей, вызываемых курсом акций, жалобами заказчиков, неполадками и авариями двигателей. Новомодное американское изобретение — телефон, который он поспешил уста-

новить у себя дома,— превратилось для него в источник мучений, сообщавший о все новых и новых неприятностях.

Подводя итоги

Корректный, затянутый в черный узкий фрак, Рудольф Дизель стоически выслушал длинное и высокопарное представление его публике и, коротко и сдержанно поклонившись в ответ на дружественный всплеск аплодисментов, поднялся на трибуну. И едва ли хоть один из американских инженеров, собравшихся в обширнейшем зале Сент-Луиса, мог заподозрить, что блестящий докладчик, на прекрасном английском языке рассказывающий о достижениях и перспективах дизель-моторов, находится в безнадежно-отчаянном положении, близком к полному краху. Впрочем, свежему человеку и впрямь было бы трудно догадаться, что на трибуне — неудачник.

Тогда, в 1912 году, инженерная общественность мира привыкла видеть в Рудольфе Дизеле крупного преуспевающего специалиста, находящегося в зените славы. Не случайно нью-йоркские газеты поспешили известить своих читателей о приезде «доктора Дизеля — знаменитого дипломированного инженера из Мюнхена». Не случайно корреспонденты осаждали его повсюду — в вестибюлях гостиниц, в фойе театров, в лекционных залах и даже в аллеях парков во время прогулок. Не случайно сам Эдисон — чародей американского изобретательства — публично заявил, что дизель-мотор — это вежа в истории человечества. Даже гибель «Титаника» дала американским газетам лишний повод сделать комплимент гостю из Германии, оповестив читателей, что «Титаник» приводился в движение НЕ дизель-моторами.

Да и сам Рудольф ни единым словом, ни единым жестом не показал своего отчаяния. Знаменитую сентлуисскую лекцию он посвятил блестящей будущности дизель-моторов, ни словом не обмолвившись о тех трудностях, промахах и неудачах, с которыми входило в жизнь его изобретение.

Он говорил, что судьба наций зависит от источников топлива и что дизель-моторы избавят человечество от любой топливной монополии. Ибо в цилиндрах этих ма-

шин можно сжигать любое жидкое топливо — керосин, мазут, сырую нефть, спирт, каменноугольный деготь, креозот, касторовое и пальмовое масло, животные жиры.

«Использование растительных масел в качестве топлива сегодня может показаться несущественным. Но с течением времени они могут стать столь же важными, как нефть и уголь в наши дни». И это не простая теоретическая возможность: на Парижской выставке 1900 года демонстрировался дизель-мотор, работавший на ореховом масле. В России построили двигатель, потреблявший сырую нефть, в Англии — продукты перегонки горючих сланцев, в Америке — продукты перегонки бурых углей, во Франции — каменноугольный деготь, в Германии — соляровые масла.

Все это так, но в Сент-Луисе Рудольф не стал вспоминать о Касселе, где 15 лет назад он заявил, что только тогда будет считать свой двигатель достигшим совершенства, когда в нем можно будет сжигать уголь. Спустя полтора десятилетия он не стал рассказывать об этих экспериментах, о том, как уголь, размолотый до тонкости лучшей пшеничной муки, становился дорожке бензина, как, поглощая влагу, такой порошок утрачивал свою сыпучесть и переставал воспламеняться, как несгоревшая угольная пыль заносила клапаны и цилиндры. Он не стал вспоминать о собственной решимости добиться успеха в углесжигании и о том, как эта решимость сменилась стремлением переложить проблему на плечи своего сотрудника Рудольфа Павликовского.

В Сент-Луисе Дизель упорно нажимал на то, что дизель-мотор «никогда не был и не будет дешевой машиной. Ее назначение — быть лучшей машиной; она требует материалов высочайшего качества, обработанных лучшим инструментом и наиквалифицированнейшими мастерами»... Но он не стал подробно объяснять, как он пришел к этому заключению. Ведь тогда ему пришлось бы рассказывать о том, как все возмущенные заказчики вернули фирме, основанной Рудольфом, изготовленные для них двигатели, как отчаянные попытки спасти положение новыми конструкциями потерпели крах, как через несколько лет полуобморочного состояния фирма Дизеля прекратила свое существование. Ему пришлось

бы вспоминать о трудностях, с которыми столкнулся Аугсбургский машиностроительный завод, о том, как «Отто-Дейтц» долго не мог решиться выпустить капризничавшую машину на рынок, о неудачах Буша в Америке.

В Сент-Луисе Дизель говорил: «Главным требованием в Европе всегда была экономия топлива, в Америке — стоимость машин. Слово «экономичность», лежащее в основе каждого контракта в Европе, кажется почти незнакомым бизнесменам и покупателям машин в Америке». Но он не стал останавливаться на истории компаунд-машины, которая должна была затмить все другие по экономичности. На этот раз Рудольфу не удалось перекинуть мост между теорией и практикой. То, что казалось крайне удачным на бумаге, оказалось безнадежно плохим в металле.

В Сент-Луисе Дизель уделил немало места судовым дизель-моторам. Он рассказал о дизельной установке знаменитого «Фрама», о русских канонерских лодках «Карс», «Ардаган», «Шторм», о том, что уже 365 судов ходят под дизель-моторами. Но, увы, в этих успехах не было особых заслуг самого Рудольфа. На стенах его кабинета появлялись лишь чертежи фантастических дизельных океанских лайнеров, размерами своими превосходящих любой когда-либо построенный корабль.

В Сент-Луисе Рудольф заявил: «Только одно можно утверждать определенно — дизельные локомотивы появятся рано или поздно». Он утверждал, что посвятил этой идее 5 лучших лет своей жизни. Однако он не стал упоминать, что за эти же 5 лет Крупп, Зульцер и прусские железные дороги вложили в это дело больше 2 миллионов марок.

Впрочем, такие трудности и неприятности еще далеко не свидетельствуют о крахе: они неизбежны при освоении всякого нового, сложного и деликатного механизма. Не в головоломности чисто технических проблем главная причина катастрофы, постигшей Рудольфа Дизеля. Его погубила слабость характера, не устоявшего перед быстрым обогащением.

В 1900-х годах лихорадка распродажи одного-единственного изобретения кончилась, и Рудольф с неприятным изумлением обнаружил, что его доходы резко со-

кратились. Дизели же привыкли жить на широкую ногу: одно только содержание дома в эти годы нередко превышало все доходы Рудольфа. Обеспокоенный, он лихорадочно искал все новые и новые источники средств. И в этом, еще далеко не отчаянном положении, он не устоял перед соблазном сыграть на бирже. Не посоветовавшись со знающими людьми, он вложил полмиллиона марок в Галицийские нефтяные участки. Пробное бурение подкосило его надежды — нефти не оказалось. Следующий удар его состоянию нанесла долголетняя агония основанной им фирмы. К 1904 году из 5 миллионов марок у него остался всего один. Видя, как тают средства, как падает кредит, как он все больше и больше утрачивает контроль над собственным детищем, Рудольф ринулся в другую сторону. Он оставил на время биржевые спекуляции, вздумав поправить дела честным инженерным трудом.

Из комнат верхнего этажа его виллы рабочие начали вытаскивать роскошную старинную мебель и картины. Тем временем к дому на подводах подвозили длинные столы, рулоны бумаги, чертежные инструменты.

Марта с недружелюбным молчанием следила за переоборудованием верхнего этажа в конструкторское бюро. Лишь однажды, ни к кому не обращаясь, она произнесла: «Наш верхний этаж стал выглядеть и пахнуть как сушильная камера сыромятни». Эта реплика вызвала у взвинченного Рудольфа истерическую вспышку: «Я терпеть не могу эту возмутительную гробницу,— визгливо закричал он.— Она постепенно превращает меня в жалкий труп!». Больше супруги никогда не возвращались к этой теме.

На высоких стенах вскоре появились чертежи новых машин. Здесь рождались двигатели, которые, по мнению Рудольфа, должны были изменить историю. Он лихорадочно проектировал моторы для судов всех типов и размеров, для подводных лодок, дирижаблей, самолетов, автомобилей. Здесь разрабатывались двигатели для локомотивов, для трубопроводов, для насосов, для электростанций. Тем временем в мастерской изготавливают детали нескольких автомобильных двигателей, которые, однако, так и не нашли сбыта. С грустью глядя на чертежи, Рудольф иногда говорил знакомым: «На все это нужно слишком много времени»... «И денег»,— мог бы

добавлять он. 1910 год застал некогда баснословно богатого изобретателя без пфеннига в кармане, без кредита, с долгом в полмиллиона марок. Махнув рукой на конструкторское бюро, он ввязался в лотерею, потеряв на этом деле еще несколько десятков тысяч марок. В отчаянии он бросился спасать положение новыми изобретениями, но удача отвернулась от него. После последних патентов на способ запуска дизель-моторов ему не удалось больше получить ни одного нового патента.

И когда через год Адольфус Буш пригласил на торжественную закладку «Американской компании дизель-моторов» прославленного изобретателя Рудольфа Дизеля, его письмо получил отчаявшийся, надломленный, разоренный человек...

Миф о Дизеле

Биографы Дизеля не поскупились на комплименты. К сожалению, эти комплименты не всегда были оправданными. Рудольф сделал действительно великое изобретение, но чтобы правильно оценить его заслуги, надо понять, представить себе обстановку, в которой оно было сделано.

С тех пор как в 1673 году знаменитый голландец Гюйгенс со своим помощником французом Папеном продемонстрировали всесильному министру Людовика XIV Кольберу действие изготовленной ими пороховой машины, этот механизм не давал покоя изобретателям. За двести с лишним лет десятки предприимчивых механиков разрабатывали все новые и новые конструкции. И когда Рудольф Дизель взялся за эту проблему, трудно было найти в машиностроении область, разработанную более обстоятельно. Изобретатели научились сжигать в цилиндрах не порох, а светильный газ, бензин и керосин, они вплотную подошли к тяжелым сортам жидкого топлива. Сотни хитроумнейших систем были придуманы и опробованы для приготовления горючей смеси и ее воспламенения. Распыленное или испаренное топливо пробовали поджигать и электрической искрой, и язычком пламени, и раскаленной форсункой, и раскаленным шаром. Короче говоря, в двигателях внутреннего сгорания все было подготовлено к последнему шагу —

воспламенению от сжатия. Кто-то неотвратно должен был сделать этот шаг. Выбор судьбы пал на Рудольфа Дизеля.

