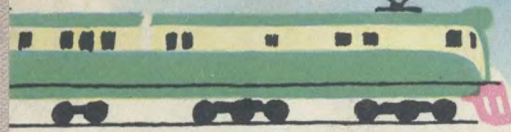
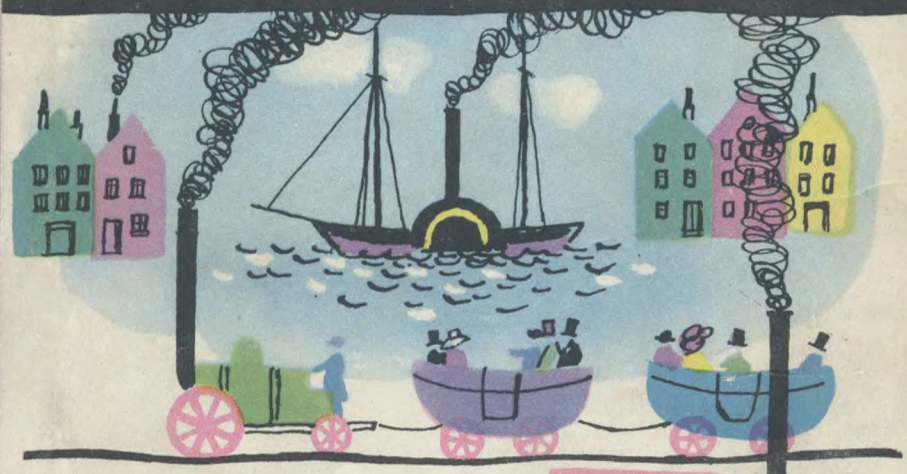


СОЗДАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Лев Тушилевский



СОЗДАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ



Детиз — 1960



*Лев Тушилевский*

**С**ОЗДАТЕЛИ  
ДВИГАТЕЛЕЙ



*Рисунки Е. Ванюнова*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР  
Москва 1960

*Книга Льва Гумилевского «Создатели двигателей» в увлекательной форме знакомит юного читателя с историей возникновения, создания и развития всех современных двигателей. Очень хорошо в ней показаны психология изобретателя и конструктора, особенности его мышления.*

*Вызывая интерес к технике, книга как бы говорит юному читателю, что в техническом творчестве нельзя рассчитывать на счастливый случай, на удачу, на какие-то врожденные качества, что отдельными случаями может воспользоваться, понять их и, прежде всего, просто заметить только тот, кто упорен и настойчив в достижении поставленной цели.*

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В воспоминаниях М. Горького о Ленине, со слов В. А. Десницкого-Строева, приводится такой факт. Проездом по Швеции соседями Владимира Ильича по купе оказались немцы. Внимание их привлекли иллюстрации в книге, которую читал Владимир Ильич. Это была монография о знаменитом немецком художнике Альбрехте Дюрере. Заинтересовавшись книгой, немцы вступили в разговор, и тогда выяснилось, что они понятия не имели о своем прославленном соотечественнике.

Владимир Ильич с гордостью сказал:

— Они своих не знают, а мы знаем.

Интерес к науке, технике, литературе, искусству зарубежных стран свойствен советской культуре. Глубоким уважением к великим людям всех времен и народов проникнута серия «Жизнь замечательных людей», возникающая по инициативе и при участии М. Горького. Около трехсот томов этого издания составляют культурное богатство советских читателей, их гордость.

В серии «Жизнь замечательных людей» вышли первые научно-художественные произведения писателя Льва Гумилевского: «Рудольф Дизель» и «Густав Лаваль». По этим монографиям широкая читательская аудитория впервые познакомилась с жизнью и деятельностью великих инженеров конца прошлого и начала нынешнего века.

Вот что пишет о первой из этих книг профессор А. А. Радциг<sup>1</sup>:

«Таким образом, по истории создания дизель-мотора накопился обширный материал, но, к удивлению, в иностранной литературе нет сводного большого труда, который давал бы полную и объективную историю вопроса; нет даже хорошей биографии Дизеля. В этом отношении русская литература имеет большое преимущество, так как в ней имеется чрезвычайно полно и добросовестно составленная биография Дизеля, в связи с характеристикой и историей его изобретения, написанная Л. Гумилевским».

Не было и в Швеции сводного большого труда и хорошей биографии Лавала. За книгу о великом шведском инженеру автор ее получил от Шведской Инженерной академии медаль Лавала:

---

<sup>1</sup> Проф. А. А. Радциг, История теплотехники. Изд. АН СССР, 1936, стр. 284.

Из этих признаний ясно, однако, что монографии Гумилевского о создателях двигателей не предназначались для юных читателей. Тот, кто не выбрал еще себе профессию, не сосредоточил еще своего интереса на каком-нибудь одном, специальном вопросе, интересуется данной областью науки или техники в целом. Если речь идет о двигателях, он желает знать о двигателях все, начиная от парового и кончая атомным, не считаясь с тем, что один тип двигателя относится к теплотехнике, другой — к электротехнике, третий — к гидротехнике, четвертый — к аэродинамике и что не под силу одному автору быть одновременно знатоком во всех этих областях.

Не является таким универсальным специалистом и автор настоящей книги, знакомящей читателя с историей возникновения, создания и развития всех современных двигателей. Он инженер, но «инженер человеческих душ», как принято у нас называть писателей-художников. В специальных областях техники он ограничивается основами теорий, схемами конструкций, дает общие понятия, общие представления. Оставаясь «инженером человеческих душ», он показывает нам психологию изобретателя, конструктора, особенности его творческого процесса, особенности его мышления. Поэтому и создание того или иного типа двигателя, то или иное открытие Гумилевский приурочивает к одному имени, хотя не только знает, но и показывает, как мало какое бы то ни было изобретение принадлежит тому или иному отдельному лицу.

Гумилевский, в сущности, руководствуется указаниями величайших представителей русского художественного слова: Пушкина, Толстого и Горького. «Следовать за мыслями великого человека есть наука самая занимательная», — писал Пушкин. «А не то важно знать, что Земля круглая, — говорит Толстой в одной из своих яснополянских статей, — а то важно знать, как люди дошли до этого». И, наконец, Горький, останавливаясь на темах научно-популярных книг для молодежи, восклицает:

«Прежде всего и еще раз! — наша книга о достижениях науки и техники должна давать не только конечные результаты человеческой мысли и опыта, но вводить читателя в самый процесс исследовательской работы, показывая постепенное преодоление трудностей и поиски верного метода. Науку и технику надо изображать не как склад готовых открытий и изобретений, а как арену борьбы, где конкретный, живой человек преодолевает сопротивление материала и традиций».

Благодаря такой чисто художественной трактовке материала рассказы Гумилевского о создателях двигателей приобрели в настоящей книге новый характер и новое значение. С одной стороны, они дают достаточно широкую и достоверную картину развития энергетической техники, а с другой стороны, вскрывают перед нами творческий процесс изобретателя, срывая завесу таинственности и недоступности с загадочной жизни нашего мозга.

Книга прочтется — и не один раз — с большим интересом и не меньшей пользой читателями всех возрастов и всякой подготовки.

*Академик И. П. БАРДИН*



## НИВЕРСАЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

## 1. ПАРОВОЙ И ПОРОХОВОЙ ЦИЛИНДРЫ

*Папепен*

Однажды на пышном вечере у французского короля Людовика XIV знаменитому физику и астроному Христиану Гюйгенсу представили молодого врача, уроженца города Блуа. Гюйгенс не имел никакого отношения к медицине, но из уважения к покровителям юноши вступил в любезный разговор с новым знакомым.

Тогда было в моде интересоваться вопросами естествознания. Среди музыки и танцев люди в париках, откинув фалды шелковых камзолов, нередко усаживались в кресла, чтобы поговорить об устройстве Вселенной. Играя пальцами, унизанными сверкающими перстнями, придворные, министры и сам король рассуждали о кольцах Сатурна, о часах с маятником, о весомости воздуха, о расширении тел от теплоты и о многих других открытиях новой физики. Разговоры о науке считались признаком хорошего тона, как золоченые пряжки на сафьяновых туфлях.

В погоне за модой короли и правительства, чтобы похвастаться друг перед другом, не скупились тратить деньги на украшение своих столиц научными учреждениями. Истинные ученые, нуждавшиеся в материальных средствах для производства опытов, были благодарны такому увлечению «естествознанием».

Следуя примеру Лондонского Королевского общества, Франция открыла в Париже Академию наук. В Германии

организовалась академия естествоиспытателей, строились университеты. Почти каждая страна хлопотала о своей собственной академии. В истории науки в деле развития подлинно научных знаний о природе все эти академии сыграли свою роль.

Ученых было мало, а спрос на них был так велик, что часто их приходилось выписывать из-за границы. Богатые и сильные правительства сманивали в свои академии знаменитых людей из соседних стран.

Таким именно образом попал во Францию голландец Христиан Гюйгенс. Он прибыл в Парижскую академию по приглашению французского правительства. На родине, занимаясь оптикой, Гюйгенс построил отличную астрономическую трубу и в нее наблюдал загадочный Сатурн. Ему-то и удалось открыть спутники Сатурна и обнаружить, что кольца Сатурна отделены от планеты. Гюйгенс также построил первые часы с маятником, поразившие воображение современников.

Любезная улыбка вельможи, с какой Гюйгенс задал первый вопрос представленному ему молодому человеку, быстро сошла с его губ. Он искренне заинтересовался юношей. Провинциальный врач оказался человеком с острым умом и большими познаниями. И, когда он намекнул на то, что больше всего на свете желал бы учиться и работать в лаборатории у Гюйгенса, ученый предложил ему место своего помощника.

Этот врач был Дени Папен.

О детстве и юности Папена сохранилось мало сведений. Он родился в Блуа, старинном французском городе, 22 августа 1647 года, в семье известного врача и получил хорошее медицинское образование в Анжерском университете. Однако он решил заниматься не врачебной практикой, как требовал его отец, а физикой и математикой, как хотел он сам. У такого наставника, как Гюйгенс, своевольный, но настойчивый, решительный и очень прилежный юноша быстро переквалифицировался и стал работать в области прикладной механики.

Наиболее интересным и важным научным достижением тогдашней науки Папену показалось открытие атмосферного давления, сделанное итальянским ученым Эванджелиста Торричелли. Произошло это так.

Торричелли пригласили во Флоренцию обследовать по-

ставленный там новый водяной насос. Насос этот был построен очень тщательно, но отказывался поднимать воду выше нескольких метров, и никто не мог понять, почему это происходило.

Самое старинное описание водяного насоса найдено у греческого ученого Филона Византийского, жившего более двух тысяч лет назад. Но и у него описан не первый, а значительно усовершенствованный насос двойного действия: он не только засасывает воду, но и нагнетает ее в особую дополнительную трубу, через которую вода из речки или колодца подается довольно высоко наверх.

В таком насосе при движении поршня вверх вода засасывается через клапан на дне цилиндра. Этот клапан прикрывает донное отверстие и откидывается вверх сам собой под действием поступающей в цилиндр воды. Клапан, соединяющий цилиндр с водоподъемной трубой, при этом закрыт, так как вода из трубы во время подъема поршня сама стремится войти в цилиндр и своей тяжестью закрывает боковой клапан. Наоборот, при обратном движении поршня нижний клапан в цилиндре закрывается давлением воды, а давление поршня на воду открывает боковой клапан, отчего вода из цилиндра врывается в водоподъемную трубу и идет по ней вверх до конца.

И до Филона Византийского и после него в течение полутора тысяч лет люди качали такими насосами воду из рек и колодцев, но все-таки не знали, какая именно сила заставляет воду подниматься вслед за поршнем. Древние философы объясняли это загадочное явление тем, что «природа не терпит пустоты» и потому загоняет воду в пустую трубу, если не в состоянии загнать туда воздух.

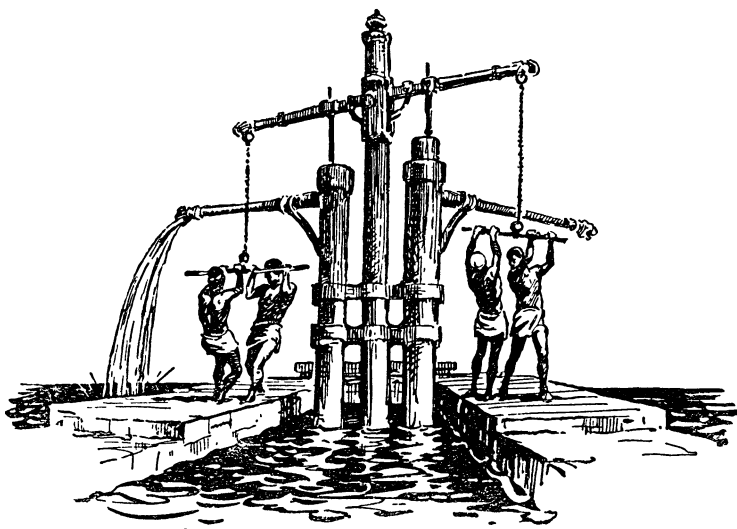
Даже учитель Торричелли, великий Галилей, знавший, что воздух имеет вес, не видел связи между весомостью воздуха и поднятием воды в трубе насоса.

Насос во Флоренции заставил всех обратить внимание на странное явление: на некоторой высоте вода в его трубе останавливалась и не шла дальше за поршнем, так что, вопреки утверждениям философов, природа мирилась с пустотой между уровнем воды и поршнем.

Торричелли был умный, образованный человек, и, главное, он не верил, что природа имеет разум и волю. Он стал искать истинную причину загадочного явления и довольно



скоро понял, что воду в трубу насоса гонит давление воздуха, который своим весом давит на поверхность воды в реке или колодце. Раз в трубе насоса при поднятии поршня образуется безвоздушное пространство, то естественно, что под давлением атмосферы на остальную поверхность воды часть воды устремляется в трубу и поднимается в ней.



*Старинный всдяной насос.*

Так Торричелли, опираясь на учение Галилея о весе-ности воздуха, открыл существование атмосферного да-вления.

Когда Торричелли понял, почему вода из колодца бе-жит в трубу насоса вслед за поршнем, он легко рассчитал, до какого предела сможет дойти вода в трубе. Ясно было, что даже в самом лучшем насосе она сможет подниматься только до тех пор, пока засосанная в трубу вода не уравнивает давление атмосферы.

Так как давление атмосферы повсюду почти неизмен-но, а вес воздуха и вес воды были известны, то Торричел-ли без труда решил задачу: ни один насос, состоящий из

цилиндра с поршнем, не может поднимать воду выше десяти метров. Десятиметровый столб воды в трубе всасывающего насоса уравнивает давление атмосферы на площадь, равную сечению трубы насоса, вследствие чего вода и останавливается на этой высоте. Значит, чтобы поднять воду на высоту в несколько десятков метров, следовало ставить один насос над другим так, чтобы воду, сливаемую нижним насосом в резервуар, выкачивал в свою очередь следующий, верхний насос, и так дальше, цепью, до конца.

Опыт давно уже научил людей поступать именно таким образом, когда приходилось откачивать воду с большой глубины. С незапамятных времен существовали и нагнетательные насосы с самодействующими клапанами.

Водяной насос многому научил людей за две тысячи лет своего существования и, как мы увидим дальше, претерпел на своем веку немало удивительных, чудесных превращений.

Вес воздуха ничтожен по сравнению с весом воды или железа, но все же каждый литр его весит более одного грамма. А так как высота воздушного слоя очень значительна, то оказывается, что давление, производимое атмосферой у поверхности земли на маленькую площадь в один квадратный сантиметр, превышает уже килограмм.

В обычных условиях мы, конечно, не замечаем, какая огромная тяжесть давит на нас, раз давление это равномерно распределено повсюду. Однако стоит только нарушить это равновесие, например путем удаления воздуха из трубы, как тотчас же атмосферное давление скажется самым резким образом. Даже сравнительно незначительное снижение атмосферного давления мы уже чувствуем на себе, поднявшись на высокую гору, когда организм наш должен приспособляться к уменьшенному давлению воздуха. Летчики, поднимающиеся очень высоко, это знают особенно хорошо.

Хотя действительный вес столба воздуха сечением в один квадратный сантиметр и несколько больше килограмма, в технике для упрощения расчетов давлением одной атмосферы принято считать давление, равное одному килограмму на квадратный сантиметр поверхности,

Почти одновременно с Торричелли вопросом, что такое пустота и почему ее не терпит природа, интересовался еще один замечательный ученый — Отто фон Герике, бургомистр города Магдебурга. Он занимался больше научными опытами, чем коммунальными делами, и опыты в науке ставил на первое место.

«Словоизвержение и красивые фразы, так же как и умение вести споры, ровно ничего не стоят в естествознании!» — говорил он.

Герике не стал спорить с философами, а взялся за опыты. Ничего не зная об открытии Торричелли, он пришел к тем же выводам, что и итальянский ученый, но начал с другого конца. Он поставил себе целью прежде всего получить совершенную пустоту, а потом уже посмотреть, что из этого выйдет.