Как теоретик, он лучше чем кто-либо оказался подготовленным к великому изобретению. Как конструктор, он был подготовлен к нему хуже. И он совсем не был готов к нему, как личность. Другими словами, доктор Дизель оказался на высоте поставленной задачи. Конструктор Дизель едва дотягивал до нее. Человек Дизель совершенно не соответствовал содеянному им делу.

Труды и лекции Дизеля говорят о ясном и глубоком понимании фундаментальных закономерностей термодинамики. Теория подсказала ему пути к изобретению. И реализация только одного из них — воспламенения от сжатия — оказалась достаточной, чтобы дизель-моторы по экономичности превзошли все остальные двигатели.

Конструкторская деятельность Рудольфа производит гораздо меньшее впечатление. Вся история становления дизель-моторов подтверждает: пока его двигатели проектировали и отработывали опытные конструкторы Аугсбургского завода, заводов Круппа, Зульцера, Нобеля, им сопутствовал успех. Как только Дизель брался конструировать сам, неудачи следовали одна за другой.

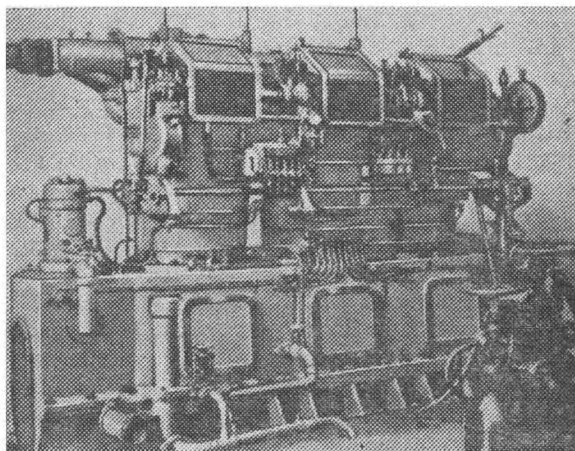


Рис. 8. Первый русский дизель, работающий на сырой нефти.

Заказчики забраковали все двигатели, выпущенные фирмой самого Дизеля. Его попытки поставить свой двигатель на автомобиль потерпели крах. Наконец, он не избежал участи всех посредственных изобретателей, стремящихся внедрить свою идею повсюду, вне зависимости от условий и требований момента.

Талантливые конструкторы в Германии, в Англии, в России, в Дании, в США и в других странах отказались от мысли Рудольфа Дизеля приспособить новый двигатель под все виды топлива, от бесплодных попыток осуществить цикл Карно. Благодаря этому мудрому отказу смог появиться тот удивительный мотор, который в наши дни приводит в движение морские суда, тяжелые грузовики, трактора, электрогенераторы, локомотивы.

Во время поездки в Америку Рудольф заявил как-то слушателям: «Я — человек отовсюду. Мои предки — славяне. Родившись во Франции, я натурализовался в Баварии. Я хотел бы быть гражданином мира». И едва ли тогда ему было бы приятно напоминание о его визите в германское консульство в Париже в 1885 году. На заводе, где стояла построенная им аммиачная машина, взорвался баллон с аммиаком. К счастью, жертв не оказалось, но рабочие надолго выбыли из строя из-за отравления. Рудольф моментально сообразил, что вместо бомб и пуль на войне можно забрасывать противника баллонами с газом. Как добрый немец, «гражданин мира» поспешил доложить об этой идее секретарю германского консульства в Париже. Тот долго хохотал над Дизелем и убеждал не заниматься никогда чепухой.

Возможно, именно этот случай привел Рудольфа в ряды пацифистов. Во всяком случае, спустя 20 лет он убеждал своих слушателей: «Я отвергаю любую войну. Я — убежденный пацифист. Моя цель — строить двигатели для мира, а не для войны». Впрочем, пацифизм у Дизеля особый. Он совершенно не мешал ему по предложению Вильгельма II разрабатывать огнеметы для германской армии и стремиться заинтересовать военное ведомство в своих двигателях...

Удивительно ли, что такой человек не смог совладать с последствиями бурного переворота, вызванными его изобретением. «Презренный металл» слепил Дизеля. Воспоминания о скудном детстве заставляли его лихорадочно гнаться за деньгами, втягиваться в финансовые

спекуляции. Время, силы и нервы, необходимые для разработки двигателя, он бессмысленно растрачивал на авантюры. Но и им он не решался посвятить себя целиком, какая-то поистине мистическая привязанность к своему любимому изобретению мешала ему сделать это. Такая длящаяся годами попытка усидеть между двух стульев неизбежно должна была привести его к банкротству. Он слишком долго воспринимал свои невзгоды как временные, частные неудачи. По-настоящему всю безвыходность, трагичность своего положения он, кажется, начал понимать лишь в последние дни своего визита в Америку, когда супруги Дизели гостили у Эдисонов...

Прощание

Быть может, именно вид одержимого, увлеченного 65-летнего Эдисона, раскрыв перед Рудольфом неотвратимость краха, вызвал его раздражение. Возвращение в Мюнхен лишь подтвердило правильность предчувствий.

Не удержавшись, он на занятые в долг деньги купил акции электромобильной фирмы, которая в скором времени обанкротилась. И ему пришлось рассчитать почти всю прислугу и заложить виллу, чтобы осуществить свой последний план, о котором не знал и не догадывался никто...

1913 год Рудольф начал с разъездов. Он посетил Париж, Берлин, Амстердам. Потом с Мартой он поехал в Сицилию, Неаполь, Капри, Рим. Лишь позднее Марта вспомнила странную фразу, на которую тогда не обратила внимания: «Мы можем попрощаться с этими местами. Больше мы не увидим их никогда». Он едет после в Баварские Альпы и в Швейцарию к Зульцеру. Фрау Зульцер поразили происшедшие в нем перемены: «Это — не тот Дизель, которого мы знали раньше». Марта тоже начала замечать что-то новое в его поведении. Рудольф, который всегда следовал правилу — бережного бог бережет, как будто утратил свою обычную осторожность. Он, всегда считавший воздушные путешествия слишком опасными, неожиданно и с видимым удовольствием совершил путешествие на дирижабле.

А к концу лета разразился, наконец, финансовый кризис. Выдержав натиск разъяренных кредиторов, Рудольф оказался полным банкротом, на его счетах в бан-

ках не было больше ни пфеннига. И тут Дизель, совсем недавно отказавшийся от неплохо оплачиваемых должностей в американских фирмах, вдруг с радостью ухватился за предложение нового дизельного завода в Англии стать инженером-консультантом. Британский королевский автоклуб, прослышав об этом, просил Рудольфа 30 сентября 1913 года сделать на одном из заседаний доклад. Приняв предложение, Рудольф начал готовиться к поездке в Англию. В начале сентября Марта уехала к матери, и Дизель остался один в огромном роскошном доме. Первое, что он сделал,— отпустил немногочисленных оставшихся слуг и попросил старшего сына — тоже Рудольфа — немедленно приехать к нему. Это была странная и печальная встреча. Обходя одну комнату за другой, отец показывал сыну, что и каким ключом надо открывать, велел опробовать замки, показал, где хранятся важные бумаги. Потом сын уехал, и Рудольф остался в доме совершенно один.

Прислуга, вернувшаяся на следующее утро, обнаружила, что камин забит пеплом сожженных бумаг, а сам хозяин находится в мрачном, подавленном настроении. Через несколько дней Рудольф уехал во Франкфурт к дочери, где его уже ждала Марта. Проведя здесь несколько дней, он 26 сентября выехал один в Гент. Отсюда он отправил несколько открыток друзьям и письмо жене. Это было странное, смятенное, поэтическое письмо — свидетельство сильного расстройства или болезни Рудольфа. Адресовав его во Франкфурт, он по ошибке написал на конверте свой мюнхенский адрес. И эта ошибка, возможно, оказалась для него роковой. Марта получила письмо слишком поздно...

Вечером 29 сентября Рудольф Дизель с двумя коллегами и друзьями — Карелсом и Люкманом — погрузился в Антверпене на паром «Дрезден», идущий через Ла-Манш в Харвич.

Разложив багаж, умывшись, они собрались поужинать в ресторане. Все трое были в отличном настроении, разговор шел главным образом о будущем дизель-моторов. Потом друзья погуляли на палубе, постояли на рельсах, пытаясь разглядеть в исчезающей береговой линии устье Шельды. Около 10 часов вечера они разошлись по каютам, договорившись встретиться утром за завтраком в 6.15.

Дизель в назначенное время не появился. Карелс пошел за ним. Дверь каюты оказалась не запертой, и бельгиец с удивлением увидел, что койка, приготовленная стюардом для сна, даже не смята, багаж не раскрыт, хотя ключ торчал из замка чемодана. Карелс заметил карманные часы Рудольфа, положенные так, чтобы можно было видеть стрелки, лежа на койке. Записная книжка лежала раскрытой на столе и дата 29 сентября — отмечена в ней крестиком.

Обеспокоенный не на шутку, Карелс дал знать капитану. И тут выяснилось, что дежурный офицер во время утреннего обхода обнаружил шляпу и свернутое пальто Дизеля, засунутые под рельсы. Однако вахтенные, наблюдавшие ночью за морем, не отметили ничего подозрительного.

Лишь через 10 дней командир маленького бельгийского лоцманского катера в штормовом Северном море заметил качающийся на волнах труп. Моряки извлекли его из воды, сняли с распухших пальцев кольца, извлекли кошелек, карманную аптечку, футляр для очков и, следуя старой морской традиции, вернули морю его добычу. Вызванный в Бельгию сын Дизеля подтвердил, что все эти вещи принадлежали его отцу — Рудольфу Дизелю.

* *

*

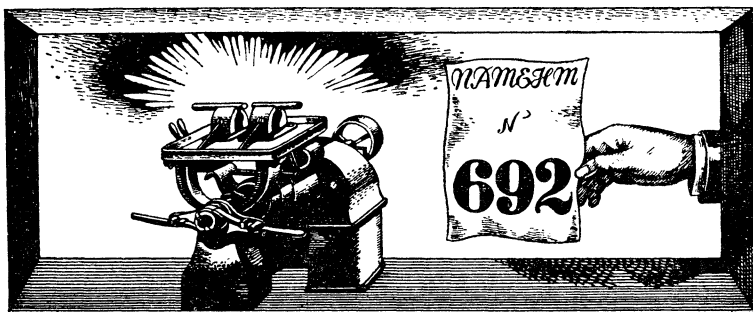
Родственники Дизеля были убеждены, что он покончил с собой. Рудольф долго и мучительно болел, разорился. Он странно и непонятно вел себя перед этой поездкой. Потом выяснилось еще одно обстоятельство в пользу этой версии: накануне отъезда он подарил жене небольшой чемодан с просьбой не открывать его несколько дней. В чемодане оказались деньги — 20 тыс. марок — все что осталось от баснословного состояния. Наконец, отправляясь в путешествие, Рудольф взял с собой не золотые, как обычно, а стальные карманные часы...

Но если это самоубийство, то почему он не оставил никакой записки? Почему он, щепетильный и пунктуальный в любых формальностях, не оставил завещания? Почему накануне смерти он с интересом обсуждал вопросы, важные для его карьеры? Почему за несколько часов, может быть, за несколько минут до исчезновения

он с энтузиазмом говорит о деталях своего выступления в автоклубе?

Никто и никогда уже не сможет ответить на эти вопросы. Как всякое таинственное и драматическое событие, исчезновение Дизеля породило немало темных слухов, догадок, домыслов, пересудов. Поговаривали о том, что Рудольфа убрали наемные убийцы, действующие в интересах конкурентов или иностранных держав, обеспокоенные установкой его двигателей на подводных лодках. Ходили даже слухи, что к устранению Дизеля приложили руку германские угольные монополии, начавшие опасаться конкуренции со стороны нефтяной промышленности. Сколь бы ни интриговали воображение любителей такие возможности, трудно поверить, что так было на самом деле. Дизель-моторы не так уж сильно угрожали угольным монополиям. Их всеядность, напротив, открывала новые рынки для сбыта продуктов перегонки каменного угля. Не случайно именно Германия, лишенная нефти, долгое время производила больше дизель-моторов, чем богатая нефтью Америка. Да и в конце концов наивно было бы думать, что устранение Дизеля могло затормозить победное шествие дизель-моторов по земному шару.

Не мог новый двигатель не прийти в промышленность, на кого-то должен был пасть выбор. Он пал на Рудольфа Дизеля, который оказался слишком слабым для столь тяжкого бремени. Лишенный деловой хватки и коммерческого чутья, он не нашел в себе силы отказаться от личного участия в той борьбе, которую его изобретение вызвало на биржах и рынках всего мира и которая захватила интересы крупнейших фирм и банков. И эта борьба погубила его.



692 ПАТЕНТА ПРОФЕССОРА ТОМСОНА

Многим выдающимся изобретателям XIX века довелось испытать на себе действие определенной закономерности: прежде чем человек достигал вершин успеха, становился героем дня, в мире предпринимателей и дельцов ему приходилось переносить тяжкие испытания, разрушались все его планы, он доходил до грани отчаяния. Именно в таком положении оказался основатель и технический руководитель «Американской электрической компании» Элиху Томсон в начале 1883 года.

Громко звучащие титулы «основатель и технический руководитель» могли ввести в заблуждение кого угодно, только не самого Томсона. Уж кто-кто, а он знал: за кратким, с претензией на солидность названием «Американская электрическая компания» стоит невзрачный двухэтажный деревянный домишко со старой паровой машиной, громоздким котлом и едва ли не самодельным оборудованием. Но не это несоответствие было причиной отчаяния 30-летнего профессора. В конце концов, разве не в этом невзрачном помещении он сделал свои выдающиеся электротехнические изобретения? Разве малочисленность сотрудников не компенсировалась их недюжинными талантами и изумительным мастерством? Разве это жалкое оборудование помешало им выпускать

на американский рынок первоклассные генераторы и дуговые лампы?

Нет, не технические и финансовые трудности удручали Томсона. Причиной его отчаяния стало предательство директоров компании, о котором он узнал случайно и неожиданно во время своей поездки в Бостон. Ярко освещенные витрины магазина на Тремонт-стрит привлекли его внимание. Решив узнать, что за новый конкурент появился на электротехническом рынке, Томсон вошел в магазин и с изумлением обнаружил там свои дуговые лампы и генератор. Ничего не подозревавший развязный бизнесмен предложил ему, как предлагал всем, купить акции новой фирмы. И когда разъяренный Томсон спросил его, кто изготовил эти лампы, этот генератор и эту проводку, он со смехом ответил: «Ах, вы об этом! Все это изготовила маленькая фирма в Коннектикуте. Мы просто откупаем у нее все права, а сейчас продаем ее акции под нашей маркой!»

Этой одной-единственной фразы оказалось достаточно, чтобы Томсон сразу все понял: и нерешительность директоров, и их нежелание разворачивать производство, и их осторожность в коммерческой политике фирмы. И тогда ему стало ясно, какое роковое решение он с такой радостью принял два года назад. Впрочем, перебирая одно за другим решающие события своей жизни, молодой профессор смог бы, пожалуй, в цепочке переплетенных, взаимосвязанных фактов найти те узловые точки, которые в конечном итоге неотвратимо привели его в заштатный городок Новая Британия...

**«Электрическое освещение
можно усовершенствовать,
и я буду одним из тех,
кто сделает это»**

Сын выходцев из Шотландии, поселившихся в Филадельфии в 1858 году, Элиху Томсон оказался столь одаренным ребенком, что премудрости средней школы постиг к 13 годам. В феврале 1870 года он закончил Центральную высшую школу в Филадельфии, а в августе того же года ему — одному из лучших выпускников

предложили место ассистента на кафедре химии. Томсона не удручало ни то, что кафедра состояла всего из двух человек — профессора Норриса и его самого; ни то, что его основная обязанность заключалась в мытье посуды и уборке класса; ни то, что в год ему платили всего 500 долларов. Главным для него было то, что он получил возможность в свободное время заниматься экспериментами. Стоило профессору Норрису нехотя уступить своему энергичному ассистенту, — и он вскоре обнаружил в подвальном помещении прекрасную химическую лабораторию для студентов, уставленную химикалиями и приборами. На недоуменный вопрос профессора Элиху с гордостью заявил: «Химикалии я приобрел за счет школы, а приборы сделал сам. Теперь студенты смогут сами проводить опыты». В этой лаборатории провел свои первые научные исследования и сам Томсон, но это произошло уже тогда, когда на него обратил свое благосклонное внимание профессор Эдвин Хоустон.

Все считали его крупным специалистом в области электричества. Научные журналы с готовностью печатали статьи профессора — признанного энциклопедиста и эрудита. Но сам Хоустон знал, что он начисто лишен умения экспериментировать. Поэтому энергичный, брызжащий идеями и замыслами Томсон показался ему настоящей находкой. Первой совместной работой новоявленных компаньонов стало исследование зависимости цвета химических соединений от температуры. Впрочем, «совместную работу» Хоустон понимал довольно своеобразно: Элиху провел все опыты, обработал данные и разработал теорию, а он написал статью, которую подписал один и в которой имя Томсона упоминалось между прочим.

Элиху не обратил на это внимания: ему было достаточно того, что его исследования признаны достойными публикации в серьезном научном журнале. Подстегиваемый статьями, которые Хоустон продолжал подписывать только одним именем, он удвоил свою энергию. В 1872 году Томсон становится помощником Хоустона по кафедре натуральной философии, потом его избирают членом Франклинского института, затем Центральная высшая школа избирает его в школьный совет, присваивает звание магистра и назначает ординарным профессором химии и механики. Наконец, Американское фило-

софическое общество, возглавляемое некогда Франклином и Джефферсоном, избирает его своим членом. И когда в 1874 году оно решило отпраздновать свой юбилей организацией промышленной выставки, молодой профессор Томсон был избран в жюри выставки единогласно.

Конные экипажи еще разъезжали по филладельфийским улицам, по ночам они еще освещались газовыми фонарями, и никому еще в голову не могло прийти, что зеркальный гальванометр и мостик Уитстона, демонстрировавшиеся на выставке,— предвестники электротехники, которая через несколько десятилетий так сильно изменила быт людей и облик городов. Как в зерне трудно увидеть будущее растение с его стволем, ветвями и листьями, так и в этих скромных, неэффектно выглядевших приборах трудно было прозреть грядущую электротехнику с ее динамо-машинами, другими лампами, сварочными аппаратами, линиями электропередачи, электромоторами и электропечами.

И тем не менее в 1874 году все было готово к появлению всех этих устройств, и промышленность, образно говоря, была уже беременна электротехникой. Уже давно произведены классические опыты Фарадея, уже давно получена ослепительная электрическая дуга Петрова, уже давно испытана на Неве электрическая лодка Якоби, уже давно апробирован электромагнит Стэрджена, уже давно построены и испытаны неуклюжие модели первых электрических генераторов.