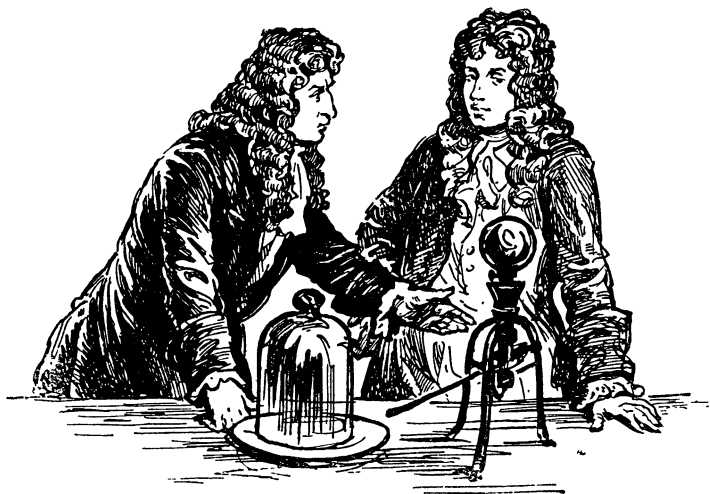
Чтобы получить пустоту (вакуум) в каком-нибудь сосуде (например, в бочке), Герике решил выкачивать из него воду, не впуская в сосуд воздух. Сделать это было очень трудно, и опыт не удался, но он привел Герике к мысли, что при помощи особенного насоса, состоящего из той же технической формы — цилиндра и поршня, можно выкачивать не только воду, но и воздух. Такой воздушный насос Герике и сделал. При помощи его он откачал воздух из медного шара, а затем этот «пустой», по его мнению, шар опустил в воду и открыл кран. Вода ворвалась в шар, но, к удивлению Герике, все-таки заполнила его не весь. Некоторая часть в шаре — правда, незначительная, величиной с грецкий орех — осталась незаполненной. Очевидно, это пространство занимал остаток воздуха.

Герике сделал правильное заключение из своего опыта: совершенной пустоты, действительно безвоздушного пространства, добиться практически невозможно. Поэтому, хотя в технике и говорят часто о безвоздушном пространстве, о вакууме, в действительности речь идет только о сильно разреженном воздухе, а не о полном его удалении, не об абсолютной пустоте.

Как видите, все это, по справедливости, могло заинтересовать не только молодого Папена, но и его учителя. Они вооружились воздушным насосом и стали в свою очередь производить различные опыты с безвоздушным пространством. Совместно с Гюйгенсом Папен внес очень важ-

ное усовершенствование в воздушный насос — тарелку с колпаком. Воздух они стали выкачивать не из шара с узким горлышком, а из-под стеклянного колпака на тарелке, куда можно было помещать с удобством все, что хотели подвергнуть опыту в безвоздушном пространстве.

Однажды, работая с воздушным насосом, Папен заметил то, что раньше его видел и Герики, а именно: когда под поршнем образовывалось разреженное пространство,



*Папен и его учитель Гюйгенс.*

наружное давление атмосферы гнало поршень обратно с большой силой. Это наблюдение показало Папену, что атмосферное давление может совершать работу, если придумать соответствующую конструкцию машины.

Папен под руководством своего учителя произвел с воздушным насосом массу опытов. Он опубликовал результаты их в своей первой книге: «Новый опыт над безвоздушным пространством». Труд свой Папен посвятил Гюйгенсу и в посвящении написал:

«Опыты эти принадлежат вам, так как почти все они были произведены мной по вашей мысли и по вашим указаниям. Но так как мне известно, что они служили для

вас простым развлечением и что вы едва ли захотели бы вверить их бумаге, а тем более публиковать, то я не боюсь навлечь на себя ваше неудовольствие, приняв на себя их описание».

Книга Папена содержала много интересных научных новостей и поэтому имела успех. На автора книги обратили внимание академия, ученые, придворная знать. Папен не скрыл от своих читателей и сделанного им важного наблюдения, хотя о своей идее построить атмосферную машину умолчал.

Но Гюйгенс знал о ней и даже помогал Папену в поисках средства получить под поршнем вакуум. Ведь, в сущности говоря, в этом и заключалась главная задача: если под поршнем в цилиндре будет быстро образовываться вакуум, то, естественно, атмосферное давление заставит поршень опускаться и при этом совершать какую-нибудь работу, например поднимать тяжесть на веревке, перекинутой через блок.

Гюйгенс посоветовал своему ученику попытаться с газами, образующимися от сгорания пороха. Горячие газы занимают большое пространство, а охлаждаясь, значительно уменьшаются в объеме. Гюйгенс считал, что таким образом можно получить вакуум, хотя бы и не очень глубокий.

Папен принял совет учителя и построил для своих опытов пороховую машину, состоявшую из железного цилиндра и поршня. Папен рассчитал, что если он зажжет под опущенным к дну поршнем щепотку пороха, то поршень отскочит вверх, а пространство под ним займут горячие газы. Когда они остынут и уменьшатся в объеме, в цилиндре получится разреженное пространство, некоторый вакуум, и атмосферное давление заставит поршень с силой опуститься.

Все это Папен рассчитал правильно и хорошо, но на первом же опыте при взрыве пороха поршень вовсе вылетел из цилиндра, несмотря на задвижку, которая должна была удержать его.

Такого человека, как Папен, подобная неудача не могла остановить, но он отложил опыты, и на очень долгое время. Ему и Гюйгенсу пришлось неожиданно покинуть Францию.

Религиозные верования Папена и Гюйгенса отлича-

лись от религиозных убеждений короля и большей части дворянства, а французское правительство готовило в это время очень суровый закон, преследовавший противников государственной религии. Из Франции пришлось бежать многим протестантам, в том числе и Гюйгенсу со своим учеником.

Гюйгенс возвратился на родину, а Папен отправился в Англию, где у самого короля имелась химическая лаборатория. Папен надеялся, что не останется там без дела.

В Англии французский изгнанник прежде всего обратился к одному из основателей Королевского общества, Роберту Бойлю.

Жизнь Бойля проходила в научных занятиях. В его имени, в Солбридже, где он жил, находились и лаборатории, открытые для всех научных деятелей. Бойль не отличался хорошим здоровьем и почти никуда не выезжал из своего поместья, да, пожалуй, и не выходил из своих лабораторий. Но Папена он знал, так как сам много занимался опытами с безвоздушным пространством, о которых, как и Папен, написал книгу. Узнав о горестном положении французского изгнанника, Бойль предложил ему место своего помощника.

В продолжение трех лет Бойль и Папен работали вместе. Они занимались главным образом изучением свойств водяного пара. В результате этих занятий Папен устроил своеобразный паровой котел, названный им разваривателем. Теперь его называют «папенев котел». Это толстостенный железный сосуд с плотно привинчивающейся крышкой. Образующийся при кипячении воды пар не может выходить из такого котла наружу, благодаря чему в котле получается очень сильное давление пара, а температура значительно превышает обычную температуру кипящей воды.

Температуру в котле Папен измерял временем, в течение которого испарялась капля воды, помещенная в специальном углублении на крышке котла. Соответственно со скоростью ее испарения он определял силу давления пара в котле. В своих сочинениях Папен указывает, что если, например, капля высыхает за восемь секунд, то это значит, что давление в котле достигает десяти атмосфер.

Такое высокое давление могло разорвать котел, но Папен придумал предохранительное приспособление. Он сде-

лал в крышке котла отверстие, закрывающееся металлической пробкой. Чтобы пар не выбивал пробку, ее прижимал рычаг с грузом на конце. Если давление пара в котле увеличивалось, угрожая взрывом, пробка поднималась под напором изнутри, и пар выходил наружу. Чем выше требовалось давление, тем ближе к свободному концу рычага сдвигался груз.

Этот предохранительный клапан Папена — самое остроумное устройство в его котле. И до настоящего времени такой клапан имеется на каждом паровом котле, хотя и изобретен более двухсот пятидесяти лет назад.

В папеновом котле, где вода нагревается до очень высокой температуры, мясо отстает от костей, а кости развариваются в студень. Сейчас такие котлы и применяются для варки костей.

Папен, показывая свой развариватель членам Королевского общества, угостил их ужином, для которого все блюда приготовил в разваривателе, на глазах у ученых.

Что это было за угощение, можно судить по описанию одного из таких кушаний в книге Папена: «Новый котел для разваривания костей», изданной в 1681 году. Это второй ученый труд Папена.

«Я брал бычьи сырые кости, — пишет он, — и высушивал их долгое время, выбирая из самой твердой части ноги. Положив их в небольшой стеклянный сосуд с водой, я помещал все это в свою машину и доводил огонь до десяти давлений, после чего в сосуде оказывался превосходный студень, без вкуса и цвета. Сдобрив его сахаром и лимонным соком, я ел его с превеликим удовольствием и находил полезным для здоровья».

Это изобретение дало возможность Папену стать членом Королевского общества и приобрести уважение англичан. Но французский изгнанник был вспыльчив, высокомерен и не умел ладить с английскими джентльменами. Из всех сделанных им в это время знакомств осталась прочной только дружба с Лейбницем, немецким философом и ученым, навестившим Бойля во время поездки по Англии. Лейбниц оценил молодого помощника Бойля, а Папен, несмотря на то что Лейбниц был всего на год старше его, отнесся к нему, как к учителю, и в таких отношениях они остались на всю жизнь. Переписка их не прекращалась, и из этой переписки мож-

но видеть, как в затруднительных случаях Папен нередко обращался к своему немецкому другу за помощью и советом и как много идей подсказал ему Лейбниц.

Как только Папен приобрел некоторую известность благодаря своим научным трудам, опытам и изобретениям, он стал получать приглашения от иностранных академий. В Лондоне материальное положение Папена было не так уж хорошо, и он принял приглашение Венецианской академии наук.

Живой, непоседливый, жаждавший новизны и деятельности. молодой академик недолго прожил в Венеции. Одним почетом питаться было невозможно. Маленькое государство бедствовало, лаборатории академии были обставлены плохо, оценить труды Папена никто здесь не мог. Через три года он вернулся в Англию.

Надо сказать, что, как всякая мода, общее увлечение естествознанием уже проходило. Ученым, не владевшим родовыми поместьями, жилось все хуже и хуже. Лорды и графы, имевшие огромные состояния, конечно, могли беззаботно продолжать научные опыты в собственных замках, но Папену, о котором в Англии уже успели позабыть, пришлось прежде всего позаботиться о том, где, как и на что жить.

Подобно своим великим современникам Декарту, Ньютону, Лейбницу, Гюйгенсу, Папен оставался холостяком. Считалось, что научные занятия нельзя совместить с семейной жизнью, с заботами о жене, о детях, о куске хлеба. Однако на ничтожное жалованье, назначенное Папену Королевским обществом за демонстрацию опытов на заседаниях, оказалось трудно жить в Лондоне и одинокому человеку. Нужда не менее, чем деятельная натура, подгоняла Папена, и он с излишней поспешностью представил Королевскому обществу какую-то вновь изобретенную машину.

Демонстрация машины окончилась полнейшей неудачей. Папена высмеяли. Насколько он заслужил это, теперь трудно сказать, так как Папен машину уничтожил, а сведений о ней не сохранилось.

Пораженный своими неудачами в Лондоне, он отправился в Германию и тут, по рекомендации Лейбница, занял кафедру математики в Марбургском университете.

В Марбурге на первых порах, пока еще он из-за своей



вспыльчивости, резкости и высокомерия в спорах с людьми, осмелившимися ему возражать, не нажил себе врагов, Папен мог работать довольно спокойно. А так как все мысли его в это время сосредоточивались главным образом на оставленных парижских опытах с пороховой машиной, то он и принялся снова за осуществление своей старой идеи.

Надо заметить, что опыты Папена не преследовали никаких практических целей. Ученый лишь хотел доказать всему миру, как он прав, утверждая, что при помощи атмосферного давления можно заставить поршень совершать полезную работу в цилиндре. То было время экспериментальной физики, когда ученые изучали природу и ее законы, производя всевозможные опыты. Прежние наивные религиозные верования сменялись научным знанием законов физики, а знания давались опытом и размышлениями.

Да и откуда, каким образом могла прийти Папену мысль о практическом назначении задуманной им машины?

Жизнь шла неторопливо, потребности у людей того времени ограничивались самым необходимым. Земледельцы зимой становились ремесленниками, а ремесленники не бросали земли. Городское население было малочисленно. Фабрик и заводов не существовало. Прядильщики, ткачи, кузнецы, кожевники, гончары, сапожники, мастера всякого рода работали дома, обходясь силой своих рук. Тяжелый мельничный жернов вращали ветряные крылья и водяные колеса. Для других тяжелых работ, например у доменных печей для приведения в действие мехов, подающих воздух в домну, также использовали силу падающей воды.

О каких бы то ни было новых источниках движущей силы никто пока и не думал.

Возвратившись к идее пороховой машины, Папен построил цилиндр с клапаном, через который мог бы выходить избыток газов. Клапан помог делу, и вот, к удовольствию упрямого конструктора, пороховая машина начала работать.

Но что это была за машина! Она состояла из железного цилиндра с отвинчивающимся дном и дырочкой в стенке для фитиля. В цилиндре свободно двигался поршень со штоком. Чтобы привести машину в действие, Па-

пен насыпал на дно цилиндра горсточку пороха, опускал на него поршень, а затем фитилем, выведенным наружу, поджигал порох.

От сгорания пороха образовывались горячие газы, как в пушке, и они подбрасывали поршень вверх; тут поршень удерживала задвижка. Через некоторое время газы, наполнявшие цилиндр, вследствие охлаждения значительно уменьшались в объеме, давление их падало намного ниже атмосферного, и тогда Папен убирал задвижку. Под действием атмосферного давления и собственного веса поршень опускался вниз и при этом поднимал некоторый груз, висевший на веревке, перекинутой через блоки и привязанной другим концом к штоку поршня.

Хотя Папен и убедился в своей правоте, но без особенной радости. Зарядка цилиндра была чрезвычайно сложной; разрежение газа под поршнем получалось незначительное, и машина поднимала совсем не такой большой груз, как рассчитывал изобретатель.

Он не решился демонстрировать ученым собратьям свою «машину для нового применения пороха», как он ее назвал. От старой пушки она отличалась только тем, что круглое ядро заменялось плоским поршнем и поршень не вылетал вовсе из цилиндра, как ядро, а возвращался обратно под влиянием атмосферного давления и собственной тяжести.

Однако сообщение о машине Папен все-таки сделал. В «Лейпцигских ученых трудах» за 1688 год он напечатал отчет, где честно указал, что, «несмотря на все принятые меры предосторожности, в цилиндре оставалось еще не менее пятой части воздуха, и, вместо того чтобы поднимать груз в триста фунтов, можно было поднять только сто пятьдесят».

В те времена еще не знали о существовании различных газов, и поэтому Папен называл воздухом продукты сгорания.

«Но, может быть, возможно найти какой-нибудь другой, более совершенный способ производить под поршнем пустоту?» — думал Папен.

В поисках этого способа, как видно из переписки Папена с Лейбницем, марбургский профессор произвел немало опытов и провел, размышляя, не одну бессонную ночь. В конце концов, перебирая в уме все известные виды

«воздуха», Папен вспомнил о водяном паре, который тогда также называли воздухом.

Это была гениальная находка!

Водяной пар, как установили ученые незадолго до того, превращаясь в воду, или, как говорят, конденсируясь, уменьшается в объеме почти в две тысячи раз. Если через сосуд с отверстием пропускать некоторое время водяной пар, то пар вытеснит оттуда воздух и сам займет его место. Закрыв отверстие такого наполненного паром сосуда и облив его стенки холодной водой, легко добиться внутри его быстрой конденсации пара, а значит, получить ту «пустоту», тот вакуум, который так долго не давался Папену.

Теперь, когда новый способ производить «совершенную пустоту» был найден, оставалось только построить машину, чтобы заставить атмосферное давление производить работу. Папену не пришлось долго думать о технической форме для машины: цилиндр и поршень вполне годились для нее.

Вместо пороха Папен налил на дно цилиндра немного воды и опустил поршень до ее поверхности. Затем при помощи жаровни с углями он нагрел дно цилиндра. Вода обратилась в пар, и давление этого пара оказалось достаточным, чтобы поднять поршень до крайнего верхнего положения. В этом положении его удерживала задвижка. Убрав жаровню, Папен охладил цилиндр, облив его водой. Как только пар осел на стенках цилиндра капельками воды и под поршнем образовался вакуум, изобретатель отодвинул задвижку: поршень под влиянием атмосферного давления опустился вниз, поднимая груз, подвешенный к веревке, как и в опыте с пороховым цилиндром.

Папен достиг своей цели. Цилиндр и поршень при помощи воды, огня и атмосферного давления стали производить работу. Пусть эта грубая, хлопотливая, громоздкая машина еще ни на что не годилась, кроме как поднимать гирию на веревке через блоки, но она указывала путь к созданию будущих машин, могущих заменить силу человека.

Папен это понимал.

Описывая свой паровой цилиндр в тех же «Ученых трудах» за 1690 год, Папен указывал:

«Отсюда видно, какие большие движущие силы могут быть получены при помощи такого чрезвычайно простого



*Вода обратилась в пар, и давление этого пара оказалось достаточным, чтобы поднять поршень до крайнего верхнего положения.*

прибора, и притом с очень небольшими расходами. Топку можно сделать из тонкого железа так, чтобы ее легко можно было передвигать от одного цилиндра к другому и один и тот же огонь мог бы непрерывно самым действительным образом готовить пустоту по очереди в каждом цилиндре».

Но, наученный горьким опытом своих прежних изобретений, Папен понимал и то, как далеко самым ясным идеям до осуществления и практического применения. Поэтому, предвидя вопросы, он добавлял с горечью и раздражением:

«Каким образом сила эта может быть применена к подъему воды или руды из шахт, или для стрельбы чугунными ядрами, или для передвижения судов против ветра и для множества подобных целей, — об этом было бы дико сейчас говорить. Сообразно с каждым случаем надо строить машину так, чтобы она наиболее подходила для достижения цели».

«Главная трудность, — указывал автор, — состоит в том, чтобы найти такой завод, который мог бы сделать большие цилиндры».

Хотя Папен и принадлежал к разряду ученых, занимавшихся опытами, не преследовавшими никаких практических целей, все же он, как можно видеть из его статьи, уже понимал, что построенная им в лаборатории машина может пригодиться для нужд промышленности и хозяйства. Не случайно поэтому на первое место он поставил «подъем воды».