И теперь все зависело от того, смогут ли эти изобретения привлечь к электротехнике внимание людей, настолько грамотных в теории, чтобы не оробеть перед мнением человека, на какое-то время возглавившего мировую электротехнику, перед мнением лорда Кельвина, который заявил: «Химический элемент навсегда останется более экономичным, чем любая электромагнитная машина». Если Кельвин прав, то на промышленном будущем электротехники можно ставить крест, ибо тогда невозможно создать достаточно экономичные электромашинные генераторы или достаточно мощные химические элементы для нужд развивающейся промышленности. А если знаменитый ученый не прав... Но кто возьмется доказать, что он неправ?

На Филадельфийской выставке 1876 года, посвященной столетию Соединенных Штатов, историк техники

мог бы увидеть немало интересного. Эта выставка знаменита первой публичной демонстрацией телефона и экспозицией французской фирмы Грамма, на которой были представлены почти все грядущие применения электричества. Небольшая паровая машина приводила в действие динамо-машину, ток от которой питал электромотор, соединенный с насосом. Насос непрерывно накачивал воду в цистерну. Тут же стоял чан, где методом гальваностегии серебрились металлические детали, и над всем этим, как маленькая звезда, сияла в стеклянном баллоне электрическая дуга.

Жалкая по нашим представлениям экспозиция достигла цели, ибо показала наглядно: все эти важные для промышленности процессы осуществимы в принципе, но в данном случае осуществлены очень плохо, очень несовершенно. А только задача усовершенствования и могла привлечь в электротехнику людей, достаточно изобретательных, чтобы найти пути, на которые не распространялись бы строгие выводы лорда Кельвина, и достаточно грамотных, чтобы потягаться с ним в точных инженерных расчетах. Среди американских электромехаников самым ярким представителем людей первого типа был Эдисон, второго — Томсон.

Экспонаты Грамма в 1876 году Томсон мог уже изучать как специалист с практическим опытом. О генераторе француза он узнал еще в 1873 году, а спустя год Высшая школа приобрела примитивный английский генератор, приводимый в действие вручную через зубчатую передачу. Энергии его хватало на то, чтобы раскалить докрасна металлическую полоску. Именно этот генератор побудил Томсона взяться за постройку собственной конструкции. Ничего не зная о барабанном якоре Сименса, он изобрел его самостоятельно, но, самое главное, Томсон понял, как сильно зависит экономичность генератора от геометрических пропорций. В то время считалось, что высокая экономичность достигается лишь тогда, когда длина «холостых» участков обмотки якоря, не пересекающих магнитных силовых линий статора, сведена к минимуму. Якоря генераторов старались делать из длиннющих тонких катушек, вращающихся между столь же длинными полюсами магнитов. Томсон сразу уловил, что эти рассуждения порождены неумением додумывать до конца. В противоположность общепринято-

му правилу он сделал якорь своего генератора коротким и толстым, предвосхитив тем самым знаменитое правило братьев Гопкинсон: как можно больше железа и как можно меньше меди.

Поездка в Париж в 1878 году окончательно отвратила Томсона от химии. Сияющая «лампиония» яблочковского света окончательно утвердила его в решении: «Это — мое будущее. Электрическое освещение можно усовершенствовать, и я буду одним из тех, кто сделает это!»

«Между нами говоря, я знаю, как превзойти их всех»

Этой фразой Томсон завершил свой разговор с Хоустоном по возвращении из Парижа. Главная цель разговора — предложение объединить усилия в разработке новых электротехнических изобретений: патенты и прибыли Томсон предлагал делить поровну.

Несмотря на весьма свободное обращение Хоустона с этическими нормами, Томсон любил и ценил его. В конце концов в Америке 1870-х годов не так уж много можно было найти людей, понимавших электротехнику и интересовавшихся теми же проблемами, что и Томсон. Кроме того, в бешеной гонке, которая охватывала эту новую отрасль, двое могли идти быстрее, чем один, ибо даже простое обсуждение проблемы порождало новые идеи и направления. Заручившись согласием Хоустона, Элиху приступил к разработке первой задачи — созданию системы дугового освещения, более эффективной, чем любая имеющаяся на рынке.

Теперь при всяком удобном случае два профессора обсуждали проблемы электрического освещения. Томсон правильно оценил достоинства переменного тока и не случайно первым совместным изобретением Томсона и Хоустона оказался метод включения дуговых ламп через индукционные катушки или трансформаторы. При такой системе каждая лампа может работать под нужным для нее напряжением совершенно независимо от других. Занявшись конструктивной разработкой этой идеи, Томсон построил динамо с двумя независимыми обмотками якоря и трансформатор нового типа. Зимой

1879 года он установил это оборудование во Франклинском институте, и во время демонстрации один предприниматель предложил ему построить динамо для питания четырех дуговых ламп известного изобретателя-электротехника Браша. «Но имейте в виду,— сказал он Томсону,— нам нужна динамо-машина постоянного тока».

Элиху попросил день на размышление и вечером во время беседы с Хоустоном решение неожиданно пришло ему в голову. Машина должна иметь три обмотки — три обмотки, расположенные симметрично и выведенные с одной стороны вала на трехсекционный коллектор, а с другой — на три коллекторных кольца. Простым переключением этот генератор можно делать либо генератором переменного, либо постоянного тока. Восхищенный бизнесмен тут же предложил оплатить Томсону первый опытный образец, и если он окажется удачным, то и основать фирму. Томсон с радостью принял это предложение и через неделю упорного труда подготовил полутонную машину к испытаниям. Ночью, накануне решающего момента, в мастерской собрались немногочисленные свидетели торжества. Томсон сам набросил ремень трансмиссии на шкив генератора. И когда он подключил лампы к клеммам раскрутившейся динамо-машины, яркая вспышка пламени осветила грязь, мусор, трещины на стенах, на которые никогда не падал такой ослепительный свет.

После того как Томсон изобрел и запатентовал свою дуговую лампу, в Филадельфии возникла небольшая фирма, начавшая выпускать установки для электроосвещения. Владельцам патентов профессорам Томсону и Хоустону фирма платила определенный процент с каждой проданной машины. 1879 год прошел в непрерывной работе: Томсон разрабатывал чертежи и схемы, учил рабочих укладывать обмотки и испытывать оборудование. И эта работа уже начала приносить свои плоды: репутация томсоновских машин начала расти. Но настоящий триумф его генераторов настал после пожара на одной пивоварне.

Одна за другой лопались от огня и отключались дуговые лампы. Однако хотя из строя вышла половина нагрузки, генератор продолжал поддерживать напряжение в строгом соответствии с количеством работающих ламп.

Таким достижением в то время не мог бы похвастать даже Браш — признанный лидер электрического освещения. Его генераторы хорошо работали только на расчетной нагрузке. Но стоило отключить несколько ламп, как генератор разгонялся и развивал такое напряжение, что моментально перегорали все остальные.

В десять часов вечера, когда в домах начинал выключаться свет, операторы испытывали огромные трудности, вручную умеряя бешено искрящие, идущие вразнос машины. Насколько отчаянным было тогда положение, можно судить по тому, что на некоторых станциях устанавливали ряды ламп, вспыхивающих по мере того, как отключались потребители. Это было очень расточительно, но зато позволяло не менять нагрузку генератора. Томсон ухитрился изобрести и запатентовать самый простой метод защиты — регулятор, автоматически изменяющий положение щеток на коллекторе и поддерживающий ток неизменным независимо от сопротивления внешней цепи.

В то время как профессор Элиху Томсон своими генераторами показал, что профессор Вильям Томсон — лорд Кельвин — ошибался, считая электромагнитные генераторы малоэкономичными в принципе, изобретатель Эдисон взялся доказать, что профессор Вильям Томсон не прав и в другом своем утверждении. Когда возникла идея применить электрическую дугу для освещения, десятки изобретателей бились над проблемой дробления электрического света. Оказалось: дуга настолько ярка, что ослепляет человека. Ее нельзя убавить, как пламя газового рожка, ибо интенсивность горения дуги не зависит от ее размера. Меняя напряжение, можно регулировать световой поток дуговой лампы, но нельзя регулировать ее яркость. Именно это и доказали теоретически лорд Кельвин и Тиндаль. Поэтому, когда разнеслись слухи, что изобретатель Эдисон ухитрился выполнить операцию дробления света, Тиндаль иронически заявил: «Понимая кое-что в существе этой проблемы, я, конечно, предпочитаю увидеть ее решение в руках Эдисона, нежели в моих собственных».

Но упорный американец не отступая шел к своей цели — к созданию надежной электрической лампы накаливания. И когда в начале 1880 года Эдисон добился срока службы такой лампы в несколько сот часов, он

как-то раз зашел к руководителю своего исследовательского отдела Фрэнку Аптону — одному из первых американских электротехников-математиков. «Фрэнк! — сказал он. — Скоро лампа будет готова. Спроектируй динамо, которое побьет их всех». И Аптон выполнил задание, с которым никогда не справился бы изобретатель, не получивший научного образования. Поняв, что последним самым крупным источником потерь в генераторах остаются токи Фуко, бесполезно нагревающие сердечники машин, Аптон решил создать для них возможно большее сопротивление. Для этого он набрал все сердечники из тонких железных пластин, изолированных друг от друга. К. п. д. первого же аптоновского генератора перевалил за 90%, в то время как до этого никому не удавалось получить выше 40—50%.

Так обстояли дела, когда группа предпринимателей из Новой Британии пригласила Томсона возглавить вновь организующуюся «Американскую электрическую компанию» для эксплуатации его изобретений. После недолгих колебаний он принял предложение и летом 1880 года переехал на новое место, горя желанием немедленно включиться в развертывающуюся битву умов.

Он боялся Эдисона гораздо меньше, чем конкурентов-дуговиков. Браш к этому времени получил ценные патенты на дуговые лампы. Возникла новая фирма «Ю. С. Электрик К°», выпускающая экономичные генераторы Вестона, возник электротехнический концерн Джимми Вуда. Все они раньше начали и хорошо финансировались. Что могла противопоставить им маленькая «Американская электрическая компания»? Только автоматический регулятор да таланты Томсона и его немногочисленных сотрудников.

Томсон понимал, что важнее всего правильно выбрать главное направление работ. Он исключил из рассмотрения эдисоновскую систему: лампы накаливания были гораздо менее экономичны, чем дуговые. Но огромный недостаток всей системы заключался в том, что, будучи ярым сторонником постоянного тока, Эдисон добровольно отказывался от такого преимущества тока переменного, как простота повышения и понижения напряжения. Томсон предвидел, что низковольтные передачи Эдисона не смогут одолеть сколько-нибудь значи-

тельных расстояний и потребуют огромного количества меди для изготовления толстых проводов. Поэтому главное свое внимание Элиху направил на борьбу с конкурентами-дуговиками. Считавшиеся тогда нормой 10 дуговых ламп на один генератор он решил сначала удвоить, а потом учетверить. На первый взгляд, особых трудностей такое решение не составляло. Получить 1000 вольт в обмотках 20-ламповой машины было нетрудно: достаточно увеличить число витков и усилить магнитное поле. Но когда Томсон и его ученик Райс попытались снять и передать это напряжение в сеть, они обнаружили, что через несколько секунд между коллектором и щетками возникли яркие искры, коллектор окутался пламенем и лампы немедленно отключились.

После нескольких изнурительных дней и ночей, когда были перепробованы все мыслимые средства, Томсон вдруг сказал Райсу: «Райс! Я скажу вам, что мы сейчас сделаем. Мы введем струю воздуха между кончиками щеток и коллектором!» Через несколько минут окружающие с удивлением наблюдали, как, покраснев от натуги, профессор и его ассистент изо всех сил дули через трубки на коллектор работающего на полной нагрузке генератора. И — о чудо! — пока они дули, никаких искр не возникало. Установив трехлопастный вентилятор для непрерывного обдува коллектора, Томсон подверг свою машину жесточайшим испытаниям. Он обливал коллектор машинным маслом, резко менял режимы, пока не убедился: вызвать искрение невозможно.

Расправившись с одной проблемой, он тут же взялся за вторую: создание устройства для защиты электрических линий от молнии. Высоковольтные линии, которым Томсон сулил великое будущее, были бы невысказаны без такой защиты. В момент удара молнии мгновенно возникает столб электропроводящей плазмы, накоротко замыкающей провод и заземляющей полюс генератора. Требовалось такое устройство, которое легко пропускало бы в землю грозовой разряд, но прерывало бы последующее протекание тока. Томсон подошел к этой проблеме как ученый. Что такое дуговой разряд? В сущности, это проводник, по которому течет ток, и как всякий проводник с током он должен выталкиваться магнитным полем. Элиху тут же взял подковообразный магнит и поднес его к горячей дуге. Лампа погасла. Возбу-

жденный своей находкой, профессор побежал вдоль линии, гася одну лампу за другой. Решение было найдено.

Но несмотря на эти технические достижения, коммерческие успехи «Американской электрической компании» оказались более чем умеренными. Доходы исчислялись центами, директор увиливал от дела. Томсона постепенно начинало охватывать бессильное отчаяние, он никак не мог понять, в чем дело. И только случай, приведший его зимним вечером 1883 года на Тремонт-стрит в Бостоне, раскрыл ему глаза: директора спешат избавиться от него и поскорей вернуть назад свои деньги.

Да, но контракт... Они не могут продать фирму, не заключив с ним нового контракта. В результате бурной сцены, разыгравшейся в правлении между директорами и Томсоном, он отказался подписать новый контракт и, разъяренный, уехал в Бостон на поиски новых, более решительных хозяев...

Два бизнесмена из Линна — Бартон и Пивир, — заинтересовавшиеся продукцией «Американской электрической компании», приехали в Новую Британию как раз в отсутствие Томсона. Деловое чутье молодого Райса сразу подсказало ему, что визитеры — важные люди. И он постарался показать товар лицом. Он посвятил их во все дела фирмы, показал машины, аппараты и оборудование, красочно описал, как связан в своих планах главный электрик: «Мы бессильны, ибо наши акционеры боятся собственной тени»...

Райс произвел на Бартона наилучшее впечатление. Вернувшись в Линн, он собрал бизнесменов города, предложил им купить «Американскую электрическую компанию» и организовать новую фирму.

«Но, Сайлас, не слишком ли мы рискуем, вкладывая деньги в этого Томсона, которого мы даже ни разу не видели?» — возразил кто-то.

«Нью-йоркские финансисты неплохо рискнули, с самого начала поддержав Эдисона, — ответил Бартон. — А мне сдается, что мы натолкнулись как раз на второго Эдисона».

Когда спустя несколько дней Томсон приехал в Линн, он сразу очаровал городских бизнесменов. Честно и просто поведал он о трудностях, проблемах и перспективах электротехники, о том, что, если энергично эксплуатировать патенты Томсона и Хоустона, они дадут колос-

сальные прибыли. «Вы можете не опасаться: мы сделаем свое дело, если вы сделаете свое». Когда он кончил, присутствующие повернулись в сторону Чарльза Коффина — человека, который по общему мнению был самым энергичным, проницательным и дальновидным предпринимателем Линна и которого прочили в директора будущей компании. Он сказал просто: «Чего же мы медлим? Надо идти вперед и не терять времени!»

«Не думайте о расходах! Делайте то, что считаете нужным»

Коффин не случайно считался самой светлой головой Линна. Умея быстро оценивать людей, он сразу понял: главное не мешать Томсону изобретать, главное освободить его от всех других дел и забот. Его спокойный негромкий голос всегда подбадривал Томсона: «Не думайте о расходах! Делайте то, что считаете нужным».

Коффин внимательно изучил обстановку и понял, что предстоит серьезная борьба. Он оставил все свои дела и полностью сосредоточился на делах новой фирмы. Он полностью перестроил финансовую структуру и открыл конторы фирмы во всех крупных городах. «Если Эдисон хочет сражения, он его получит».

Результаты такой агрессивной политики оказались ошеломляющими: в 1883 году во всей стране было всего 5 электроосветительных установок Томсона, а через год — 31, а в последующие 6 лет, поглотив массу мелких конкурентов, компания стала основным соперником Эдисона.

Перед тем как новая фирма вышла на тропу конкурентной войны, Коффин предложил назвать ее «Томсон электрик компани», так как все держалось на патентах Элиху. Но Томсон оставался еще верен прежнему альянсу. Он настоял на том, чтобы фирму назвали «Томсон—Хоустон электрик компани», хотя Хоустон не только ничего не делал, но и вел себя подло по отношению к Томсону. Он открыто говорил, что все совместные изобретения сделал он, требовал больше денег, затягивал присылаемые ему на подпись дела. И только благодаря порядочности Томсона в истории электротехники сохранилось имя Хоустона, человека, о котором сам Томсон

впоследствии сказал: «Я придумывал и экспериментировал, а профессор Хоустон при сем присутствовал».

Учреждение «Томсон — Хоустон электрик компании» наконец освободило Элиху от хозяйственных и административных дел. Он понял, что его прогнозы оказались ошибочными. Эдисон обошел всех. Один за другим маленькие городишки и деревни Америки устанавливали у себя знаменитые «долговязые Марианны» — эдисоновские генераторы постоянного тока, подземную проводку и лампы накаливания. Томсон решил: лампы накаливания нельзя игнорировать, Эдисону надо давать бой на его собственной почве. Купив патент Сойера на лампу накаливания, фирма получила формальное право продавать системы с такими лампами. Но Томсон возлагал свои надежды на переменный ток, к которому Эдисон питал какую-то странную, почти патологическую ненависть. Свободный от этого предрассудка, Томсон ясно понимал, что Эдисона погубит 5-километровый предел для линий постоянного тока и что переменный ток единственный перспективный путь. Это прекрасно понимал и Вестингауз, который лихорадочно разрабатывал оборудование для переменного тока, наступал на пятки Томсону.

Но странное дело, Элиху, отработав к 1886 году генератор переменного тока, трансформаторы и прочее оборудование, почему-то медлил выпускать свои новинки на рынок, хотя, по всеобщему убеждению, он мог легко побить здесь Вестингауза. Лишь немногие сотрудники знали, что Томсон, считая переменный ток высокого напряжения слишком опасным для потребителей, упорно искал надежный метод защиты. Предложив до смешного простой способ страховки от высокого напряжения (заземление вторичной обмотки трансформатора), Томсон сразу стал ведущей фигурой в области осветительных систем накаливания переменного тока. Его представители, заменяя эдисоновские системы постоянного тока системами переменного, нередко привозили снятые медные провода, стоимость которых была больше, чем стоимость всех работ по замене оборудования.

Пока кипели страсти вокруг осветительных систем, Томсон продолжал свои разработки, вспомнив об одном наблюдении, поразившем его еще в 1877 году. Тогда Франклинский институт предложил ему прочитать не-

сколько лекций по электричеству. И вот желая показать слушателям, какой огромной силы ток можно получить в индукционной катушке, Элиху присоединил к концам первичной обмотки два провода, привел их в легкое соприкосновение и через вторичную обмотку разрядил мощную лейденскую банку. Яркая искра в месте соприкосновения проводков дала зрителям представление об эффекте. Но когда профессор попытался показать опыт еще раз, он не смог получить искры. Внимательно рассмотревшись, он обнаружил, что проводки накрепко сварились. Он сразу понял важность этого наблюдения. Но понимая, что еще нет мощных генераторов, решил отложить его изучение до лучших времен. И вот теперь, в 1886 году, эти лучшие времена настали.

Обмотав массивный свернутый кольцом медный брус тонкой изолированной проволокой, Томсон получил великолепную сварочную машину, на которой за несколько секунд легко сваривал стальные стержни диаметром до 25 мм. Взявшись оформлять патент на стыковую сварку, он с изумлением обнаружил, что до него никто не додумался до этой очевидной идеи. Может быть, потому, что успех сварочной машины был столь ошеломляющим, ее долгое время считали крупнейшим вкладом Томсона в технологию.