Дело в том, что хозяйство того времени вполне удовлетворялось ветряными и водяными двигателями, а также силой животных. Однако некоторые отрасли его уже испытывали потребность в ином типе двигателя, так как не могли пользоваться ни водой, ни ветром. Новый двигатель нужен был прежде всего и больше всего насосам, откачивавшим воду из шахт и рудников.

Горная промышленность в это время шла впереди других областей хозяйства благодаря большой потребности в каменном угле, в металле. В таких странах, как Англия, Франция, Германия, истребление лесов достигло угрожающих размеров. В Англии королевским указом, например, было запрещено употреблять древесный уголь при плавке руд. Приходилось поэтому увеличивать добычу каменного

угля, углублять рудники. Истинным бичом горного дела являлись подземные воды в шахтах. На откачку затопленных шахт и рудников не хватало рабочих рук.

Люди, стоявшие ближе Папена к делам промышленного хозяйства, заинтересовались даже несовершенной ма-



*Истинным бичом горного дела являлись подземные воды в шахтах.*

шиной марбургского профессора, рассчитывая поставить ее к насосу. Карл, ландграф Гессенский, управлявший Марбургом, вызвал к себе Папена и поручил ему взяться за постройку водоотливной машины. Папен согласился на это и кое-что сделал. По крайней мере, в Касселе, куда он

перешел по приглашению Карла, в музее до сих пор сохраняется цилиндр водоотливной машины Папена. Но почему дело не пошло дальше, неизвестно. Вероятно, Папен просто разочаровался в практической возможности применить свою машину для работы у насоса.

В самом деле, паровой цилиндр Папена имел недостаток, отбивавший всякую охоту им заниматься: наливание воды, кипячение ее в цилиндре, охлаждение цилиндра и снова кипячение и охлаждение — все это требовало времени и возни. Такая машина могла измучить людей, а толку от нее получалось немного.

Тут же рядом с хлопотливой машиной в лаборатории Папена стоял его знаменитый развариватель, представлявший собой отличный паровой котел. Ничего, казалось бы, не стоило соединить их паропроводящей трубкой и подавать в цилиндр машины готовый пар, а не кипятить воду в цилиндре. Простая эта мысль, которая пришла бы в голову при подобных обстоятельствах любому нашему юному технику, не появилась у Папена.

Это, конечно, не значит, что любой техник талантливее и умнее великого французского ученого. Примерами конструкторской «несообразительности» пестрит история техники. От нее не свободны даже гении. Секрет в том, что преодолеть обычный ход мысли, поступить по-новому, так, как никто еще никогда не поступал, очень трудно и удается не всегда даже гениальным людям. Гораздо проще следовать примеру других, делать так, как обычно в таких случаях делают все.

Причина нашей недогадливости — в привычном взгляде на вещи, в привычном отношении к ним, в невозможности преодолеть обычный ход мысли при решении совсем новых и неожиданных задач. Если бы Папен тут же после постройки своего прекрасного парового котла перешел к опытам с паровым цилиндром, он, может быть, и догадался бы при помощи паропровода и крана в нем подавать готовый пар из котла. Но между постройкой той и другой машины стояла пороховая машина, и в пороховом цилиндре порох приходилось сжигать в самом цилиндре.

Привычка мыслить в одном направлении направила изобретателя после работы с пороховой машиной на тот же путь и при постановке опытов с паровым цилиндром.

К тому же Папен применял свой паровой котел только

для разваривания костей. Благодаря такому его, можно сказать, кухонному назначению самая мысль применить развариватель для новой цели вряд ли могла прийти в голову.

В обычных условиях жизни, когда мы делаем нехитрое, обычное дело, привычка облегчает нам труд, подсказывая готовые решения старых, известных задач. В творческом деле, наоборот, нужно бороться с готовыми ответами, негодными для новой задачи. На такую борьбу с привычным ходом мысли творческий человек иногда тратит более всего душевных сил и нервного труда.

Папен не решил предложенной ему задачи привести в движение простой насос при помощи паровой машины. Не одолев этой трудности, Папен в то же время легко разрешил другую задачу, подсказанную ему привычным мышлением. Это «паровая баллиста» Папена, пушка, которая, по его словам, «скоро заставит Францию установить продолжительный мир». Об этом своем изобретении Папен писал Лейбницу в 1702 году.

Идея применить силу пара для «стрельбы чугунными ядрами» в те времена не заключала в себе ничего нового, неожиданного. Еще Леонардо да Винчи, художник, архитектор, философ и инженер, рассказывал своим читателям о такой пушке. Изобретение ее он приписывал величайшему ученому древней Греции Архимеду.

«Архитронито, — пишет Леонардо да Винчи, — есть машина из тонкой меди, изобретение Архимеда, и бросает ядра из железа с большим шумом и большой силой. Ее употребляют следующим образом: третья часть инструмента находится внутри большой массы горящего угля, и, когда она им хорошо нагреется, завинчивают винт, который находится под резервуаром с водой. Когда винт ввинчен вниз, он открывает проход, и, после того как вода вытекла, она течет в нагретую часть инструмента и внезапно превращается в пар, так что, по-видимому, происходит чудо, такая видна сила и слышен шум. Она бросает ядра, весящие один талант, на шесть стадий расстояния».

До изобретения пороха паровая пушка могла казаться чудом и занимать умы изобретателей, но во времена Папена вряд ли она способна была соперничать с обыкновенной пороховой пушкой.

Перебирая в уме прежние попытки людей воспользо-



ваться для той или иной цели силой пара, Папен вспомнил о пушке, но привычный ход мыслей подсказал ему ответ, очень далекий от данной ему задачи.

Совершенно иное направление приняли мысли в творческом воображении Папена после того, как он получил письмо Лейбница, в котором тот сообщал ему о недавно изобретенном в Англии капитаном Севери паровом насосе и приложил чертеж новой машины.

Папен прочитал письмо, взглянул на чертеж и понял, через какой невысокий порог он не мог до сих пор перешагнуть.

## 2. ОТДЕЛЬНЫЙ ПАРОВОЙ КОТЕЛ

### *Севери*

Капитан Томас Севери (капитанами в Англии называли в те времена командиров производства, инженеров, техников и мастеров) не занимался научными опытами, как Папен. Он был не то владельцем копей, не то горным чиновником в Корнуэльсе и в то же время изготовлял разные механизмы: умел делать часы и полировал зеркала машиной собственного изобретения.

Севери жил с 1650 года по 1715 год, и это почти все, что известно из его биографии. Если бы современники знали или предполагали, какое значение будет иметь в истории техники изобретенный им паровой насос, они, наверное, сохранили бы сведения о жизни Севери. Но современникам трудно судить о значении того или иного изобретения для будущего развития техники, и чаще всего замечательные люди получают правильную оценку только спустя долгое время после смерти, когда уже нельзя восстановить историю их жизни и творческой работы. Так случилось и с капитаном Севери.

Несомненно, что Севери, живя в Корнуэльсе, где сосредоточивалась тогда горная промышленность, видел, с какими трудностями сталкивается разработка медных рудников. Галереи их затоплялись подпочвенными водами, а дальше известной глубины откачивать воду становилось почти невозможным. Поставленные друг над другом насосы требовали такой массы рабочих рук и работали

так малопроизводительно, что откачка воды обходилась дороже новой шахты.

Вот для замены этих примитивных насосов Севери и предложил оригинальный прибор, который часто, но совершенно неправильно называют паровой машиной и даже паровым двигателем.

Севери был вообще изобретательный и разносторонне образованный человек. Его первым изобретением надо считать лодку с гребным приспособлением. Об этой работе Севери сохранился один интересный рассказ, впрочем ничего не говорящий о конструкции лодки.

Проект лодки Севери направил морскому министру Деммеру. Королевская бюрократическая машина с невообразимым равнодушием отнеслась к изобретателю. Собственный рассказ Севери о его столкновении с королевскими чиновниками мог бы с большим успехом и без всякой переделки появиться на страницах Диккенса.

«Министр сказал мне, — рассказывает Севери, — чтобы я сначала представил модель лодки, что я и сделал. А через четыре месяца он высказался против моего изобретения, заявив, что модель слишком мала, чтобы можно было судить о нем».

После этого Севери послал свой проект самому королю. Король передал изобретателю через одного из лордов, что он одобрил проект и просит по поводу него обратиться в Адмиралтейство.

Обрадованный Севери несколько раз ходил в Адмиралтейство, но так и не был там никем принят. Швейцар посоветовал ему навести справки в Морском управлении. На другой же день изобретатель отправился туда, но занятия в управлении уже кончились. Растерянно бродя по коридорам, Севери неожиданно встретил самого Деммера и решительно остановил его, чтобы спросить, состоялось ли какое-нибудь постановление по его делу.

— Нет, — спокойно отвечал министр, — мы послали возражения лордам Адмиралтейства!

Севери задал ему несколько вопросов по поводу его возражений и обнаружил, что министр рассуждал о том, чего сам не знал.

— Хорошо, — сказал министр, улыбаясь и надевая шляпу в знак окончания разговора, — нам придется подчиниться мнению лордов Адмиралтейства.

Вскоре после этого один из друзей Севери, встретившись со знакомым ему лордом Адмиралтейства, заговорил с ним об этом деле.

— Сэр, — спокойно сказал тот, — разве у нас в Адмиралтействе совсем нет сведущих людей?

— Надеюсь, что есть, — ответил приятель, — иначе за что же бы им платили по пятьсот фунтов стерлингов в год!

— Но разве такой сведущий человек, как Деммер, не в их числе?

— Надеюсь, что так! — согласился приятель.

— Так для чего же, — сказал тот, — всякие зловерные люди, не имеющие к нам отношения, желают изобретать что-либо для нас?

После этого Севери уже не пытался обращаться в Адмиралтейство, а предложил свой проект промышленникам.

В усовершенствованных лодках с гребным приспособлением, однако, никто не нуждался, и проект Севери не имел успеха.

— Нам нужно, сэр, нечто другое, — сказал один из них. — Нам нужен насос, водоотливная машина. Займитесь-ка вы этим!

Задача посредством огня и пара подавать воду вверх не могла показаться Севери слишком новой и неожиданной. Ею занималось много людей, и дело это имело уже свою историю.

Одно из первых решений задачи встречается в сочинении французского архитектора Саломона де Ко, изданном в 1615 году. Саломон де Ко говорит о железном шаре, пустом внутри, с вводной боковой трубкой для впуска воды и вертикальной выводной трубкой, по которой поднимается вода. Первая трубка после наполнения водой шара запирается краном. Вторая, выводная, проходит через шар почти до дна. Если поставить этот прибор на огонь, то вода будет испаряться и пар, не имея выхода, станет оказывать давление на воду и заставит ее подниматься по выводной трубке. Нечто подобное случается с чайником, если он хорошо закрыт. Тут выводной трубкой служит носик.

Подобный же способ поднимать воду предлагал несколько раньше итальянец Делла Порта. Он советовал ки-

пятить воду отдельно, а в ящик с холодной водой впускать только пар. Конечно, в таком приборе первая порция пара, заполняя ящик с водой, подвергнется конденсации. Но с нагревом поверхности воды и стенок ящика конденсация прекратится и давление вновь поступающего пара заставит воду выходить через выводную трубку. Конец этой трубки также лежит у самого дна ящика, в то время как трубка, через которую подводится пар, находится под потолком ящика.

Предложением Саломона де Ко воспользовался англичанин Эдуард Соммерсет, маркиз Уорчестер. Он взял патент на машину, поднимающую воду посредством огня и пара, и есть сведения, что его машина в 1667 году в Лондоне поднимала воду на сорок футов в высоту. Описание машины не сохранилось, но по некоторым данным предполагают, что она состояла из парового котла с двумя паропроводами, соединенными с двумя резервуарами. Из этих резервуаров пар вытеснял воду в подъемную трубу. В то время как один резервуар наполнялся водой, в другой впускался пар, и наоборот. Вероятно, с прибором Уорчестера лучше всего и был знаком Севери.

Так или иначе, но Севери в июле 1698 года получил патент на свое изобретение «для подъема воды и для приведения в движение разного рода мельниц силой огня, которое послужит к великой пользе и выгоде при откачке шахт, снабжении городов водой и работе мельниц там, где нет возможности пользоваться водой или ветром».

В насосе Севери использовалось сначала давление атмосферы для засасывания воды из глубины, а затем давление пара — для подачи воды наверх. Насос состоял из двух труб — всасывающей и нагнетательной, — снабженных клапанами. Между ними находился яйцевидный резервуар. Из отдельного парового котла в этот резервуар по паропроводу с краном подавался свежий пар. Как только пар вытеснял из резервуара воздух, кран паропровода закрывали, а резервуар обливали холодной водой. Пар конденсировался, в резервуаре образовывался вакуум, и атмосферное давление гнало в него воду по нижней, всасывающей, трубе. При этом поднимающаяся вода сама открывала клапан. Как только резервуар наполнялся водой, в него снова впускали пар. Под давлением пара вода стремилась из резервуара обратно, но клапан нижней тру-



*Шахтовладельцы отнеслись к насосу Севери  
не очень доверчиво.*

бы захлопывался. Тогда вода устремлялась по другой, нагнетательной, трубе, открывала клапан этой трубы и, поднявшись на нужную высоту, выливалась на землю или в чан. Когда давление пара ослабевало, вода шла обратно и тотчас же закрывала клапан выводной трубы. В резервуаре оставался только пар. Стенки резервуара снова об-

ливали водой, и процесс всасывания и нагнетания воды вверх повторялся.

Насос Севери тратил много пара, а значит, и топлива. Но там, где особенно не считаются с расходом топлива, он употребляется и до сих пор, в несколько усовершенствованном виде, под названием «пульсометра».

Шахтовладельцы отнеслись не очень доверчиво к насосу капитана Севери, и ему пришлось позаботиться о рекламе изобретения. Он поднес модель своего прибора королю Вильяму III, затем прочитал доклад в Королевском обществе и выпустил брошюру с описанием машины.

В 1702 году Севери издал книжку «Друг рудокопа». В ней он описал усовершенствованный паровой насос своей системы. Новый насос состоял из двух котлов и двух резервуаров, работавших попеременно, так что подача воды наверх шла без перерывов, не прекращаясь.

Высокое давление пара представляло некоторую опасность. Но французский физик и механик Деагюлье присоединил к котлу Севери предохранительный клапан Папена, и опасность взрыва была значительно уменьшена.

Однако машина Севери не смогла стать универсальным шахтным насосом.

Кроме опасности взрыва, насосы Севери были очень неэкономичны и могли засасывать воду только с небольшой глубины, так как атмосферное давление, как уже говорилось, не может поднимать воду больше чем на десять метров. В то же время в глубоких шахтах подавать воду на поверхность они не могли, потому что не хватало давления пара. Можно было, конечно, ставить несколько насосов ярусами, один над другим, и это делали, но установки получались громоздкие, неудобные и дорогие.

Шахтовладельцы постепенно разочаровались в машине и стали требовать новой конструкции.

Самую большую машину Севери установил на лондонской водокачке. Один из его насосов купил Петр I. Этот насос работал в Летнем саду, в Петербурге, — вероятно, для фонтанов. Слишком дорогое для промышленников изобретение Севери больше всего доставило удовольствия королям и помещикам. Они пользовались им для устройства фонтанов, украшавших сады и парки.

Севери не оказал большой услуги горной промышленности, но зато он помог другим конструкторам усвоить

простую мысль, что в паровых машинах, для какой бы цели ни служили они, следует пользоваться готовым паром из отдельного котла, а не превращать рабочий цилиндр в котел, как это было сделано у Папена.

### 3. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПАРА

#### *Папен*

Письмо Лейбница произвело сильное впечатление на Папена.

В это время изобретателю шел уже пятьдесят восьмой год. Под влиянием многих неудач душевные силы его слабели, занятия с кассельскими студентами отнимали весь день. Временами он сам себе казался отживающим человеком. Он даже женился и обзавелся кучей ребят, словно для того, чтобы навсегда вычеркнуть себя из рядов великих ученых своего времени.

Незавершенные машины Папена покрывались пылью. В паровом цилиндре пауки плели паутину. Лаборатория напоминала кладовую, куда сваливают ненужный хлам.

Простая идея капитана Севери потрясла воображение Папена. Полузабытый собственный опыт, заглушенные мечты, неосуществленные замыслы воскресли в уме ученого. Несмотря на свою внешнюю солидность, он оставался в душе все тем же непоседливым, решительным и увлекающимся человеком. Папена охватило страстное желание возместить потерянное время удвоенной энергией, и, учась у Севери, он принялся за постройку новой машины.

К несчастью, Папен не умел влиять на свое воображение. Развивающиеся идеи шли у него по раз взятому направлению без всяких преград. Теперь взволнованному профессору казалось, что паровой насос англичанина — самая совершенная машина, а его собственный паровой цилиндр никуда не годится и ничего не стоит.

Исходя из опыта Севери, Папен сконструировал сложную, большую и даже остроумную машину. Но она оказалась шагом назад, а не вперед после собственных опытов Папена с паровым цилиндром.

В Мюнхенском музее истории техники хранится чертеж этой машины. Из отдельного парового котла пар че-

рез паропровод с краном направляется в своеобразный резервуар цилиндрической формы. Внизу резервуар превращается в воронку с загибающейся трубой, которая далее идет вверх и предназначена для выбрасывания воды в другой, верхний, резервуар. В первом резервуаре, как в паровом цилиндре, помещен поршень, вернее поплавок. Подавая из котла пар в этот резервуар, Папен давлением пара действовал на поплавок, и поплавок, опускаясь, заставлял воду идти в воронку, затем через загибающуюся трубу подниматься наверх и выливаться там в резервуар. Таким образом, машина состояла из двух сообщающихся водяной трубой резервуаров — нижнего и верхнего, — а давление пара из нижнего цилиндрического резервуара с поплавком перегоняло воду в верхний резервуар. Машина не могла всасывать воду, а наполнялась ею через особую воронку. Все эти трубы соединялись и разъединялись в нужный момент самодействующими клапанами.