Продолжая опыты с трансформаторами, Томсон открыл явление магнитного отталкивания, положившее начало работе над двигателями переменного тока. Однажды, взглянув на трансформатор, в кольцевом сердечнике которого был сделан зазор, Элиху вспомнил опыт Фарадея с медным диском, вращающимся в магнитном поле. «А что произойдет, если поместить диск в поле переменного тока?» — подумал он. Взяв толстую медную пластину, он вставил ее в зазор и включил ток. В то же мгновение пластина вырвалась из его руки и полетела по комнате. Поднимая ее с пола, он уже знал, в чем дело: токи, наводимые в теле пластины переменным магнитным полем, взаимодействуют с ним самим и выталкивают пластину из зазора. Пораженный огромной силой, с которой пластина вырвалась у него из рук, Томсон тут же начал серию экспериментов, понимая, на какое важное открытие он напал. До него никто, никогда не получил механической силы от переменного тока. Явление, обнаруженное Томсоном, открывало колоссаль-

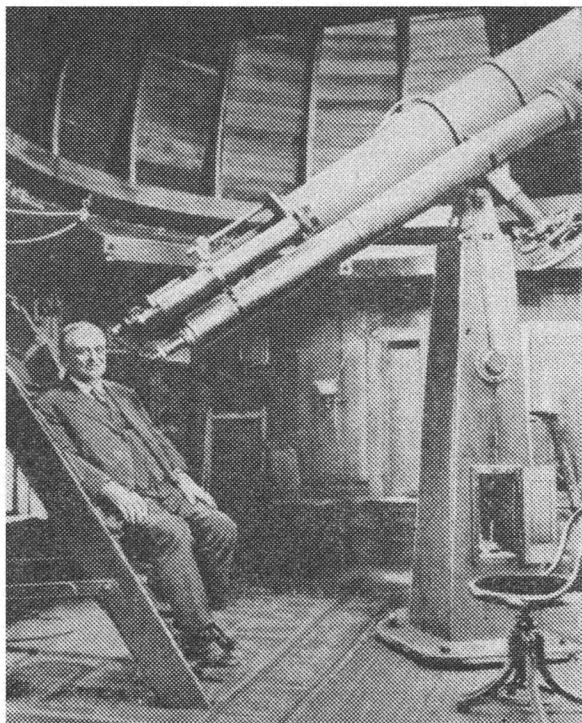


Рис. 9. Элиху Томсон рядом со своим телескопом.

ные возможности перед переменным током. Он быстро набросал схему двигателя и, спустя некоторое время, получил патент на первый в мире «индукционный мотор».

Но само явление не переставало интересовать его. Он проводил все новые и новые эксперименты и в 1887 году прочитал в Американском институте инженеров-электриков доклад «Новый эффект переменного тока». Скромное название не соответствовало сенсационному успеху доклада. Медное кольцо стремительно взлетало в воздух над полюсом магнита переменного тока; лампа накаливания ярко горела, плавая в сосуде с водой над этим магнитом; диски и шары вращались, будучи поднесены к полюсу магнита переменного тока, заэкраниро-

ванному тяжелым медным кольцом. Самые серьезные и остроумные изобретения не способствовали пропаганде переменного тока так, как эти необычные опыты. Когда в 1889 году Томсон показал магнитное отталкивание английским коллегам, они, пораженные, выпросили у него один из аппаратов и торжественно водрузили в музее рядом с индукционной катушкой самого Фарадея.

Следуя наступательной политике Коффина, «Томсон — Хоустон электрик компании» непрерывно расширяла сферу своих исследований и в 1888 году вступила в область, в которой ее давно опередили другие — в область электропривода. К этому моменту положение здесь было поистине катастрофично. Ободренные успехом первых экспериментов, изобретатели ринулись строить электромоторы для привода поездов, лифтов, станков и т. д. Казалось, ничто не предвещало неприятностей, ибо принципиальная работоспособность таких машин подтверждалась многочисленными ранними экспериментами.

Но выяснилось, что все эти ранние эксперименты проводились на динамо-машинах, работающих в режиме двигателя, всякое изменение расчетной нагрузки резко ухудшало их к. п. д. Кроме того, мощности этих установок были сравнительно невелики. Как только изобретатели попробовали построить электромоторы, обнаружился поразительный парадокс: нетрудно построить мощный двигатель, нетрудно подвести к нему по проводам ток, нетрудно даже сделать это, если он движет по рельсам вагон. Но трудно, то есть просто невозможно, подвести ток к обмоткам якоря через щетки и коллектор. Во время запуска и перемены направления вращения коллектор буквально вспыхивал от искр и охваченный «круговым огнем» через несколько минут рассыпался в прах. За восемь лет изобретатели Спрэг, Ван-Деполь, Бентли Найт и другие, работая вместе и порознь, практически разрешили все проблемы — но искрение щеток нависло домкловым мечом над будущим электропривода.

Томсон готов был взяться за дело сам. Но Коффин считал, что правильнее и полезнее привлечь на службу одного из тех изобретателей, которые уже знакомы с делом. Он спросил Томсона, кто из них кажется ему наибо-

лее подходящим. И Томсон без колебаний назвал Ван-Деполе — бельгийца, который хотя достиг наименьшего коммерческого успеха, обладал тем не менее наиболее оригинальными идеями. В марте 1888 года ударная бригада в составе Ван-Деполе, Томсона, Райса и Роре-ра ринулась на штурм. Но скоро решимость и уверенность в благоприятном исходе начала улетучиваться. Через несколько месяцев Райс писал: «Профессор Томсон и я были обескуражены и встревожены. Мы перепробовали бесчисленное множество разных щеток, но ни одна из конструкций не помогла делу. Ситуация быстро становилась безнадежной».

Томсон снова и снова атаковал проблему. По своему опыту он знал: когда положение становится абсолютно безнадежным, задача близка к разрешению. Но даже он не уловил, что все решилось в тот момент, когда совершенно выдохшийся Ван-Деполе предложил сделать щетки из графита. Райс только всплеснул руками: медь, лучший электропроводник сгорает, а бельгиец предлагает графит, сопротивление которого в 1000 раз больше! Тем не менее Ван-Деполе настаивал, он говорил, что когда-то очень давно он испытал такие щетки на маленьком электромоторе, и он работал неплохо. Томсон тоже сомневался в предложении Ван-Деполе. «Я все-таки попытаюсь,— настаивал Ван-Деполе.— Хуже, чем сейчас, все равно не будет».

Спустя несколько часов вся группа в изумлении стояла перед мотором с графитовыми щетками, работавшими на любых режимах без всяких искр. Наконец Томсон произнес: «Ван-Деполе, вы показали нам нечто, что в течение нескольких лет лежало у всех перед глазами. Это самое важное изобретение из всех, когда-либо сделанных в электротехнике». Оказывается, зеркально гладкий графит не изнашивал коллектора, а только полировал его. И хотя действительно сопротивление его в 1000 раз больше, чем у меди, но ведь ничего не стоит сделать площадь контакта графитовой щетки в 1000 раз больше медной.

У каждого изобретателя есть изобретение, которым он гордится больше всего. Таким изобретением у Томсона был электрический счетчик. Сейчас трудно поверить, что к 1890 году отсутствие этого прибора стало серьезно сдерживать развитие электротехники. Без счет-

чика было невозможно строительство центральных электростанций. Не случайно Эдисон, который построил первую в мире электроцентраль, прежде должен был изобрести и счетчик. Верный своему обычаю идти напролом, он и здесь не изменил себе. В его счетчике количество отпущенной электроэнергии измерялось по увеличению веса электрода, погруженного в электролит. Грубость такого счетчика нередко приводила к тому, что небольшая ошибка при взвешивании оборачивалась огромной суммой для потребителя.

Однажды в Линн приехал соперник-союзник Томсона Джордж Вестингауз, который хотел приобрести лицензию на стыковую сварку. Томсон сказал ему, что эти патенты не для продажи, но любезно провел своего гостя по цехам предприятия. Потом столпы американской электротехники засели в конторе Томсона и неторопливо обсуждали перспективы. Когда речь зашла о счетчике, Вестингауз не удержался и раздраженно сказал:

«Это должен быть механический прибор, с которого сам потребитель мог бы считывать показания».

Томсон кивнул головой, соглашаясь с ним. Конечно, счетчик должен быть именно таким.

«И ведь в один прекрасный день какой-нибудь балбес изобретет именно такой счетчик», — прорычал Вестингауз.

«В один прекрасный день какой-нибудь балбес сделает это», — кротко признал Томсон.

Он не стал говорить Вестингаузу, что в мастерских фирмы уже изготавливались детали именно такого счетчика, на который у него ушло два года упорнейшего труда.

Основной принцип был ясен Томсону с самого начала. Сердце счетчика — маленький моторчик. Мощность его хотя и ничтожна, но пропорциональна нагрузке. Вал мотора через систему шестеренок вращает диски с цифрами. Томсон остроумно разработал электрическую схему мотора. Его вращающиеся части составляют цепь, зависящую от силы потребляемого тока, а обмотки статора образуют цепь, зависящую от напряжения. Поэтому в целом скорость вращения пропорциональна мощности ($вт$), а общее число оборотов — электроэнергии ($квт\cdot ч$). Несмотря на кажущуюся простоту, решение далось Томсону нелегко. Труднее всего было придумать

устройство, которое не давало бы моторчику пойти вразнос. Для этого Томсон надел на вал мотора алюминиевый диск, вращающийся в зазорах нескольких постоянных магнитов. Чем быстрее вращается диск, тем сильнее тормозят его индуцированные магнитами вихревые токи.