Это была, как видите, всего лишь водоподъемная машина, притом довольно громоздкая и достаточно сложная, но Папен не хотел этого понимать. Воду из верхнего резервуара, как это предлагалось у Севери, Папен хотел направлять на обыкновенное водяное колесо, приводом от которого и должны были работать мельничный жернов и воздуходувные мехи.

Папен предполагал, кроме того, строить суда с такой машиной, с тем чтобы вода, падая на гребное колесо, заставляла его вращаться, а колесо двигало бы судно.

Описание и изображение этой машины Папен дал в книге «Новое искусство эффективно поднимать воду на высоту при помощи огня», напечатанной в Касселе в 1707 году. Тут он писал, между прочим:

«Так как получаемый при посредстве огня водяной пар обладает способностью производить давление, как и воздух, но далее при охлаждении он опять может сгущаться в воду, так что не остается никакого давления, то нетрудно, я думаю, конструировать машины, в которых силы водяного пара при посредстве огня с небольшими издержками могли бы совершать полезную работу».

Это была вторая гениальная находка Папена. Он указывал, что давление пара может совершать работу не хуже, чем атмосферное давление, и это делало честь его уму и проницательности. Гениальные догадки всегда ка-



жуются очень простыми после того, как они высказаны, но привычный взгляд на вещи очень часто мешает нам догадываться как раз о наиболее простых и очевидных вещах.

Основные свойства пара были известны людям давно. Все знали, что, охлаждаясь, пар превращается в капли воды. Все видели, что пар, поднимая тяжелую крышку котла, оказывает на нее давление. Наконец каждый замечал, что, вырываясь из котла в узкую щель, струя пара имеет огромную скорость истечения, во много раз превосходящую самый сильный ветер.

На этих трех основных свойствах пара — конденсации, давлении и скорости — основана работа всех паровых машин, но история создания их показывает, что мысль об использовании этих свойств пара для работы давалась людям почти с таким же трудом, как и конструкция машин.

Здесь, кстати, перейдем для краткости и точности на более близкий к науке язык. Давление пара в котле образуется потому, что всякое тело, находящееся в газообразном состоянии, стремится расшириться, занять как можно более места, как можно больший объем. Это стремление пара и всех газообразных тел к расширению представляет огромную силу, взрывающую котлы, выбрасывающую из пушек снаряды.

Запертая до поры до времени в котле или другом сосуде, эта сила расширяющегося пара или газа будет его потенциальной энергией, существующей в скрытом виде, но могущей проявиться, стать действующей. Если дать выход пару из котла, сила эта проявится, начнет действовать, и тогда мы будем иметь дело с его кинетической энергией.

Из переписки Папена с Лейбницем можно видеть, что, вернувшись к осуществлению своих ранних идей, Папен, следуя примеру Севери, построил несколько паровых машин с отдельным котлом. Все ли они были той же конструкции, как только что описанная по чертежу Мюнхенского музея паровая машина, или отличались от нее, понять нельзя. Во всяком случае, ясно, что работало в них давление пара. Известно, что такую машину Папен однажды демонстрировал в Касселе в присутствии многих зрителей.

Вследствие плохо рассчитанного груза на рычаге предохранительного клапана произошел сильный взрыв.

Несколько человек из числа зрителей погибло. Происшествие обрушило на Папена сильный гнев не только населения, но и самого ландграфа Гессенского.

Папен, и без того плохо ладивший с кассельцами и придворным окружением принца, решил покинуть Германию. На родину он возвратиться все еще не мог. Лучшие воспоминания о прожитой жизни связывались у него с Лондоном. И вот французский изгнанник решил снова ехать в Англию. Он надеялся, что там его паровая машина встретит большее сочувствие и скорее найдет применение, чем в любой другой стране.

Совершить такой переезд с семьей и имуществом в те времена представлялось большим и трудновыполнимым предприятием. Может быть, Папен и не решился бы на него, если бы не имел собственного плана, как осуществить такое предприятие. План заключался в том, чтобы отправиться в Англию водным путем, на собственном судне, снабженном паровой машиной, приводящей его в движение.

Папен принадлежал к числу людей смелых и решительных. Проект судовой установки с паровой машиной, льющей воду на гребное колесо, не выходил из его головы. Естественно, что теперь он сделал все, чтобы осуществить этот проект, и возможно, что он его осуществил.

Сомнительно, чтобы потоком воды, поднятой из реки паровым насосом и падающей на гребное колесо с лопастями, можно было вести судно против течения, тем более что тот путь, который Папену удалось совершить, шел вниз по течению реки Фульды.

Как бы то ни было, но Папен построил барку для своего путешествия, и из писем его к Лейбницу видно, что он не один раз и с полным успехом пробовал построенное им судно на Фульде. Оставалось только собраться и выехать. Но тут обнаружилось неожиданное препятствие.

«Вы знаете, — писал Папен по этому поводу Лейбницу в июле 1707 года, — как давно я жалеюсь на преследования моих могущественных врагов. До сих пор я терпеливо переносил это, но с некоторого времени злоба их достигла таких размеров, что с моей стороны было бы слишком большой смелостью оставаться дольше в Гессене и подвергаться различным опасностям. Причину своего отъезда я объяснил принцу тем, что для меня важно испы-

тать устроенное мной судно новой конструкции большого размера и снабдить его механизмом, который при помощи огня позволит одному или двум работникам вести судно с большей быстротой, чем это смогли бы сделать сотни гребцов. Действительно, у меня есть намерение уехать отсюда на таком судне, о котором я уже сообщал вам: этим я надеюсь также убедить всех, что по выработанному мною типу можно построить другие суда, с успехом применив к ним машину. К выполнению моего плана служит, однако, препятствием то обстоятельство, что суда, выходящие из Касселя, не попадают в Бремен, так как по прибытии в Мюнден товары перегружаются на другие суда, и только эти уже непосредственно отправляются в Бремен. В этом меня уверил мюнденский судовщик. Кроме того, он сказал мне, что нужно иметь особое разрешение, чтобы перевести судно из Фульды в Везер, вследствие чего я решил обратиться к вам. Так как это частное дело, не имеющее никакого значения для торговли, то я уверен, вы примете на себя труд достать мне пропуск для моего судна из Мюндена, тем более что мне известно, как много надежд вы возлагаете на применение огневой машины к водному сообщению».

Надежды Папена на своего влиятельного покровителя не оправдались. Несмотря на все меры, предпринятые Лейбницем, добиться пропуска для Папена не удалось. Нарушить интересы судовладельцев ганноверский курфюрст не решился даже для такого человека, как Лейбниц. Мюнденский же президент городского управления решительно отказал в выдаче разрешения Папену.

Раздраженный невозможностью добиться разрешения на проход своего судна по рекам немецких государств, Папен решил обойтись без пропуска. В конце сентября 1707 года он без долгих сборов погрузил свое имущество на судно и вместе с женой и детьми в ночь на 24-е покинул Кассель.

Через день Папен добрался до Лоха, маленького поселка, населенного судовщиками. Все жители высыпали на берег, а президент потребовал у Папена объяснений, кто он, откуда, что это за судно и почему на нем не видно ни парусов, ни гребцов.

Папену очень хотелось заинтересовать начальство, и он при грозном молчании толпы не только рассказал



*Охваченный отчаянием, Пален напрасно пытался  
огератить беду...*

о себе и о своих намерениях, но и показал устройство механизмов, вращавших гребные колеса. Президент удивлялся, но не высказывал своего мнения по поводу намерения Папена проскользнуть из Фульды в Везер недозволенным способом. Когда Папен стал добиваться ответа, президент просто сбежал. Часть судовщиков последовала за ним, часть осталась караулить преступное судно.

Прошла ночь. Папен провел ее без сна, ежеминутно ожидая нападения бродивших по берегу возбужденных людей.

Очевидно, судовщикам удалось убедить президента в опасности, грозившей округу от нарушения его интересов, в случае если они пропустят Папена. Утром решение президента состоялось, и гневная толпа жителей явилась его выполнять. Прежде всего решение было объявлено владельцу судна: так как судно пришло без пропуска, то на основании таких-то и таких-то статей закона оно составляет собственность судового округа, а посему будет взято на берег и продано с аукциона по частям.

Охваченный отчаянием, Папен напрасно пытался отвести беду, предлагая взять его имущество, деньги. Ничто не могло остановить судовладельцев. Сопrotивление нарушителя их привилегий только разжигало их гнев. Разъяренная толпа выволокла судно на берег, выкинула жалкое имущество изобретателя и на глазах у Папена, его испуганной жены и детей, не утруждая никакого аукциона, принялась ломать колеса, рубить мачты. С особенной яростью судовщики разгромили машину. На глазах изобретателя она превратилась в груду железа и меди.

Что это была за машина, каким образом приводила она в движение судно, так и осталось неизвестным. Позднейшие немецкие исследователи подвергли сомнению даже самый факт ее существования, несмотря на документальную переписку Папена с Лейбницем.

Папен вынес расправу со своим последним детищем, но он уже более никогда не возвращался к попыткам продолжать свою деятельность. Разбитый горем, больной и измученный, он кое-как добрался до Лондона. Бойля и Гюйгенса уже не было в живых. Новым членам Королевского общества Папен был мало известен, но после многих его просьб и поклонов влиятельным людям Королевское общество назначило Папену какую-то пенсию. Ее

хватало только на то, чтобы французский изгнанник не мог умереть от голода и болезней.

Оправиться от сыпавшихся на его седую голову обид и несчастий ученый не смог. О творческой работе он больше не помышлял и с горькой усмешкой писал Лейбницу:

«Я принужден употреблять мои машины на починку камина в моем бедном жилище!»

Обремененный семьей, оторванный от науки, всеми покинутый и забытый, Дени Папен умер так, что даже время его смерти осталось не отмеченным. Считают, что он умер в 1714 году.

По всему складу своего характера и способностей Папен был скорее мыслителем и исследователем, нежели техником и инженером, как Севери, но в истории создания двигателя судьба Папена оказалась счастливее: незавершенные его машины — паровой и пороховой цилиндры — стали предшественниками универсального парового двигателя и двигателей внутреннего сгорания, распространенных теперь по всему миру.

Первым воспользовался паровым цилиндром Папена для построения двигательного механизма Томас Ньюкомен.

#### **4. АТМОСФЕРНАЯ МАШИНА**

##### *Ньюкомен*

Недалеко от Модбери, где производил свои первые опыты с паровым насосом капитан Севери, в маленьком портовом городке Дартмуте жил в то время хороший кузнец и слесарь Томас Ньюкомен. В Дартмуте он родился в 1668 году, в Дартмуте же он и умер в 1729 году.

Ньюкомен не состоял членом Королевского общества, не издавал ученых книг. Он так мало привлекал к себе внимание современников, что о жизни его никто не сохранил никаких сведений, а когда много лет спустя выяснилось, какой это был замечательный мастер техники, оказалось уже невозможным не только восстановить его биографию, но не удалось даже разыскать его могилу.

Несомненно, это был предприимчивый и энергичный человек. Он выполнял заказы местных жителей в маленькой

кузнице, стоявшей на краю города и окруженной огородом, где трудилась семья кузнеца.

По торговым делам Ньюкомен, очевидно, бывал в Лондоне, в разных других городах и, любознательный от природы, тем или иным путем учился, накапливал не только опыт, но и некоторые знания.

Оживленный портовый город Дартмут являлся в то же время торговым и промышленным центром графства Девоншир. Здесь, как и в соседнем графстве Корнуэльс, находилось немало рудников. Старое горе всех шахт, затопляемых подземными водами, Ньюкомен хорошо знал. Часто он думал о том, как освободить горняков от необходимости выкачивать насосом воду, вместо того чтобы вырубать уголь. Конечно, этот деревенский кузнец, живя в графстве, где имелось много рудников, по самой профессии своей должен был заниматься машинами Севери и помогать в установке этих машин. Еще чаще он возился с обыкновенными рудничными насосами. Тогда их приводили в движение рабочие. Угрюмый образ рабочего, однообразно то поднимающего руки вверх, то опускающего их вниз вместе с рукояткой рычага, прочно запечатлелся в мозгу кузнеца. Неудивительно, что паровой цилиндр Папена, производивший те же самые однообразные движения — вверх-вниз, — связался в его воображении с рабочим, откачивающим воду, и подсказал хорошую идею: заменить мускульную силу рабочего машиной Папена.

На ранней поре развития техники гораздо более ясен и доступен нашему пониманию творческий процесс конструктора и изобретателя, чем в наше время. Но сущность его одна и та же. Она с предельной краткостью и отчетливостью дана в известной формуле В. И. Ленина:

«Жизнь рождает мозг. В мозгу человека отражается природа. Проверая и применяя в практике своей и в технике правильность этих отражений, человек приходит к объективной истине».

Это сказано в «Философских тетрадах» В. И. Ленина. Как везде и всегда у В. И. Ленина, ничего трудного для понимания в этих словах нет.

С элементами техники человек имел дело, разумеется, задолго до Папена и Ньюкомена. Но и ему приходилось уже применять в своей первобытной практике запечатленные в мозгу отражения общеприродной среды, его

окужавшей. Он видел, скажем, дерево, упавшее с одного берега ручья на другой. По нему перебирались животные, переходил вслед за ними и он сам. А когда при необходимости перебраться через ручей не оказывалось упавшего дерева, человек сам валил его с помощью каменного топора или усилиями нескольких человек. Так, применяя в практике своей отраженную в мозгу природу и проверив не раз правильность этого отражения, человек приходил к идее простейшего, балочного моста.

Легко представить себе, какое бесконечное множество всевозможных отражений запечатлевается в мозгу человека каждый день, каждый час, каждую минуту. Правда, повторяясь изо дня в день, эти отражения только наслаиваются друг на друга, но в то же время все вокруг так изменчиво, что достаточно для работы мозга и новых отражений, поступающих в него через органы чувств.

И, конечно, таких отражений в мозгу тем больше, чем обширнее опыт человека, чем разнообразнее среда вокруг него.

Особое, всем известное свойство отпечатавшихся в мозгу отражений заключается в том, что мы можем, с одной стороны, отрывать их одно от другого, расчленять на части, а с другой стороны, можем произвольно соединять их, комбинировать, причем комбинировать и цельные отражения и отделенные части их. В природе, скажем, нет крылатого коня, нет женщины с рыбьим туловищем, но в нашем воображении они существуют как Пегас и русалка. Такого рода комбинации легко возникают в нашем сознании из имеющихся там отражений. Комбинирование отражений, имеющихся в нашем сознании, и есть уже творчество.

В той мере, в какой творческий процесс является процессом разделения или соединения отпечатавшихся в клетках головного мозга отражений, творческая способность присуща каждому человеку. Но и самые причудливые создания фантазии говорят нам о том, что «человек в своей практической деятельности имеет перед собой объективный мир, зависит от него, им определяет свою деятельность». Это тоже слова В. И. Ленина, взятые нами из его «Философских тетрадей».

Значит, мы ничего не можем придумать такого, что целиком или по частям не было бы ранее дано в наш



мозг из окружающего нас мира. На примере Ньюкомена это видно очень ясно.

Откуда Ньюкомен узнал о паровом цилиндре Папена, мы не знаем, но в 1702 году он справлялся о нем у секретаря Королевского общества Гука. Гук не советовал Ньюкомену строить машину Папена. Он указывал на невозможность изготовить прибор так, чтобы поршень плотно прилегал к стенкам цилиндра.

Мысль о том, чтобы применить цилиндр Папена для работы с водяным насосом, конечно, пришла Ньюкомену уже в первый момент, когда он увидел паровой цилиндр с веревкой, перекинутой через блоки и поднимавшей груз: ведь Ньюкомену как раз нужно было тянуть поршень водяного насоса вверх!

Ньюкомен, мастер своего дела, меньше всего боялся трудностей изготовления частей машины. Убедившись в том, что атмосферная машина Папена не фантазия, а вполне подходящий для его цели двигательный механизм, и видя необходимость заменить насос Севери более удобной и выгодной водоотливной машиной, Ньюкомен взялся за ее постройку. Он привлек в компанию к себе водопродчика Коули и принялся за дело.

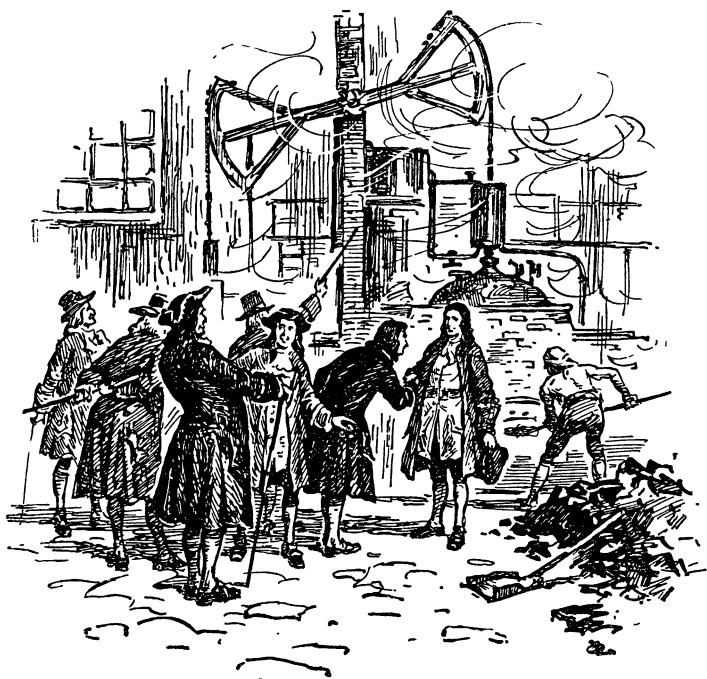
Ньюкомен взял обыкновенный водяной насос и поставил к нему вместо рабочего паровой цилиндр Папена. Веревку с блоками он заменил балансиром, или, проще говоря, коромыслом. Шток поршня насоса Ньюкомен связал железной цепью с одним концом коромысла, а шток поршня парового цилиндра такой же цепью связал с другим концом. Коромысло опиралось в середине на прочный столб и свободно качалось на своей опоре.

Так в этой машине объединились обыкновенный рудничный насос, потреблявший энергию, и обращенный насос, производивший работу. Прямой насос при помощи атмосферного давления засасывал воду, а другой, обращенный, посредством вакуума, образовавшегося после конденсации пара, заставлял атмосферное давление производить работу.

Пар в свою машину Ньюкомен стал впускать из отдельного парового котла. Котел он поместил под цилиндром. Конечно, ему пришлось придумать целый ряд дополнительных приспособлений, и дело не шло так гладко и просто, как может казаться. В 1711 году Ньюкомен и Коули

поставили свою паровую машину на каменноугольных копях в Варвикшире, а затем стали снабжать своим «огнедействующим насосом» не только Англию, но и другие страны.

Хотя о жизни этих замечательных людей до нас дошло



*Новую машину шахтовладельцы приняли  
очень хорошо.*

очень мало сведений, машины, построенные ими, сохранились в музеях разных стран.

Машина Ньюкомена работала таким образом. Поршень в паровом цилиндре поднимался как благодаря действию противовеса, расположенного на другом конце коромысла, так и благодаря давлению впускаемого под поршень пара. Когда поршень поднимался до своего крайнего, верхнего, положения, рабочий, стоявший у машины, прекращал

впуск пара, закрывая кран паропровода, а цилиндр обливал холодной водой, открывая кран водяного бачка. Пар конденсировался, поршень опускался и, так как он был связан цепью с концом коромысла, тянул этот конец вниз.

Другой конец коромысла в это время поднимался и тянул вверх поршень водяного насоса. Затем под действием противовеса поршень насоса опускался вниз, в то же время поднимая поршень парового цилиндра, куда в это время рабочий снова впускал пар из котла. Значит, машина имела только один рабочий ход поршня — вниз. Вверх поршень поднимался, не совершая никакой полезной работы. Таких двойных движений машина делала не меньше шести — восьми в минуту.

Ньюкомен не мог взять патент на свое изобретение, так как конденсация пара была запатентована Севери, но, по общему соглашению, Севери включил в свой патент и изобретение Ньюкомена.

Новую машину шахтовладельцы приняли очень хорошо.

Несмотря на поочередное нагревание и охлаждение цилиндра, построенная Ньюкоменом машина работала несравненно успешнее, чем насосы Севери. Однако крупным недостатком ее был очень большой расход топлива. Например, для машины, установленной в Ковентри, топливо едва успевали подвозить.

Если применить для оценки атмосферных машин Ньюкомена наши нынешние нормы, то окажется, что мощность их равнялась примерно шести лошадиным силам. Коэффициент полезного действия их, то есть количество теплоты, превращенной в механическую энергию из всего тепла, полученного от сгорания топлива, составлял лишь один процент. Стало быть, девяносто девять подвод угля из ста, подвезенных к машине, тратилось непроизводительно, без прямой пользы делу.

Прожорливость машин не так уже бросалась в глаза там, где рядом лежали горы угля, как в каменноугольных копях. Огнедействующий насос давал возможность добираться до глубоких залежей, и с прожорливостью его в копях можно было мириться. Но, для того чтобы ньюкоменовская машина могла применяться с выгодой в других рудниках, не очень обеспеченных углем, надо было сделать ее более экономичной. Об улучшении атмосфeр-

ных машин стали думать и Ньюкомен, и инженеры, и механики, имевшие с ними дело.

Есть хорошая русская поговорка: «На ловца и зверь бежит». Это значит, что мелькнувшее перед глазами явление или предмет приводит к догадке, к открытию только тогда, когда мы сами ищем отражение, которое помогло бы нам в нашем деле, в нашей заботе. Иначе мы не обратим на него внимания, даже не заметим его, как не замечаем, скажем, белок в лесу, если ищем грибы, и, наоборот, не видим грибов, если охотимся на белок!

Одно наблюдение позволило Ньюкомену, все время думавшему об усовершенствовании своей машины, внести в нее важное улучшение. Однажды он заметил, что как будто без всяких видимых причин машина начала работать быстрее, чем обычно. Ньюкомен заинтересовался этим явлением и стал внимательно осматривать механизм. Он увидел, что поршень, неплотно пригнанный к цилиндру, пропускает при обливании струю воды в самый цилиндр. Такое вбрызгивание холодной воды в самый цилиндр вело, оказывается, к чрезвычайно быстрой конденсации пара. От этого и ускорилась работа машины.

Ньюкомен воспользовался своим наблюдением. Теперь, строя новые машины, он не стал обливать водой цилиндр, как раньше, а начал вбрызгивать воду внутрь цилиндра, что, кстати сказать, предложил и Девагюлье в 1715 году.

Машины Ньюкомена стали работать много быстрее и экономичнее благодаря внесенному им изменению в конструкцию. Можно ли, однако, считать, как считали авторы старых книг по истории техники, что внесенное Ньюкоменом усовершенствование является делом счастливого случая и не составляет заслуги конструктора?

Кладя непроходимую пропасть между «душой» и телом, отрицая зависимость нашего мышления от окружающего мира, от воздействия общеприродной и социальной среды, авторы тех книг не видели связи между случайностью и закономерностью, между случаем и необходимостью. Известный русский химик академик П. И. Вальден утверждал даже в одной из своих книг, что «почти все великое, что у нас имеется и в науке и в технике, главным образом найдено при помощи случая».

Но вот перед нами типично «случайная» находка Ньюкомена, а между тем ничего случайного в ней мы не ви-

дим, все закономерно, все необходимо: Ньюкомен горит желанием усовершенствовать свою машину; он постоянно наблюдает ее работу; следит за исправностью механизма; каждое изменение в ее работе отражается в его мозгу. В поисках решения своей задачи конструктор обращается к запечатлевшимся в мозгу отражениям, то расчлняя их на части, то, наоборот, соединяя одно с другим. Комбинируя их целостными или по частям, он проверяет затем правильность этих комбинаций в технике и приходит к объективной истине: вводить воду для охлаждения цилиндра в самый цилиндр выгоднее, нежели обливать цилиндр снаружи!

Никакого прибежища для случайности тут нет. Весь процесс развивается по ясной формуле В. И. Ленина:

«От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».

В дальнейшем мы увидим, что творческий процесс далеко не всегда развивается так прямо и непосредственно, как это было у английского кузнеца. Отдельные звенья этого процесса часто остаются скрытыми и для окружающих и для самого творца. Иногда они просто позабываются, иногда ускользают от наблюдения: тогда говорят, что решение найдено *интуитивно, бессознательно, чутьем*. Бывает и так, что конструктор сам скрывает подробности, приведшие к открытию, чтобы не упоминать о работах своих предшественников или чтобы придать большее значение своей работе.

Принадлежность к тому или другому ремесленному цеху обязывала их членов тщательно скрывать свой опыт и приемы от конкурентов. Цеховые секреты составляли такую тайну, что, например, наследникам англичанина Дудлея удалось держать в секрете его способ плавки железной руды на каменном угле целое столетие, до тех пор, пока способ этот не был найден заново другими.

В капиталистическом обществе изобретатель вынужден, чтобы не лишиться выгод от своего открытия, таить-ся ото всех, не то что рассказывать о нем во всех подробностях. Так что вуаль таинственности, загадочности и недоступности на творческий процесс в значительной мере накидывают сами люди, называя «случаем» закономерное вмешательство объективного мира в творческий процесс.

Без такого прямого или косвенного вмешательства со стороны живой природы или созданных руками человека конструкций вряд ли могла родиться и тем более осуществиться мысль об устройстве автоматического распределения пара и воды в машинах Ньюкомена. Говорят, что такую мысль подал изобретателям один бойкий мальчик, по имени Гемфри Поттер. Его приставили к машине Ньюкомена в Корнуэльсе открывать и закрывать краны. Один из этих кранов впускал пар из котла в цилиндр, а другой подавал из бачка воду в цилиндр. Скучая за своей однообразной работой, мальчуган будто бы сообразил, что ее может выполнить сама машина, в то время как он будет читать книжки или играть в бабки сам с собой. Для этого он соединил веревочками рукоятки кранов с движущимися частями машины. Проделал он все это с таким расчетом, чтобы машина без всякой его помощи стала сама аккуратно и своевременно открывать и закрывать краны.

Вряд ли автоматическое парораспределение было делом рук мальчика. Идею поручить самой машине открывать и закрывать вовремя краны высказывал уже Лейбниц в одном из писем к Папену по поводу его машины. Его идеей, конечно, могли воспользоваться и конструкторы ньюкоменовских машин. Автоматическое парораспределение, кстати довольно сложное по конструкции, ввел в 1718 году инженер Бейтон. Изобретение автоматического распределения воды и пара имело огромное значение, так как освобождало машину от надсмотрщика.

Значительные усовершенствования в машину внес инженер Смитон, выдающийся английский конструктор. Он долго изучал машину Ньюкомена на работе, а выяснив причины ее неэкономичности и маломощности, перестроил ее. Он стал с большей точностью пригонять поршень к стенкам цилиндра, чтобы устранить зазоры, в которые мог уходить рабочий пар, поставил дополнительный паровой котел, чтобы увеличить мощность машины, и урегулировал качания коромысла.

В машинах, построенных Смитоном, расход пара уменьшился вдвое. В общем, как видите, паровая машина с первых же шагов своего развития проходила через много рук, и над созданием ее трудились не только французы и англичане. В Германии распространению паровых машин

особенно содействовал механик Леупольд, выпустивший в 1724 году сводное описание их устройств. В своем сочинении Леупольд не только рассказывает об известных ему атмосферных водоотливных машинах, где водяной пар применяется главным образом лишь для получения вакуума, но и высказывает снова мысль о том, что давление пара может работать само по себе в цилиндре с поршнем.

Постепенно усовершенствованная водоотливная машина Ньюкомена все больше и больше распространялась. В середине XVIII века в одном только Ньюкестле, центре углепромышленной Англии, насчитывалось шестьдесят таких машин. Изобретение Ньюкомена получило известность далеко за пределами Англии. Даже в далекой России, на осушительных работах в Кронштадте, применялся огнедействующий насос Ньюкомена. Его выписало из Англии правительство Екатерины II.

Конструктивно водоотливная машина Ньюкомена состояла из двух самостоятельных частей, объединенных коромыслом: старинного водяного насоса на одном конце и парового цилиндра Папена с отдельным котлом — на другом. Казалось, теперь уже нетрудно было догадаться, что паровой цилиндр, производящий при помощи атмосферного давления, огня и пара движущую силу, может не только качать воду насосом, но и совершать какую-нибудь другую полезную работу. Прошло, однако, еще много времени, прежде чем паровые машины получили применение в других областях.

В чем же тут дело? В недостатке знаний, в слабости технических средств, в ошибках изобретательской мысли?

Да, отчасти в этом, но не только в этом! Дело заключается в том, что техника всегда идет на поводу у промышленности, хотя в то же время толкает хозяйство вперед, содействуя развитию производительных сил. Всякое изобретение вырастает из потребностей своего времени и, в свою очередь, порождает новые потребности. И вот, лишь идя навстречу потребностям своего времени, угадывая, чувствуя, понимая нужду хозяйства, техника правильно и успешно разрешает свои задачи.

Потребность хозяйства страны, запросы промышленности, требования культуры определяют полет творческой фантазии, направляют, сосредоточивают мысль изобрета-

теля. Только в таких условиях изобретатель оказывается способным преодолевать и несовершенство технических средств, и недостаточность теоретических знаний, и косность собственной мысли.

Техника и промышленность, мысль изобретателя и запросы времени живут в прочной, органической связи друг с другом. Нет ничего случайного в том, что паровая машина рождалась у воды, у колодца, у водяного насоса. Водоотливная машина была необходима промышленности. Но водоотливная машина, спасая шахты от затопления, освобождая горняков для их прямой работы, тем самым способствовала развитию горного дела, добыче угля, добыче железной руды. Уголь становился дешевле, спрос на металл рос благодаря появлению разного рода машин, в том числе и водоотливных, а вместе с ростом машиностроения, естественно, развивалась металлургия.

Металлурги, подчиняясь королевскому указу, перешли при выплавке железных руд на каменный уголь, точнее — на кокс. Коксовые же домы требовали более сильного и равномерного дутья, чем древесно-угольные. Прежние воздуходувные мехи стали служить плохо.

Уже одно то обстоятельство, что воздуходушным мехам, как и водяному насосу, нужно прямолинейно-возвратное движение, наводило на мысль поставить двигательный механизм водоотливной машины Ньюкомена к мехам. Так же, впрочем, естественно приходила идея вместо небольших кожаных мехов построить солидную поршневую воздуходувку, применив для новой цели старую техническую форму цилиндра и поршня. Важно, что металлургическая промышленность столкнулась с необходимостью давать сильный и непрерывный поток воздуха в печь. Как только такая задача обнаружилась, тотчас конструкторы и инженеры взялись за ее решение.

Первую попытку сделали англичане. В 1750 году на железодельных заводах Дерби была установлена поршневая воздуходувка, которая работала через коромысло от парового цилиндра с отдельным котлом, как в паровом насосе Ньюкомена. Воздуходувка давала достаточно воздуха, но дутье производилось с разрывами, а не сплошным потоком. Ведь ньюкоменовский двигательный механизм имел только один рабочий ход и к тому же требовал времени на конденсацию пара. Чтобы получить постоянный



поток воздуха, пришлось поставить перед печью дополнительный резервуар, где накапливался некоторый запас воздуха.

Новая установка оказалась такой громоздкой и сложной, что металлурги не последовали примеру Дерби.

Чем больше развивалась промышленность, росли производительные силы, тем чаще то тут, то там возникала потребность в движущей силе для тех или иных нужд предприятия.

Изобретение прядильного, ткацкого станка и других машин-орудий положило в последней трети XVIII века начало промышленному перевороту, дальнейшее развитие которого определил уже механический двигатель.

Казалось бы, что страны, вступившие на путь промышленного развития ранее других, и должны были создать эту машину — двигатель. Однако не там, а именно в России, позднее других стран вступившей на этот путь, сделан был первый шаг к созданию универсального двигателя, с которым всецело связан дальнейший ход промышленного переворота. Это тем более замечательно, что идея универсального двигателя возникла у первого же русского теплотехника, в лице которого русская техника властно заявила о своем существовании.

Факт этот характеризует не только высокий уровень развития некоторых отраслей промышленности в России того времени, но и дает нам представление о самобытном, своеобразном складе и направлении русской научно-технической мысли.

## **5. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

### *Ползунов*

Подобно тому как в произведении искусства сказывается творческая индивидуальность его автора, в любом инженерном сооружении — будь то железнодорожный мост, самолет или паровой двигатель — мы легко можем обнаружить личность творца, его собственный стиль. В равной мере как на произведения искусства, так и на инженерные сооружения накладывает свой отпечаток и национальная принадлежность автора.

Национальный характер не представляет чего-то раз навсегда данного. Он изменяется вместе с условиями жизни, но в каждый данный момент накладывает на физиономию нации свою печать.

Более полувека назад, в январе 1894 года, в речи, посвященной «празднику русской науки» — открытию IX съезда русских естествоиспытателей, — один из мировых представителей русской науки, Климент Аркадьевич Тимирязев, так характеризовал особенности русской науки:

«Едва ли можно сомневаться в том, что русская научная мысль движется наиболее успешно и естественно не в направлении метафизического умозрения, а в направлении, указанном Ньютоном, в направлении точного знания и его приложения к жизни. Лобачевские, Зинины, Ценковские, Бутлеровы, Пироговы, Боткины, Менделеевы, Сеченовы, Столетовы, Ковалевские, Мечниковы — вот те русские люди, — повторяю, после художников слова, — которые в области мысли стяжали русскому имени прочную славу и за пределами отечества. . .

Не в накоплении бесчисленных цифр метеорологических дневников, — говорил он далее, — а в раскрытии основных законов математического мышления, не в изучении местных фаун и флор, а в раскрытии основных законов истории развития организмов, не в описании ископаемых богатств своей страны, а в раскрытии основных законов химических явлений, — вот в чем главным образом русская наука заявила свою равноправность, а порою и превосходство!»

Если к именам, перечисленным Тимирязевым, прибавить имя самого Тимирязева, имена Остроградского, Ляпунова, Чебышева, Петрова, Лебедева, Жуковского, Чаплыгина, Циолковского, Мичурина, Попова, Чернова, наконец, Павлова и многих других последующих деятелей русской науки и техники, если напомнить о Ломоносове, личность которого Тимирязев и сам называет «как бы пророческой», то станет еще очевиднее, насколько точной и правильной является характеристика русской науки, данная Тимирязевым.

Этот национальный творческий характер русского народа с особенной яркостью сказывается в Ломоносове. В своем знаменитом «Слове о пользе химии» Ломоносов

с презрением и негодованием говорит о людях, ограничивающихся опытами, наблюдениями и их описанием, без всяких попыток к обобщениям, к проникновению в законы природы и ее стихий.

«Для чего толь многие учинены опыты в физике и химии? — спрашивает он. — Для чего у толь великих мужей были труды и жизни опасные испытания? Для того только, чтобы, собрав великое множество разных вещей и материй в беспорядочную кучу, глядеть и удивляться их множеству, не размышляя о их расположении и приведении в порядок?»