В 1889 году Эдисон, молчавший несколько лет и позволявший конкурентам нарушать свои патентные права, подал в суд на все компании, которые использовали лампу накаливания. Выиграв дело, он вывел «Эдисон дженерал электрик компани» на первое место. И все-таки ему не удалось собрать под своей крышей большую часть изобретателей-электротехников. Быстро оценив ситуацию, Коффин начал скупать фирмы Браша, Спрэга, Эйкемейера и др., и вскоре возникло крупное противоздисоновское объединение. Обеспокоенный Эдисон решил на отчаянный шаг, намереваясь купить «Томсон — Хоустон электрик компани». И когда это не удалось, он махнул рукой и дал согласие на слияние этих двух фирм. Так в 1892 году возникла фирма-гигант «Дженерал электрик компани». После ее учреждения оба великих изобретателя перестали играть решающую роль в делах объединенной фирмы, оба предпочли посвятить себя изобретениям и исследовательской работе.

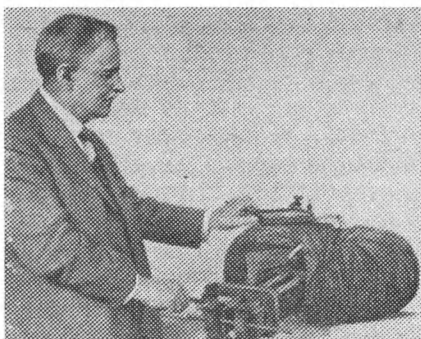


Рис. 10. Элиху Томсон и первый образец его сварочной машины.

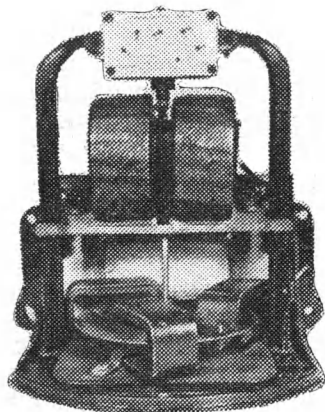


Рис. 11. Первый электрический счетчик Томсона.

«Передайте им, что я сделаю это зеркало»

В технике всегда существует отрасль, которая привлекает к себе лучшие конструкторские и научные силы своего времени. Идя вслед за изобретателями-пионерами, изобретатели-ученые и изобретатели-конструкторы ответственны за наиболее быстрое промышленное развитие данной отрасли. В конце XIX века такой отраслью была электротехника. На смену пионерам-самоучкам сюда приходят образованные инженеры и ученые. По любопытному совпадению многие из них в 1880—1900-х годах увлекались тремя отраслями: электричеством, тепловыми двигателями и оптикой. И Элиху Томсон не был исключением.

К моменту образования «Дженерал электрик компани» Томсон уже сделал свои самые крупные электротехнические изобретения. Теперь он смог заняться и другими, интересующими его темами, в частности тепловыми двигателями и оптикой. В 1893 году из-за депрессии в американской промышленности деятельность электросварочного отделения фирмы почти остановилась. И Томсон решил поискать какие-то новые идеи. В грустных беседах с Лемпом — руководителем нового отдела — родились три изобретения: керосиновый двигатель внутреннего сгорания, компрессионный домашний холодильник и электропечь. Дальнейший ход событий оставил за бортом керосиновый двигатель, подготовил будущий успех домашних холодильников и доказал необычайную ценность электропечей. А тем временем Томсон и Лемп, убедившись в бесперспективности популярных в то время электромобилей, разработали пароавтомобиль с прямоточной паровой машиной и уникальным сварным котлом. Сварка была столь добротной, что давление нагнетенного в котел воздуха удерживалось неизменным в течение целых десяти лет!

Но все эти занятия вовсе не отодвинули электротехнику на второй план. Этот период изобретательской деятельности Томсона ознаменовался изобретением динамо-машины на 5 тыс. герц и трансформатора без железного сердечника, способного создавать высокочастотный разряд. Это устройство, которое впоследствии Тесла ухитрился приписать себе и сделать источником своей

популярности, привело Томсона к важным научным открытиям: неспособность токов высокой частоты огибать острые углы, перескакивание тока через витки в малых катушках, скин-эффект, чувствительность к резонансу.

Не осталась без внимания и классическая электротехника. Как-то раз глава патентного отдела фирмы предложил Томсону подумать о возможном применении электропривода в морском транспорте, чтобы в будущем в руках фирмы были важные патенты. Несколько часов понадобилось профессору, чтобы набросать схемы, которые были тут же запатентованы и спустя несколько лет обеспечили фирме первенство. Приближение испано-американской войны породило еще несколько электротехнических изобретений — электроторпеду, питаемую через кабель, и метод сверления отверстий под заклепки в закаленной и цементированной броне. Наконец, еще одно важное изобретение, родившееся в лаборатории Томсона (изобретатель предпочел его не патентовать), — метод выплавления замков сейфа при помощи электрической дуги.

Но самой главной страстью Томсона в тот период была оптика. Еще 12-летним мальчишкой он решил сделать себе фотоаппарат. Волей-неволей ему пришлось освоить шлифовку линз, и это тонкое благородное искусство навсегда покорило Томсона. Он ухитрялся изготавливать линзы из осколков стеклянных дверных ручек и из донышек бутылок. Но лишь гораздо позднее, в 1874 году ему довелось встретиться со старым немецким мастером. Герр Герхард взялся обучить его всем тонкостям шлифовки, и спустя несколько лет микроскопы и телескопы Томсона высоко ценились среди самых строгих знатоков Америки. Потом электротехника надолго отвлекла Томсона от любимой им оптики, и лишь в 1900 году он смог взяться за осуществление своей мечты — постройку телескопа.

Целый год он шлифовал линзы, монтировал трубу и опору, отлаживал работу приводного механизма. И когда все было готово, в распоряжении Томсона оказался уникальный инструмент, близкий к пределу совершенства. Теперь он мог, наконец, приступить к систематическим наблюдениям Луны, планет и звезд. Не будучи профессиональным астрономом, Томсон был любителем,

способным понимать самые новые идеи и открытия в астрономии. К его астрономическим познаниям с уважением относились крупнейшие специалисты. Перед его искусством в изготовлении оптических приборов они преклонялись.

Томсон очень скоро убедился, что будущее за телескопами-рефлекторами. Зеркала можно было делать гораздо крупнее и точнее, чем линзы, но, нагреваясь и охлаждаясь в течение дня, зеркало из обычного стекла дает очень сильные искажения. В поисках лучшего материала для зеркал Томсон наткнулся на кварц. Он построил электрическую печь, научился сплавлять кварцевый песок в диски диаметром несколько сантиметров.

В 1903 году знаменитый астроном Хэйл, занимавшийся исследованиями солнца, предложил Томсону изготовить кварцевые зеркала для его нового телескопа на Маунт Вильсон. Элиху изготовил зеркала, но, увы, они оказались непригодными: расплавленный кварц столь вязок, что микроскопические пузырьки воздуха не выходили из толщи расплава. Зеркала пришлось изготовить из стекла, а раззадоренный Томсон оказался втянутым в 25-летние исследования кварца. Спустя несколько лет он научился изготавливать небольшие кварцевые диски высокого качества и во время этой работы он так близко познакомился со знаменитейшими астрономами и пользовался среди них таким авторитетом, что именно его они в 1928 году просили изготовить кварцевые диски диаметром 5 метров для Паломарского телескопа. «Передайте им, что я сделаю это зеркало»,— сказал Томсон своему помощнику.

Но проблема оказалась гораздо сложнее, чем он думал. 600 тыс. долларов, отпущенных на зеркало, хватило лишь на то, чтобы изготовить диск диаметром 1,5 м, после чего Хэйл был вынужден снова вернуться к стеклу.

Сколь ни занят был Томсон своими исследованиями, он всегда находил время для порой весьма неожиданных изобретений. Так, отдыхая от серьезных исследований, он занялся усовершенствованием самодельного органа и получил несколько патентов на узлы и детали этого инструмента. В 1919 году, узнав, что в Техасе открыты большие запасы гелия, он вспомнил свои давнишние опыты с закисью азота и предложил гелиево-кислородные смеси для работы в кессонах. Наконец, от его

внимания не ускользнуло наблюдение, позволившее ему сделать еще одно удивительное изобретение. Однажды летом его помощник обнаружил возле печи для плавки кварца груды дохлых moskitov. Томсон сразу решил, что их мог привлечь только звук печи, питаемой током в 60 гц. По-видимому, все эти moskitovы должны быть самцами, принявшими звук печи за зов самок. Убедившись в правильности своего предположения, Томсон тут же разработал метод борьбы с moskitovами с помощью электричества.

«Как необыкновенно, что умер Том Эдисон!»

В 1932 году родные и близкие Томсона, обеспокоенные его отсутствием в мастерской, в кабинете, в саду, после долгих поисков обнаружили его в подвале. Перемазанный маслом 80-летний профессор перебирал клапан компрессора, насвистывал и, казалось, был всецело поглощен этой работой. Но, обернувшись к вошедшим, он неожиданно произнес: «Я думал о Томе Эдисоне, и о том, как необыкновенно, что он умер».

Эта смерть поразила Томсона. В его памяти снова и снова вставала могучая фигура великого изобретателя. Он вспоминал его растерянного, сконфуженного, готового провалиться сквозь землю. Таким Элиху видел его на банкете в честь лорда Кельвина, где многие ораторы, превознося заслуги англичанина, невольно начинали превозносить и заслуги Эдисона. А тот, почти оглохший, полагая, что в речах хвалят только лорда Кельвина, первым начинал аплодировать каждому оратору. Боже мой! Что произошло с Эдисоном, когда жена прокричала ему в ухо: «Том, не надо так хлопать! Ведь говорят о тебе». Он съежился, низко склонился над столом. Но Кельвин и все присутствовавшие встали и аплодировали Эдисону до тех пор, пока он не поднялся и не раскланялся.