Собственные труды Ломоносова поражают нас именно способностью гениального русского человека к широким обобщениям и глубокому проникновению в таинственную сущность вещей и явлений.

В трудах Ломоносова характерные особенности русской научной мысли получили свое полное выражение, но Ломоносов в этом отношении — явление не исключительное.

Способность к широкому обобщению, к установлению основных законов, к проникновению в самую сущность вещей встречаем мы и у его современника — первого русского инженера, конструктора и изобретателя Ивана Ивановича Ползунова.

Ползунов жил в те времена, когда самая наука, как и техника, в нынешнем смысле слова лишь зачиналась в России.

То была эпоха «просвещенного абсолютизма», когда самодержавные деспоты собственной своей властью пытались сверху произвести некоторые реформы, способствующие буржуазному развитию страны. Правительства, так сказать, забегали вперед, уничтожая самые грубые, дикие, устарелые обычаи и законы, мешавшие буржуазии торговать, строить, добывать и эксплуатировать. Такой политикой самодержавия власть надеялась предотвратить буржуазную революцию, приход к власти буржуазии и капиталистов.

В России, правда, едва-едва нарождавшаяся буржуазия еще и не помышляла о власти, но идеи «просвещенного абсолютизма» уже стали руководящими во все время долгого царствования Екатерины II.

Екатерина II вступала на престол в обстановке массо-

вых крестьянских волнений. По собственному свидетельству царицы, в это время находилось в «явном возмущении» полтораста тысяч помещичьих и монастырских крестьян и пятьдесят тысяч заводских крестьян, так что правительственные войска «не единожды принуждены были употребить против них оружие и даже до пушек». Чтобы ослабить массовые волнения и отстоять права крепостников, Екатерина, следуя за европейскими королями, повела политику «просвещенного абсолютизма».

Естественно поэтому, что Екатерине доставило удовольствие прекрасное летнее утро 1763 года, когда к ней явился с докладом кабинет-министр граф Олсуфьев и сообщил об удивительном рапорте далекого сибирского горного начальства. В этом рапорте начальник Кольвано-Воскресенских горных заводов на Алтае генерал Порошин испрашивал разрешения на постройку «огнедействующей» воздуходувной машины для плавильных печей по проекту шихтмейстера барнаульских заводов Ивана Ползунова. К рапорту прилагался проект машины с чертежами и объяснениями, одобренный Горной канцелярией и ее советниками.

Собственный изобретатель, да еще в далекой глухой Сибири, — это было явление такое удивительное и столь приятное, что Екатерина не могла удержаться от довольной улыбки. Заглянув в чертежи, носившие все признаки знания и учености, царица распорядилась немедленно составить указ о награждении изобретателя для поощрения столь «похвального усердия к делу». Проект Екатерина приказала передать на отзыв президенту Берг-коллегии, знатоку горного дела Ивану Шлаттеру.

С отзывом Шлаттера и указом царицы Олсуфьев отослал проект Ползунова обратно в Барнаул.

Горное начальство в Барнауле возглавлял главный командир Кольвано-Воскресенских заводов генерал Порошин, бесталанный, жестокий человек. Желал он только одного: угождать кабинету царицы доставкой серебра как можно в большем количестве и в награду получить поскорее право вернуться из сибирской глуши в Петербург.

Попади проект Ползунова в руки Порошина несколько раньше, он положил бы его под сукно. Порошин считал, что при обилии и дешевизне крепостных рабочих рук ни в каких машинах завод не нуждается. Ничего, кроме

лишних хлопот, возня с постройкой машины не сулила. Но проект очутился в канцелярии в первые годы царствования Екатерины, когда «просветительная и покровительственная» политика стала общегосударственной, и Порошин дал ход проекту Ползунова, надеясь, что все это дело поможет и его собственной карьере.

Показывая и самого себя «просвещенным покровителем наук и художеств», Порошин, посылая рапорт в Петербург, испрашивал у государыни разрешения наградить изобретателя премией.

Впечатление, произведенное на Екатерину рапортом, превзошло, однако, все ожидания Порошина. Зимой, к концу года, в занесенный снегом Барнаул царский го-нец доставил указ императрицы, в котором значилось:

«Сочиненный шихтмейстером Иваном Ползуновым проект с планом, весьма изрядным описанием новой машины, которою бы плавильные печи действовать могли не обыкновенными вододействующими колесами, но огнем, через посредство воздуха и паров, происходящих от варения в котле воды, и приставленными к тому цилиндрами с прочими механическими членами, по высочайшему ее императорского величества повелению, рассматриваем был господином действительным статским советником Шлаттером, который с особливою похвалою прилежания и искусства помянутого Ползунова в копии, приложенной при сем, рассуждение свое поднес, и ее императорское величество, яко сущая и щедрая наук и художеств покровительница, не токмо им, Ползуновым, всемилоостивейше довольна быть, но для вящего его и прочих примеру, в таковых полезных упражнении поощрения, повелеть соизволила: пожаловать его, Ползунова, в механикусы с чином и жалованием инженерного капитан-поручика и выдать в награждение 400 рублей. Так же, буде он при заводах необходимо не надобен, то прислать его в высочайший Кабинет при серебре, дабы он для приобретения себе большего в механике искусства при Академии наук года два или три пробыл и к оной с вящим наставлением прилежать мог и сродные его к тому дарования и способность с лучшими успехами впредь для пользы заводской употребить мог».

Несмотря на ряд замечаний по поводу проекта Ползунова, Шлаттер в отзыве своем, приложенном к указу, чрезвычайно высоко оценил работу русского изобретателя.

«Шихтмейстер Ползунов, — писал он, — свой прожект точно на действительных и в действе находящихся таких машин основал, каковые я, в изданной на российском языке горной книге, представил и описал, токмо он, шихтмейстер, так, похвалы достойною хитростью, оную машину успел переделать и изобразить, что сей его вымысел за новое изобретение почесть должно».

Лестный отзыв Шлаттера, разрешение строить машину, милости, которыми был осыпан изобретатель, — все это смутило Порошина и далеко не обрадовало. Предстоящую возню с постройкой машины, очевидную переписку с кабинетом по этому поводу, выдачу награды из средств завода Порошину тут же назвал «зело досадительным делом» и немедленно стал его всячески тормозить.

Но указ и отзыв Шлаттера были тогда же, 22 декабря, объявлены изобретателю, в чем он и расписался на бумагах.

Это был счастливейший день в горестной жизни шихтмейстера Ползунова.

Ползунов родился в Екатеринбурге, центре горнозаводской промышленности, в 1728 году, в семье солдата горной роты Ивана Ползунова и его жены Дарьи Абрамовны. В горную роту отец Ползунова, происходивший из сибирских крестьян, попал по рекрутскому набору за семь лет до рождения сына. Горные роты были сформированы в только что основанном Екатеринбурге главным образом для наблюдения за заводскими рабочими. Без этой охраны их никаким образом невозможно было удержать на заводе, где условия жизни и работы были невероятно тяжелыми.

Семья Ползуновых была редкостной по тем временам. Не только сам Ползунов, но и жена его была грамотна. Солдат Ползунов дослужился до чина капрала. Вероятно, он пользовался покровительством своего начальства, иначе трудно объяснить, как ему удалось поместить своего сына в Екатеринбургскую горнозаводскую школу, устроенную для обеспечения заводов мастерами. Принимались туда обычно только дворянские и дьяческие дети.

Школа состояла из двух отделений: словесного и арифметического. В словесном обучали чтению и письму, а в арифметическом — арифметике, геометрии, тригонометрии, черчению и рисованию. Это была высшая завод-

ская школа и по широте программы превосходила такого же рода школы, существовавшие в других странах.

Любопытно, что занятия в школе происходили круглый год и прерывались только на один месяц, в самые темные зимние дни, когда окна в школе не пропускали света, так как стекло не смогли достать, а заменяла их промасленная бумага.

Солдатский сын оказался очень способным мальчиком. Вероятно, школа, несмотря на розги, которыми наказывались школьники за всякий проступок, пришлось ему все-таки по душе. По отзыву его учителя, Никиты Бахарева, Ползунов учился хорошо, и потому его перевели со «словесного» отделения в следующее, «арифметическое». Тут школьники вместе с обучением математике и черчению вечерами должны были работать на заводе в качестве «механических учеников». Они получали за это плату — шестнадцать копеек в месяц. При этом, как говорилось в инструкции, ученикам следовало «не только присматриваться, но и руками по возможности применяться и о искусстве ремесла внятно уведомляться и рассуждать».

Одаренный от природы способностями, приученный в семье к порядку, усидчивости и дисциплине, Иван Ползунов закончить обучение, однако, не мог, как раз потому, что был слишком способным учеником: учитель поторопился перевести его на завод в качестве своего помощника.

Пять лет, с 1742 года по 1747 год, Ползунов работал под началом Бахарева в Екатеринбургe, на одном из лучших тогда заводов. Молодой механик был не только трудолюбив и исполнительен. Он дивил своего учителя необычайным любопытством, приверженностью к механическому искусству, и, когда алтайским Колывано-Воскресенским заводам потребовались знатоки горнозаводского дела, вместе с другими специалистами туда был направлен и Ползунов.

Колывано-Воскресенские заводы на Алтае вступали в блестящий период своего развития. После того как в 1723 году разведчики уральского промышленника Демидова обнаружили в центральной части Алтая, около озера Колывань, залежи медной руды, здесь возникли один за другим мощные предприятия. Уже в 1739 году

Демидов начал строить второй завод, в Барнауле, а в 1742 году — третий, близ Змеиногорска, где были обнаружены богатейшие серебро-свинцовые руды.

Вскоре же правительство отобрало у Демидова заводы в казну, ввело на них военно-горное управление, обязало население Алтая в порядке рекрутской повинности давать рабочих и потребовало от Екатеринбургского главного горного управления неотступного наблюдения за Кольвано-Воскресенскими заводами. Посылка специалистов с Екатеринбургского завода на Алтай свидетельствовала о том, что в Екатеринбурге, как и в Петербурге, понимали, каким огромным богатством может располагать здесь царское правительство.

В Барнауле Ползунов, не имевший горного офицерского чина, был назначен на должность гиттеншрейбера, то есть писаря при медеплавильном заводе.

При всех способностях ему предстояло «выслуживать» чины, прежде чем получить должность, соответствовавшую его склонностям и стремлениям.

Четыре года Ползунов скучал за канцелярской работой, нисколько не соответствовавшей его склонностям и выучке. Несколько раз он обращался к начальству с просьбами дать ему возможность, как он писал, «по желанию нашему, обучаться горным и плавильным наукам». Он жаловался, что до сих пор не исполнено «определение» начальства послать его с другим товарищем по школе на Кольванский завод для обучения, и горестно прибавлял в заключение:

«А желаю я, по силе оных определений, тем наукам обучаться, дабы я за полагаемыми на меня другими должностями в знании оных наук против своей братии не мог понести обиды. К тому же и молодость лет моих без науки втуне пропадает».

Товарищи обгоняли Ползунова, пользуясь покровительством начальников, прибегая к лести и протекции, к знакомствам и интригам. Ползунов был самолюбив и прямодушен. Он не заискивал перед начальниками, а требовал справедливости и однажды даже послал жалобу в Петербург, в которой просил устроить ему и одному из товарищей экзамен, чтобы убедиться, кто из них достойнее, кому принадлежит старшинство по службе.

Стремление к точному научному знанию, столь ха-



ракетное для Ползунова, как и для Ломоносова, не являлось для великих русских ученых самоцелью. Они стремились к нему потому, что в точном знании видели источник практических приложений, более могущественный, нежели тот долгий опыт, каким шла к своим достижениям тогдашняя техника.

Хотя Ползунов и вошел в историю русской науки и техники со снисходительным прозвищем «самоучки», в действительности он был образованнейшим человеком своего времени. В арифметическом отделении Екатеринбургской горной школы Ползунов, соединяя теорию с практикой, проходил и геометрию, и тригонометрию, и логарифмические вычисления, и черчение. С более широкой программой в те времена специальных школ не было и в Англии, шедшей впереди технического прогресса в век промышленной революции.

Подлинные документы, дошедшие до нас и принадлежащие самому Ползунову, его докладные записки, чертежи и пояснения к ним свидетельствуют о том, что первый русский теплотехник стоял вполне на уровне научных знаний своего времени.

Просьбы, жалобы, требования «солдатского сына», и без того слишком выскочившего вперед, вровень с дворянскими и офицерскими детьми, не приводили ни к чему. Скорее они раздражали начальство, вызвали желание избавиться от беспокойного служащего. Поэтому Ползунова начали посылать на разные хозяйственные работы. Служил он надсмотрщиком на плавильном заводе в Барнауле, обмерял шахты на Змеиногорском руднике, принимал участие в постройке водяной мельницы, заведовал лесной пристанью на реке Чарыше, разъезжал с караванами судов, доставляя на заводы руду.

Он мок под дождями, обмораживал руки, тонул в реке, спасая разбитые барки, строил суда, производил ревизии, заготавливал дрова, выкуривал уголь, но желанья своего «обучаться горным и плавильным наукам» не терял.

Среди всех этих многообразных хозяйственных поручений оказалось одно, за которое будущий теплотехник мог поблагодарить судьбу. В 1758 году Ползунов был командирован с обозом серебра в Петербург, где он прожил три месяца.



*Ползунов в Петербурге.*

Поездка в новую русскую столицу, знакомство с ее заводами, верфями, пристанями и кораблями, посещение знаменитой кунсткамеры Академии наук, встречи с новыми передовыми людьми — все это произвело огромное впечатление на Ползунова.

Петербург стал для Ползунова той высшей школой, которой только и не хватало ему для того, чтобы подняться до вершин тогдашней науки, техники и искусства. Если он и не возвратился из Петербурга законченным ученым и инженером, то, во всяком случае, вполне был готов к тому, чтобы стать и тем и другим.

Еще до поездки, в 1754 году, Ползунов был произведен в шихтмейстеры — это был первый чин для служащих казенных горных заводов, приравнивавшийся к производству в офицеры. Шихтмейстер должен был «осматривать горную работу, чтобы о своей работе мог всегда подлинно сведом быть», заботиться об исправности горного оборудования, «припасать» инструменты и материалы, «дабы в горном деле остановки не было», вести учет сделанной работе, наблюдать за рабочими, отчитываться в расходах.

В положении о должности шихтмейстера говорилось и о том, что «должен шихтмейстер с великим радением и охотою обучаться горному делу, дабы он горное дело мог править и русской нации людям показывать так и за то имел получить повышение чина». Следующим по рангу был чин механикуса, или машиниста, которому уже надлежало «знать всякие машины, до горного дела потребные, а именно для выливания воды, для подъему руды и протчего строить и в действо производить». Таким образом, открывалась наконец перед Ползуновым возможность свободно отдаться своим склонностям и прежде всего — обучаться наукам. Офицерское звание давало доступ в офицерское собрание, в библиотеку, избавляло от телесных наказаний, улучшало и моральное и материальное положение Ползунова.

Вскоре же из Петербурга пришел указ о том, чтобы все горные офицеры, работающие на казенных заводах, внимательно изучили изданную в 1760 году книгу профессора Шлаттера «Обстоятельное наставление рудному делу», представлявшую собой практическую энциклопедию горного дела. Автор не был чужим человеком на Алтае: в 1745 году он осматривал здесь рудники и начал плавку серебра на них. В своем капитальном труде он останавливался главным образом на характеристике состояния горнозаводского дела в России и отчасти в Западной Европе.

Ползунов внимательно ознакомился с книгой, и она произвела на него огромное впечатление. В ней будущий механикус, обязанный всякие машины «знать, строить и в действо производить», нашел слова, открывшие ему горький путь к славе, труду и мукам.

«Нет такого изобретения, — писал Шлаттер, переходя

к описанию машины Ньюкомена, — которое бы разум человеческий столько прославить могло, как вымышление огнем действующих машин, которыми ужасные тяжести подняты быть могут и которые с начала сего века от англичан изысканы и во многих местах в употреблении для выливания из рудных и каменноугольных ям введены».

Так долго томившийся по большому и необыкновенному делу, изнывавший по творческой работе, для которой он готовился всю жизнь, Ползунов почувствовал в рекомендованной Петербургом книге наставника, друга, учителя и защиту от горного начальства. Читая описание машины Ньюкомена, он не только понял ее устройство, но сумел разобраться в основных принципах ее работы и найти в ней новые, неиспользованные возможности, скрытые даже от передовых умов европейских стран.

И вот Ползунов решает сам построить невиданную машину.

«И хотя правда, что новых и полезных дел начинателям не всегда вдруг делается удача, — писал Ползунов в своем объяснении к проекту год спустя, — однако таковых умной свет не почитает предерзкими, но мужественными и великодушными».

Хорошо знакомый не только с горной техникой, но и с горнозаводским хозяйством, Ползунов понимал все несовершенство водяных колес, применявшихся тогда в качестве двигателей: к водяному колесу приходилось издалека подводить воду или же строить заводы там, где была вода. Русский механик решил поэтому приступить к «вымышлению» такой «огневой» машины, которая могла бы не только откачивать воду из шахт, но стать универсальным двигателем, пригодным для всякой работы, во всяком месте, в любое время.

В основу своих размышлений русский теплотехник положил труды своего соотечественника и современника Ломоносова. Конструировать же машину Ползунов должен был, опираясь на свой собственный опыт и изобретательность. В России у него не было никаких предшественников, «изысканных от англичан» водоотливных машин он никогда не видел, а книга Шлаттера давала о них самые общие понятия.

Значит ли это, что путь к решению задачи у Ползу-

нова шел прямо от размышления к практике, а не от созерцания к размышлению и от размышления уже к практике, как всякий диалектический путь к истине?

Конечно, нет!

Ведь мы созерцаем и познаем окружающую нас действительность не только посредством наших чувств — зрения, слуха, осязания, обоняния и вкуса, — но еще и посредством слова видимого или слышимого. Вероятно, никто из нас не бывал в Африке, в пустыне Сахаре, но о Сахаре мы все имеем такое точное и полное представление, что непосредственное созерцание ее мало что прибавило бы к этому представлению.

Слово отражает в нашем сознании объективный мир так же, как и непосредственное восприятие его органами чувств. Отражений, отпечатанных посредством слова, в нашем мозгу великое множество. Однако в основе их должны лежать отражения, запечатленные в мозгу непосредственным созерцанием: равнина, песок, зной, солнце.

Слово дало нам возможность творчески мыслить, создавать науку, литературу, искусство, познавать и то, что недоступно для непосредственного восприятия.

К решению своей задачи Ползунов шел все тем же диалектическим путем, как и его предшественники, но более сложным, трудным и своеобразным.

В это время, как мы видели, он уже располагал большим и разнообразным производственным опытом. Опыт этот позволял ему ясно видеть потребности производства и смело ставить грандиозные технические задачи, но для создания конструкции и для выполнения ее опыт этот почти ничего не давал.

Каким же образом мог русский гений преодолеть трагическое несоответствие между грандиозностью замысла и необходимостью опыта для его осуществления? Только опираясь на свою теоретическую подготовленность, на глубокое знакомство с технической литературой того времени, богато и полно собранной в барнаульской библиотеке!

Основная трудность при решении задачи сводилась к тому, чтобы получить от двигателя непрерывную работу.

В водоотливной установке, описанной в книге Шлат-

тера, пароатмосферная машина делала только один рабочий ход, когда поршень падал вниз под давлением воздуха, после чего следовал обратный, «холостой» ход, не совершавший никакой полезной работы. Между тем для приведения в действие заводских механизмов, например воздуходувных мехов, требовалась непрерывная движущая сила.



*Ползунов размышлял, чертил и рассчитывал...*

Из всего того, что техническая и научная литература могла предложить в то время, Ползунов выбрал самое целесообразное решение: он построит пароатмосферную машину с двумя цилиндрами, так, чтобы поршни в них двигались одновременно, но в противоположных направлениях. Таким образом, движущая сила в машине будет беспрерывной.

Днем — у маленького окна своего бревенчатого домика, ночью — при свечах размышлял, чертил и рассчитывал шихтмейстер, никогда не видевший настоящих огнедействующих машин, знакомый с ними лишь по книгам. Он не просто воспроизводил машину, описанную в лите-

ратуре, — он создавал новую конструкцию, для новой цели.

Это была пароатмосферная машина. Над паровым котлом русский теплотехник поместил два цилиндра с встречным движением поршней. Движения поршней передавались воздуходушным мехам при помощи цепей и шкивов. Система резервуаров и труб обеспечивала непрерывное питание котла водой. Подачу в цилиндры пара и воды для конденсации Ползунов сделал автоматической. Все это конструктивно резко отличалось от всех известных систем, описанных в книге Шлаттера.

Все «члены» проектируемой машины, по замыслу Ползунова, должны были «сами себя в движении без помощи рук содержать», как писал он в своем объяснении к проекту. Ползунову и удалось достигнуть почти полной автоматизации своей силовой установки, и уже по одному этому можно судить, каким передовым умом в теплотехнике он был в то время.

Этого мало. Автоматическое питание котла осуществлялось горячей водой, отработавшей в машине. Это стремление к полному и рациональному использованию тепла в машине, как и стремление автоматизировать ее работу, говорит об исключительной глубине и зоркости его конструкторской мысли.

Но и это еще не все. Хотя Ползунов и предназначал свою машину на первый случай для воздуходушных мехов, он в то же время видел в ней вообще «огненную машину, способную по воле нашей что будет потребно исправлять». Действительно, непрерывность действия машины Ползунова благодаря наличию двух цилиндров позволяла приспособлять ее в качестве двигателя к любому заводскому механизму.

Характерное для русской научной и технической мысли стремление к обобщениям с необычайной яркостью предстает перед нами в проекте первого русского теплотехника. Уже в самой конструкции его машины была заложена ее универсальность, пригодность для удовлетворения всех нужд в движущей силе. Как далеко и как ясно видел Ползунов дальнейший путь развития энергетической техники, в самом начале которого он стоял, показывает нам последующая история ее развития.

Около двух лет неустанно трудился Ползунов, разрабатывая детальный проект своей машины, «облегчая труд по нас грядущим», как писал он затем в объяснении к проекту, «все возможные труды и силы на то устремив, коим бы образом огонь слугою к машинам склонить».

В апреле 1763 года Ползунов подал свой проект начальнику, генералу Порошину. Канцелярия горного начальства, по представлению Порошина, отнеслась к проекту положительно, признала, что предлагаемая Ползуновым машина «великую бы пользу принесла», но усомнилась «с крайним сожалением» в том, что «оное в действство произвести здесь можно» из-за отсутствия знающих людей и опытных мастеров. Поэтому Ползунову было предложено построить машину «в небольшой форме», чтобы проверить, будет ли она действовать и найдутся ли среди местных рабочих «мастеровые люди медного, слесарного, отливного дела», которые справились бы с тонкой работой.

Одновременно решено было «рапортовать» о проекте Ползунова в Петербург, а «для поощрения впредь, как помянутого Ползунова, так и других, к любопытству и трудам склонных и черною работой не гнушающихся людей, просить позволения наградить его, Ползунова, чином механикуса и, сверх обыкновенного годового жалования, суммою денег до двухсот рублей».

В апреле 1763 года Ползунов подал свой проект в Горную канцелярию. В декабре он здесь же расписался в прочтении царского указа.

Генерал Порошин несколько по-своему истолковал прочитанное. Денежную награду он решил выдать не раньше, чем будет пущена в ход машина, а в академию отпустить Ползунова не счел нужным, ссылаясь на то, что без механикуса невозможно будет построить машину. Для того чтобы вообще как-нибудь оттянуть все это неприятное дело, он предложил изобретателю переделать проект в соответствии с указаниями Шлаттера, хотя царский указ того не требовал.

Счастливейший день — первый и последний в жизни Ползунова — кончился тем, что изобретатель, к отчаянию своей жены и матери, снова уселся за свой столик. Он переделывал проект, считаясь с авторитетом Шлаттера.



Это был безвдохновенный и угрюмый труд. Ползунов портил свою машину в угоду Шлаттеру. Между тем за многие месяцы, пока проект посылался в Петербург, Ползунов успел построить модель машины. Она убедила его в том, что недоверие Шлаттера ни на чем не основано<sup>1</sup>.

В марте 1764 года новый проект был сдан в Горную канцелярию и утвержден ее советниками. Порошину не оставалось ничего другого, как отпустить изобретателю материалы, средства на постройку и дать в его распоряжение нескольких учеников и рабочих.

В предписании канцелярии, объявленном Ползунову, ему предлагалось начать постройку, выбрав себе из служащих заводов учеников, которых вменялось ему в обязанность «первым механическим принципиям и правилам обучать, наставлять и ясно толковать, дабы от них помощь получить мог».

Представляя ведомость на потребные для постройки машины материалы и инструменты, Ползунов просил откомандировать к нему Дмитрия Левзина, Федора Овчинникова, Ивана Черницына и Петра Вятченина как наиболее способных из молодых заводских работников. С этими помощниками и приступил он к строительству.

Изготовление частей машины, никогда никем еще не строившейся, при несовершенстве технических средств того времени, было делом неслыханно трудным и сложным. Оно требовало постоянного участия самого конструктора, которому приходилось не только учить других, но и самому учиться на опыте и ошибках. А строил он не только самую машину, но и сконструированные им токарные станки для обработки деталей будущей машины.

Ползунов проводил на работе дни и ночи, отдыхая урывками, часто забывая об обеде. Он не гнушался черной работы, изводил себя и физическим и творческим трудом. Его подгоняли запросы о положении дела из Петербурга, а вдобавок к естественным трудностям Горная канцелярия чинила свои препятствия, донимая изобретателя отчетностью, задерживая отпуск материалов и денег.

Ползунов чертил, высчитывал, следил то за отливкой частей, то за постройкой машинного здания. Он отчиты-

---

<sup>1</sup> Копия этой модели хранится в настоящее время в Барнаульском горном музее.

вался в расходах и отписывался от требовательного начальства, с неудовольствием взиравшего на затею шихт-мейстера. Даже старый товарищ Ползунова по школе, строитель водяных колес на рудниках Кузьма Фролов, замечательный русский механик, и тот с сомнением отнеся к замыслам приятеля.

— Да ведь на твою огневую машину материала не достать, — твердил он, — да ведь за ней смотреть будет некому. На водяные же колеса у нас лесу сколько угодно, воздвигать их мы можем, воды везде достаточно.

Несмотря на невероятные трудности, постройка машины продолжалась. Ползунов едва держался на ногах: его съедал туберкулез. Нечеловеческое напряжение, бессонные ночи, тяжелое детство, полуголодная юность делали свое дело.

По вечерам, в свободную минутку, Ползунов, задыхаясь от кашля, уходил на Обь или Барнаулку, впадавшую в нее, и тут подолгу одиноко сиживал он на берегу, думая то о машине, то о блестящем Петербурге, где его ждала академия. С тоской всматривался он в туманную даль реки, в суровый закат и лиловое небо или чертил на песке какую-нибудь деталь машины. Иногда, напав на новую мысль, Ползунов бежал на постройку, чаще же просиживал до тех пор, пока не приходила жена. По глухому кашлю она находила его в сумерках и тихо уводила домой.

— Неужто помру? — спрашивал он иной раз, дивясь своей слабости и охватывавшему его равнодушию. — Как думаешь, а?

Свидетелем напряженного труда и гениальной изобретательности Ползунова в эти дни оказался молодой русский ученый, швед по происхождению, Эрик Лаксман, находившийся в это время в Барнауле. Он был прислан сюда как член-корреспондент Академии наук для занятий ботаникой и минералогией.

Лаксман высоко ценил Ползунова и гордился дружбой с ним. В феврале 1765 года Лаксман писал из Барнаула в Петербург своим друзьям:

«Другой, с кем я наиболее имею знакомство, есть горный механик Иван Ползунов, муж, делающий честь своему отечеству. Он строит теперь огненную машину, совсем отличную от Венгерской и Англинской. Машина сия будет приводить в действие мехи или цилиндры в пла-

вильнях посредством огня: какая же от того последует выгода! Со временем в России, если потребует надобность, можно будет строить заводы на высоких горах и в самых даже шахтах. От сей машины будут действовать пятнадцать печей».

Показывая свою машину Лаксману и объясняя ее преимущества перед «огневыми машинами» Запада, Ползунов, как мы видим из этого письма, был хорошо осведомлен о достижениях науки и техники в Европе.

И Лаксман, конечно, был прав, называя Ползунова «мужем, делающим честь своему отечеству».

В горном деле Лаксман сам был недостаточно сведущ, тут его учителем стал Ползунов. Ученик и учитель быстро сдружились. Лаксман ему внушал веру в достижение намеченных целей. Это был сильный, жизнерадостный человек; всем интересовавшийся, он оставил следы своей деятельности и в химии, и в ботанике, и в минералогии. Не знавший устал ни в занятиях, ни в учении, Лаксман провел несколько лет в путешествиях по снежным сибирским просторам.

Лаксман рассказывал не только о себе. Он рассказывал о своем учителе Карле Линнее, шведском ученом, о великом Ломоносове, о многих других людях, с которыми встречался. Он рассказывал о Петербурге и заставлял мрачного изобретателя улыбаться легко и задумчиво.

Так прошло лето. Осенью Ползунов как будто бы стал чувствовать себя лучше. Постройка машины подвигалась к концу, главные трудности были преодолены. Ученики механикуса овладели наукой и иногда сами подавали учителю дельные советы. Ползунов видел, что они могут управляться с делом без него, и ждал только пробного пуска машины, чтобы просить об увольнении с работы.

Но как ни торопились с окончанием постройки, она затянулась до глубокой зимы. Только в декабре 1765 года машина была наконец вчерне готова. Ползунов решил сделать пробу.

Ранним утром начали греть котлы. Взамен мехов, еще не изготовленных, машину нагрузили огромными бревнами. Механикус, надевший на этот раз мундир и треуголку, осмотрел машину и без всяких колебаний в присутствии своих учеников Левзина и Черпицына открыл кран и пустил пар.

Огромные поршни, диаметром в метр, с шумом и визгом задвигались в трехметровых цилиндрах. Заменявшие мехи бревна пошли вверх и вниз, навстречу друг другу. До последней минуты мало кто верил, кроме самого изобретателя, в возможность приводить подобным образом в движение тяжелые брусья.

Механикус снял треуголку. Черницын приблизился к учителю и наклонился поцеловать его руку. Ползунов обнял его и сказал глухо:

— Много понесено тягости и в здоровье изнурение, но машина в действие приведена нам и отечеству на радость и пользу... А тебе и Левзину, за увольнением моим, над нею надсмотр иметь и новые строить по сему образцу...

Он закашлялся, задыхаясь, отошел к окну, сел на табуретку и взял в руки какой-то чертеж, чтобы скрыть свою боль и взволнованность.

Левзин, шуровавший топку, оглянулся на механикуса. Ползунов велел гасить огонь и внимательно осмотреть машину. Не все еще было закончено: оказалась надобность в доделках. Не были готовы и новые воздуходувные мехи, не обмурован еще был котел, но машина действовала, как показало опробование, и изможденное лицо учителя светилось счастьем.

Однако только весной, почувствовав безнадежность своего положения и близость смерти, Ползунов решил просить об увольнении и о выдаче ему обещанного вознаграждения.

В поданной им 21 апреля 1766 года челобитной он писал:

«Вышеупомянутую показанную машину всегдашним и неуспешным своим старанием во всех ее членах я сделал и, в построенной фабрике собрав, поставил и к действию при плавильных печах привел в готовность, о чем главным над Колывано-Воскресенскими заводами командиром генерал-майором и кавалером Порошиным с некоторыми горными офицеры уже и засвидетельствовано, при котором строении понес я не малую тягость и в здоровье изнурение. При всем же том машинном устройении из находящихся при мне механики учеников Дмитрий Левзин, Иван Черницын, составление в членах нарочито поняли и производство знают и в чем-либо впредь повредившееся окажется, то поправить могут...»

Далее в челобитной, писанной Черницыным под диктовку учителя, с трудом произносившего слова, говорилось:

«За означенный мой при устройении машины неуспешный труд и старание пожалованные деньги четырехста рублей от Канцелярии Кольвано-Воскресенского горного начальства мне, а ежели я, по воле божией, от имеющейся ныне на мне болезни, помру, то оставшейся жене моей на пропитание ей и поминование души моей выдать. А учеников Левзина и Черницына не соизволите ли всемилостивейше реченному генерал-майору и кавалеру или другим горным офицерам в знании освидетельствовать и меня за болезнью от всего того машинного производства ныне уволить. . .»

Челобитная, направленная в Петербург, как того требовала субординация, через Горную канцелярию произвела переполох среди горного начальства. В тот же день канцелярия постановила:

«Того ради, чтобы он о выдаче того определенного награждения был не сомнителен и духом успокоился, оные деньги четырехста рублей серебряной монетою, ныне от комиссариатского правления выдать ему, Ползунову, а буде, паче чаяния, до того не доживет, жене его».

Надзор за машиной до выздоровления механикуса возложен был на Левзина и Черницына. Преданные ученики спешно подготовили машину к пуску в работу, но за десять дней до пуска, 16 мая 1766 года, Ползунов умер от «жестоккого гортанного кровотечения».

Кабинет императрицы, управлявший казенными заводами, выразил «крайнее сожаление о рановременной смерти» Ползунова и потребовал объяснения, почему не было выдано своевременно денежное вознаграждение тому, кто «великих похвал достоин всегда был и щедрого награждения уже и за то только, что, будучи человек в пустыне отдаленной от наук воспитанный, мог природною своею остротою и так сказать самоучкою, не разумея к тому же иностранных языков, познать состав и действие оные и сам соорудить таковую машину».

Канцелярия отвечала ссылкой на то, что Ползунов согласился получить награду лишь после пуска машины и только накануне смерти обратился с просьбой о выдаче. Кабинет удовлетворился этим объяснением.



— Много понесено тягости... но машина в действо  
приведена...

Из журнала испытаний машины Ползунова, происшедших вскоре после смерти ее творца, явствует, что гениальный учитель оставил ученикам своим вполне законченное создание. Черницын и Левзин заявили 22 мая о том, что машина готова к пуску, и получили приказ утром 23 мая развести пары и привести машину в движение.

Присутствовавшие при испытании машины офицеры во главе с Порошиным убедились, что машина работает отлично, «меха имеют движение нарочитое, из прикрепленного к меховым трубам или соплам ларя, во все двенадцать трубок воздух идет довольный, и примечено, что того воздуха на десять или и все двенадцать печей будет».

Первый в мире двигатель заводского назначения был создан, смелый замысел русского гения начал выполняться.

Несмотря на обнаружившиеся в работе машины частные ее технические несовершенства, устранявшиеся Левзиным и Черницыным, двигатель Ползунова работал в течение сорока трех суток.

Слух о новой выгодной и удобной машине уже распространялся повсюду, уже начали поступать в Горную канцелярию запросы с некоторых заводов о машине Ползунова, а из Нерчинска поступило даже требование выслать чертежи.

Но в ноябре того же 1766 года прогорели печные своды и дал течь медный котел. Машину пришлось остановить и заняться вопросом о замене котла более прочным, о смене некоторых деталей, изготовленных без надлежащей точности или из неподходящего материала. Горное начальство не теряло надежды, что ему удастся «сию полезную машину в России ввести в обычай», но генерала Порошина вскоре сменил А. И. Ирман, один из многочисленных в то время «недоброхотов» всего русского. Ирман обратился в кабинет с запросом, не будет ли велено разобрать машину, поскольку канцелярия «пускать ее в действо, по изобилию воды при здешнем заводе, за нужное не признала».