Томсон вспоминал Эдисона — молодого, энергичного, окрыленного успехом своей лампы накаливания. Это было во время их первой встречи, настороженной, сдержанной, но исполненной уважения и понимания. Их методы работы, их изобретения, их заслуги часто сравни-

вались и подсчитывались пристрастными приверженцами. Но по всеобщему мнению, Бартон, назвавший некогда Томсона вторым Эдисоном, показал себя неплохим прорицателем. Ибо Элиху вошел в историю техники, как изобретатель, занимавший второе место в мире по количеству патентов. Первый из своих 692 патентов он получил в 1876 году, последний — в 1935. В среднем он брал 1 патент в месяц. В течение четырех самых продуктивных лет он получал по патенту в неделю. И среди них были патенты на такие важные изобретения, как трехобмоточное динамо, контактная электросварка, распределительные системы переменного тока, электросчетчик, магнитный прерыватель, индукционный мотор и др.

Не удивительно, что в жизни Томсона не было недостатка в наградах, почетных степенях, знаках признания. Гарвардский университет присвоил ему звание доктора наук, он был членом комитетов Эдисоновской и Румфордской медалей. Ему первому была присуждена учрежденная в 1910 году Эдисоновская медаль за заслуги в электротехнике. Английское Королевское общество присудило ему — первому из американцев — свою высшую награду — медаль Кельвина, а Общество германских инженеров — медаль Грасгофа. В годы первой мировой войны американское правительство немедленно ввело Томсона в Национальный совет по исследованиям, где он украсил список своих работ акустическим устройством для поиска подводок, системой управления огнем корабельной артиллерии, методом производства дешевых нитратов и применением сварки в судостроении. Наконец, опрос, проведенный журналом «Электрикал уорлд» среди деятелей науки, показал, что по значимости вклада в электротехнику ученые ставили Томсона на 5—7 место, рядом с Генри и Герцем. Лишь заслуги Фарадея, Кельвина, Эдисона и Максвелла оценивались тогда выше, чем заслуги Томсона.

И тем не менее на всем творческом пути изобретателя № 2 непрерывно преследовали страшные неудачи. Одно за другим он упускал важнейшие изобретения, которые спустя некоторое время приносили славу другим изобретателям.

В 1870 году 17-летний Элиху обсуждал с одним из своих школьных друзей идею говорящего телеграфа. Схема действия аппарата представлялась им настолько

ясной, что они даже решились построить его в металле. Но... приближались каникулы, друзей ждала увлекательная геологическая экспедиция. Потом друг Томсона поступил в медицинскую школу, сам Элиху был по горло загружен работой в Центральной школе, и спустя 6 лет Александр Белл запатентовал конструкцию, близкую к конструкции филладельфийских школьников, а Томсон оказался среди людей, которые чуть-чуть не изобрели телефон.

Спустя 9 лет, в задоре конкурентной борьбы, Томсон все свое внимание направил на создание динамо постоянного тока. И хотя его трехобмоточное динамо простым переключением превращалось в машину то постоянного, то переменного тока, он пошел на поводу у патентного эксперта, и в своей заявке не упомянул об устройстве для получения переменного тока. В результате эту идею довел знаменитый электротехник Доливо-Добровольский, а Томсон остался в ряду тех, кто чуть-чуть не изобрел систему трехфазного тока.

Еще через 14 лет великий изобретатель не сумел увидеть колоссальные перспективы в идее применения гибких прозрачных пленок в фотографии, и год спустя мог только удивляться, какой огромный успех эта незатейливая на первый взгляд идея принесла Джорджу Истмену — основателю фирмы Истмен-Кодак. Но, быть может, самый крупный промах, до сих пор повергающий в изумление историков техники, был допущен Томсоном в связи с его знаменитой полемикой с Эдисоном по поводу «эфирной силы».

В 1875 году, экспериментируя с большим электромагнитом, Эдисон обнаружил таинственные маленькие искорки, проскакивающие между металлическими предметами в комнате. Следуя своему правилу не оставлять без внимания ни одного таинственного явления, изобретатель провел серию экспериментов и с удивлением обнаружил, что эти искры не влияют на электроскоп с золотыми листочками. Решив, что эти искры не электрического происхождения, Эдисон тут же опубликовал статью о некоей открытой им «эфирной силе».

Томсон, прочитав статью, сразу вспомнил о том, что такие же искорки он получил еще в 1871 году при работе с большой катушкой Румкорфа. Он тут же уговорил своего соавтора Хоустона поставить серию эксперимен-

тов, доказывающих неправоту Эдисона. Включив катушку, Элиху стал рассказывать по комнате, держа в руках коробку с установленными на ней графитовыми стержнями. И в любой точке комнаты между остриями вспыхивали крошечные искорки. Томсон перешел в другую комнату — искорки сохранились. Можно было обойтись и вовсе без ящика — искры проскакивали на острие карандаша с любых металлических предметов. Элиху переходил из комнаты в комнату, и всюду перед его глазами мелькали голубоватые искорки. Он поднялся на второй, на третий, на пятый этаж. Профессор Шнайдер, работавший в своей обсерватории, был единственным свидетелем томсоновского триумфа. Перед его глазами оказалось поразительное подтверждение максвелловской теории, гласящей, что электромагнитные волны должны распространяться через пространство.

Здесь, в обсерватории искорки наглядно доказывали, что электромагнитные волны от находящегося в подвале разрядника пронизывают 30 метров камня, дерева и стали. Особенно длинная и яркая искра проскочила между карандашом и роскошной бронзовой ручкой на двери, ведущей в библиотеку. Два профессора взглянули друг на друга: «Никакого сомнения! Электрическая энергия передается через пространство!»

Томсон не остановился на этом. Он смонтировал установку с резонаторами и получил эффекты, свидетельствующие о волновой природе испускаемых разрядником лучей. После этого Хоустон сел за статью, где как обычно приписал себе все заслуги, а о Томсоне упомянул лишь мельком. Тем не менее Томсон был удовлетворен: он сумел убедительно доказать ошибку Эдисона. Возможно, он был бы удовлетворен гораздо меньше, если бы мог подозревать, что он упустил великое изобретение — радио....

Быть может, этот эпизод, лучше чем что-либо другое, объясняет причины странных промахов Элиху Томсона. Изобретатель № 2 был больше ученым, чем изобретателем. Поставив перед собой цель докопаться до истины, доказать неправоту Эдисона и правоту Максвелла, он не мог думать ни о чем другом. Если бы кто-нибудь прямо указал ему, что построенный им прибор — бесценное средство связи, он, вероятно, не обратил бы на это внимания.

Видимо, именно удовлетворенность Томсона-ученого позволяла ему легко переживать досады Томсона-изобретателя. Без всякой горечи он говорил, что был недостаточно дальновиден и прозорлив, чтобы сразу оценить всю важность оказавшегося в его руках средства связи.

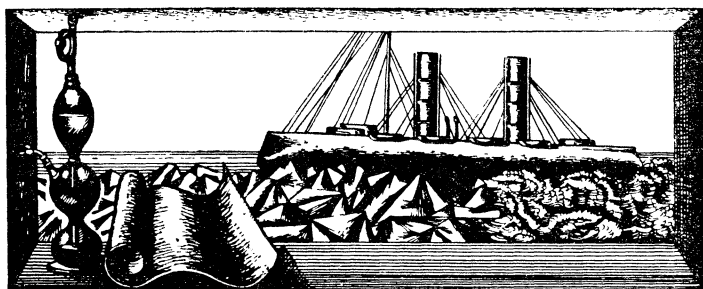
Сравнивая двух великих изобретателей, нетрудно убедиться, что Томсон — прямая противоположность Эдисону. Эдисон ненавидел школу и был не понят своими учителями. Томсон был отличником и потом преподавал сам. «Если Эдисону понадобилось бы найти иголку в стоге сена, он не стал бы терять время на то, чтобы определить наиболее вероятное место ее нахождения,— говорил о нем Тесла,— но немедленно, с лихорадочным прилежанием пчелы, начал бы осматривать соломинку за соломинкой, пока не нашёл бы предмет своих поисков...» Томсон действовал совсем не так: «Изучите все варианты и бросьте силы на наилучший». Вот почему Эдисон временами одерживал верх, но в конце концов прав оказывался Томсон.

* *

*

Наша страна щедро одарена талантливыми учеными, инженерами, изобретателями. Организованные в перво-классные конструкторские и научно-исследовательские коллективы, они способны разрешать такие грандиозные комплексные проблемы, как реактивная авиация, космическая техника, атомная энергетика, радиоэлектроника. В этой организации науки и техники, эффективность которой все чаще и чаще вынуждены признавать капиталистические страны, ярко проявляются преимущества социалистической системы.

Конечно, все наши научно-технические достижения не пришли сами собой. Потребовалась долгая, каждодневная работа. С тех пор как 30 июня 1919 года основатель Советского государства В. И. Ленин подписал декрет, утверждавший положение об изобретениях, вопросы развития науки и техники, вопросы изобретательства всегда находились в центре внимания Коммунистической партии и Советского правительства. Особенно большое внимание уделяется этим вопросам в наш век, век научно-технической революции.



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ПРЕЕМНИКИ АРХИМЕДА	8
«НАУКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ — ВОТ ТУТ МОИ МЕЧТЫ!»	13
МАСТЕР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ	35
«ЧЕСТНОСТЬ БЕЗ СТРАХА»	54
МИФ О ДИЗЕЛЕ	75
692 ПАТЕНТА ПРОФЕССОРА ТОМСОНА	101

**Герман
Владимирович
СМИРНОВ**

ПРЕЕМНИКИ АРХИМЕДА

Редактор В. М. Климачева
Художник П. А. Шорчев
Худож. редактор В. Н. Конюхов
Техн. редактор Т. В. Самсонова
Корректор О. Ю. Мигун

А 11745. Сдано в набор 2/III. 1973 г. Подписано к печати 28/VIII. 1973 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 3. Бум. л. 2,0. Печ. л. 4,0. Усл.-печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 6,52. Тираж 60500 экз. Издательство «Знание», Москва, 101835, Центр, проезд Серова, д. 3/4. Заказ 326. Ордена Ленина комбинат печати издательства «Радянська Україна», Киев, Анри Барбюса, 51/2. Цена 20 коп.