Кабинет ответил согласием, но с оговоркой «члены хранить на будущую иногда впрямь надобность подобной машины в таком месте, где за недостатком воды с лучшею пользою употреблена быть может».

Однако о сохранности частей машины в Барнауле

никто не позаботился, и самая память о грандиозном предприятии русского гения едва не исчезла.

Генерал Порошин до оставления своей должности, в 1768 году отправил с Левзиным в Петербург модель машины, начатую Ползуновым и законченную постройкой преданными его учениками. Кабинет отослал модель в Академию наук «для причисления ее к хранящимся в оной таковым же любопытства и некоторого примечания достойным вещам», а Левзина, как ближайшего ученика Ползунова, предложил оставить при академии для обучения.

Канцелярия академии определила: Левзина поручить для обучения профессору Котельникову, модель машины поставить в кунсткамере, а одновременно затребовать из Медицинской коллегии модель какой-то «действующей парами» машины, «купленной в Берлине у доктора Либеркинда», чтобы произвести сравнительное изучение обеих машин.

Однако никаких дальнейших сведений о модели Ползунова обнаружить не удалось.

Воспользовался ли кто-нибудь конструкторскими идеями русского изобретателя или все происшедшее в сибирской глуши надолго осталось забытым? Несомненно, что опыт Ползунова получил известность за пределами России — хотя бы в узких кругах техников и инженеров, как это видно из дошедших до нас документов, — и повел техническую мысль к созданию универсального двигателя. Ползунов осуществил сдваивание цилиндров для получения непрерывной движущей силы, устранил коромысло, ввел автоматическое питание котла водой и, главное, создал первый в мире универсальный двигатель, принципиально годный для всяких других нужд народного хозяйства.

---





## 1. ОТДЕЛЬНЫЙ КОНДЕНСАТОР

*У а т т*

Как-то зимой 1763 года профессор физики и астрономии Глазговского университета Андерсон, готовя к лекции модель водоотливной машины Ньюкомена, с досадой увидел, что модель, недавно возвращенная из починки, опять неисправна. Не желая обращаться к лондонским мастерам, профессор решил поручить исправление модели бывшему университетскому механику Джеймсу Уатту (1736—1819). На другой же день Уатт явился в университет. Это был высокий, худой, болезненного вида молодой человек с длинными волнистыми волосами, тихий и задумчивый. Осматривая машину, Уатт скромно признался, что до сих пор не имел случая заниматься такой работой и совершенно не знаком с устройством машины Ньюкомена.

— Правда, — прибавил он, — мистер Робиссон еще студентом как-то обращал мое внимание на паровую машину. У него была идея применить силу пара для движения повозки. Но мы ничего не предприняли, чтобы ее осуществить. Года три назад я пробовал производить опыты с котлом Папена, но отказался от мысли добиться чего-нибудь лучшего и больше этим вопросом не занимался... Впрочем, кажется, в данном случае нужны простые исправления механизма, и я, вероятно, сумею пустить в ход вашу модель очень скоро.

Не придавая большого значения предстоящей работе, молодой механик с университетской моделью под мышкой направился к каменному домику, крытому сланцем, где помещалась его мастерская.

Осмотрев механизм и познакомившись с устройством машины, Уатт внес в нее все нужные исправления и стал пробовать работу модели. К изумлению мастера, несмотря на то, что соответственно размерам самой модели котел для нее был более чем достаточен, он все же не давал нужного количества пара. Усиливая в топке огонь, можно было заставить машину сделать несколько ходов, но и только. При этом нужно было вбрызгивать в цилиндр очень много холодной воды, хотя нагрузка машины была незначительной.

Будь Джеймс Уатт простым механиком, он отослал бы машину обратно, окончив исправление, как и поступали до него все лондонские и Глазговские мастера. Но его ум исследователя, пораженный необъяснимым явлением, стал доискиваться причины, почему же большая часть пара пропадает совершенно бесполезно и работа машины никак не соответствует расходу пара.

Чем хуже действовала машина, тем настойчивее и оживленнее работал мозг мастера. Исходя из своих теоретических познаний, Уатт сделал несколько предположений, а затем стал их проверять на опыте. Тут он и пришел к выводу, что разгадка таится в незадолго до того открытым физиками законе: вода в безвоздушном пространстве кипит не при обычной температуре кипения в 100 градусов, а при значительно низшей, примерно уже при 36 градусах, а иногда и раньше, смотря по глубине вакуума.

Что же получалось в цилиндре машины? Вбрызгивание в цилиндр холодной воды вело к тому, что пар конденсировался и под поршнем образовывался вакуум, но в этом разреженном воздушном пространстве стекавшая с горячих стенок цилиндра вода быстро нагревалась даже выше 36 градусов и легко превращалась в пар. Невозможно было добиться поэтому движения поршня вниз, пока цилиндр не охладится полностью. Оттого-то и приходилось вбрызгивать туда такую массу холодной воды.

В то же время, когда в начале второго, обратного, хода поршня в машину входил свежий пар из котла, он, сопри-

касаясь с холодными стенками цилиндра, конденсировался, и конденсация эта не прекращалась, а поршень не поднимался до тех пор, пока цилиндр снова не нагревался до температуры пара. Поэтому-то и приходилось расходовать такое огромное количество пара для получения совсем незначительной работы в машине.

Таким образом, Уатт вполне установил причины плохой работы машины Ньюкомена, которые были особенно видны на маленькой модели. Вооружившись опытом, он решил найти способ уменьшения расхода воды и пара в машине Ньюкомена.

Дело было совсем не так-то просто, как предполагал сначала Уатт.

«Однако все же эта задача настолько овладела моим умом, — признавался он впоследствии, — а мои обстоятельства настолько требовали вернуть потраченное время и деньги, что я не мог бросить дела. После того как я всячески обдумывал вопрос, я пришел к твердому заключению: для того чтобы иметь совершенную паровую машину, необходимо, чтобы цилиндр всегда был так же горяч, как и входящий в него пар. Однако конденсация пара для образования вакуума должна происходить при температуре не выше 30 градусов».

Но как же можно держать цилиндр всегда горячим и в то же время конденсировать в нем пар для получения вакуума? Задача казалась совершенно неразрешимой... Но вот однажды Уатт, занятый этими мыслями, отправился на прогулку.

«Это было возле Глазго, — рассказывает он в своих воспоминаниях, — я вышел на прогулку около полудня. Был прекрасный день. Я проходил мимо старой прачечной, думая о машине, и подошел к дому Герда, когда мне пришла в голову мысль, что пар ведь упругое тело и легко устремляется в пустоту. Если установить связь между цилиндром и резервуаром с разреженным воздухом, то пар устремится туда и цилиндр не надо будет охлаждать. Я не дошел еще до Гофхауза, как все дело уже было кончено в моем уме!»

Конечно, тысячи людей прогуливались мимо старых прачечных и видывали клубы пара, выходящие из окон. Но только одного Уатта, занятого своей идеей, вид прачечной навел на мысль об отдельном конденсаторе и по-



*«Я проходил мимо старой прачечной, думая о машине...»*

мог найти выход из положения, представлявшегося совершенно безвыходным.

Мы часто говорим себе и советуем другим, не видя выхода из затруднительного положения: «Утро вечера мудренее!»

Это значит, что иногда нужно на время забыть условия задачи и вновь вернуться к ним при других обстоятельствах, в иной обстановке, взглянуть на дело с другой стороны. При такой перемене обстановки, под впечатлением какого-нибудь самого незначительного происшествия, под влиянием самого отдаленного намека все мышление может направиться по иному пути и привести вдруг к догадке, как решить задачу.

Это и произошло с Уаттом.

«Ну, а если бы, — спросим мы себя, — в Глазго был прескверный день, Уатт не вышел бы на прогулку или, гуляя, выбрал бы другую дорогу, без прачечной, что же, мысль об отдельном конденсаторе так и не пришла бы ему в голову?»

Нет, пришла бы, обязательно пришла бы! Задача была правильно поставлена, решение ее было исторически подготовлено, и не найти это решение Уатт мог бы, только перестав его искать. Но, продолжая искать и думать, то есть проверять в технике правильность десятков, сотен, тысяч комбинаций из отражений, как непрерывно поступающих в мозг, так и хранящихся в нем, Уатт необходимо должен был дойти до сочетания постоянно горячего цилиндра с постоянно холодным ящиком для конденсации пара. Все это по частям уже было дано в мозг, как отражения объективного, реального мира, и решение задачи необходимо должно было прийти, независимо от прогулок Уатта и встречавшихся ему на пути построек.

Какова же при таком положении дела роль «случая» в научном и техническом творчестве?

Ответить на этот вопрос теперь уже нетрудно. «Случай», как это было у Ньюкомена с взбрызгиванием воды в цилиндр, может прямо указать внимательному наблюдателю, что надо сделать.

Чаще, однако, мыслителя подводит к правильному выводу случай, сам по себе даже далекий от технической обстановки. Здесь он помогает конструктору выйти из рамок привычного мышления, нарушить привычный ход мысли.

Дело в том, что все процессы, происходящие в мозгу, повторяясь, совершаются все легче и автоматичнее. Ребенок, начав ходить в школу, должен, например, по необходимости рано вставать и рано засыпать. Первые дни новый распорядок дня дается с большим трудом, а затем все с большей и большей легкостью. Но, привыкнув, порядок этот нельзя изменить без траты нервных сил и жесткого требования со стороны.

Так же как привычный уклад жизни, образуется и привычное мышление, сойти с которого без толчка со стороны очень трудно, а порой и невозможно. Потому-то так долго не находил Уатт выхода из положения, создав-

шегося при исправлении модели, потому-то и помог случай с прачечной.

Как только Уатт пришел к идее отдельного конденсатора, все дальнейшие усовершенствования явились к нему одно за другим. Через два дня видоизмененная машина Ньюкомена вполне возникла в представлении конструктора. Он построил маленькую модель ее, и она подтвердила все предположения изобретателя. «Этим изобретение мое и было закончено, — говорил Уатт, — поскольку оно касалось экономии в расходе пара и топлива».

Но, когда Уатт приступил к постройке опытной водоотливной машины с отдельным конденсатором, возникли новые осложнения. Дело в том, что в машинах Ньюкомена цилиндр сверху оставался открытым, для того чтобы атмосферное давление действовало на поршень беспрепятственно. А чтобы пар и воздух не пропускались поршнем, на него сверху наливали слой воды. При устройстве отдельного конденсатора с этим мириться уже было нельзя: каждая капля воды, проникшая в горячий цилиндр через зазоры между стенками цилиндра и поршнем, обращалась бы тотчас же в пар, мешая образованию вакуума. Кроме того, при ходе поршня вниз вода и воздух, следуя за поршнем, охлаждали бы цилиндр, а этого-то прежде всего и хотел избежать Уатт.

Закрывать цилиндр, чтобы избежать охлаждения его водой и воздухом, было, конечно, легко, но крышка помешала бы атмосферному давлению действовать на поршень, и машина не смогла бы работать. Словом, задача опять казалась неразрешимой.

Размышляя над этой задачей, Уатт напал еще на одну мысль: ведь атмосферное давление можно заменить давлением пара, и даже с выгодой, потому что давление пара в котле у Ньюкомена равнялось двум атмосферам, то есть было вдвое сильнее атмосферного!

Закрыв цилиндр, Уатт стал впускать пар не только под поршень, чтобы создавать вакуум, но и в пространство над поршнем, чтобы заменить атмосферное давление давлением пара.

Это было чрезвычайно выгодное нововведение. В атмосферной машине мощность рабочего хода зависела лишь от величины поршня: чем больше делалась площадь поршня, тем мощнее был рабочий ход. Давление же атмо-

сферы оставалось постоянно одинаковым. В новой машине Уатта мощность хода поршня зависела уже не только от величины поршня, но и от силы давления пара. Так как давление пара зависит от его температуры, то можно было нагреванием повышать его до любой силы, пока позволяет прочность котла, а тем самым и увеличивать мощность хода поршня, не прибегая к увеличению поршня.

В руках Уатта была настоящая паровая машина. Она отличалась от машины Ньюкомена и конструктивно. У нее был отдельный конденсатор в виде ящика с трубками, по которым циркулировала холодная вода. Конденсатор соединялся паропроводом с нижним концом цилиндра. Пар, устремляясь отсюда в конденсатор, осаждался здесь на холодных трубках капельками воды. Вакуум образовывался и в конденсаторе и под поршнем.

Паровой цилиндр Уатт поместил внутри деревянного цилиндрического футляра, через который пропускался пар. Это устройство, названное «паровой рубашкой», дало возможность держать цилиндр всегда горячим и избежать конденсации свежего пара, входящего в цилиндр из котла.

В остальном эта так называемая «паровая машина простого действия» Уатта не отличалась от машины Ньюкомена. Здесь также из двух движений поршня рабочим было только одно — именно ход вниз. Вверх поршень поднимался, не совершая никакой полезной работы. Так же как и у Ньюкомена, машина Уатта представляла только усовершенствованную водоотливную машину.

Постройку машины Уатт закончил в 1765 году. Слухи о каком-то новом изобретении Уатта, ради которого он забросил свои дела в мастерской, ходили уже давно, но Уатт хранил упорное молчание. В тайну изобретателя не мог проникнуть даже его друг. Об этом сохранился подлинный рассказ Робиссона, довольно болтливого человека, которого Уатт остерегался не без оснований.

«Я нашел Уатта, — вспоминает Робиссон, — сидящим у огня с жестяным резервуаром на коленях, который он осматривал. Я завел речь о том, о чем мы говорили при последнем свидании, то есть о паре. Уатт положил резервуар на пол и с живостью сказал:

— Ну, я устроил машину, которая не потеряет теперь ни одного атома пара!

Говоря это, Уатт весело посмотрел на машину, лежавшую возле него на полу, и, заметив, что я рассматриваю ее, задвинул ее ногой под стол. Я спросил его о сущности изобретения, но так как он отвечал мне довольно неохотно, то я не продолжал расспросов».

Только когда опытная машина была совсем готова, Уатт показал ее своим друзьям. Изобретение высоко оценили все присутствующие, и особенно профессор Блэк. О новой машине он рассказал своему хорошему знакомому, известному в то время врачу и химику, а затем железозаводчику и предпринимателю Робаку (Рёбеку).

Робак до зарезу нуждался в машине, а Уатт не менее в компаньоне. Они договорились при первом же свидании. Робак заплатил долги Уатта, приняв на себя все расходы по опытам, как уже произведенные Уаттом, так и те, которые понадобятся в будущем. Уатт же отдавал компаньону две трети прибылей от будущей продажи машин.

Джемс Уатт был совершенно счастлив. Он расплатился с долгами и имел теперь средства на продолжение опытов с машиной. Впереди он видел широкое поле деятельности, как нельзя более соответствовавшей его желаниям. Не менее был доволен и Робак. Он получал для своего машиностроительного завода новый, выгодный объект производства и обеспечивал бесперебойную работу в угольных копях.

Внеся еще несколько мелких усовершенствований в конструкцию машины, Уатт приготовил чертежи частей первой машины. Она должна была строиться на Карронском заводе Робака. Однако постройка ее затянулась на несколько лет, так что впоследствии Уатту пришлось просить о продлении срока действия его патента.

«Если вы хотите знать, в чем заключается главное препятствие к устройству машин, — писал Уатт Робаку, — так я вам скажу, что самое основное затруднение — это плохая кузнечная работа».

Действительно, Уатту при постройке машины приходилось прибегать к ртути, стекольной замазке, войлоку, салу и коже, чтобы уменьшить зазоры между поршнем и стенками цилиндра. Даже много лет спустя он считал образцово сделанным цилиндр, если в зазоры «могла пройти всего лишь двухпенсовая монета».



Пока строилась машина и Уатт боролся с неожиданными затруднениями, финансовые дела его компаньона пришли в расстройство. Занятый спасением своих предприятий от краха, Робак махнул рукой и на Уатта и на его машину. Изобретателю пришлось думать уже не о том, чтобы продолжать свои опыты, а о том, чтобы как-нибудь прожить.

Заброшенная хозяином, мастерская Уатта в Глазго давно уже не приносила никакого дохода. Изобретатель продал ее, а так как полученных денег все равно не хватило, он занялся постройкой канала между реками Форт и Клайд. Приходилось браться за любую работу, начиная от перестройки порта в Глазго и кончая хозяйственными поручениями городских самоуправлений.

Урывками он продолжал посещать завод и следил за постройкой машины. Наконец она была готова и испытана: все шло прекрасно. Оставалось только взять патент на изобретение. Но дела Робака в это время так запутались, что он не мог даже дать своему компаньону денег на оплату патента, что в то время стоило довольно дорого.

Уатт скрепя сердце опять обратился к Блэку.

Патент Уатта помечен 5 января 1769 года. Он говорит о «способах уменьшения потребления пара и топлива в огневых машинах», и только. Способы заключаются в отдельном конденсаторе, паровой рубашке и замене атмосферного давления давлением пара.

Этот исторический патент свидетельствует о том, что Уатт смотрел на свое изобретение только как на усовершенствование водоотливной машины. О том, чтобы применять паровой цилиндр с отдельным котлом и отдельным конденсатором для привода в действие других машин, Уатт не думал и возможности такой не видел.

Скрытые от глаз самого изобретателя возможности, таившиеся в его машине, обнаружались не скоро и не сразу.

Они открывались постепенно и только тогда стали ясными в полной мере, когда хозяйство страны резко и определенно предъявило технике свои требования, а у техники накопился конструктивный опыт, чтобы их выполнить.

Из этого практического опыта и начали возникать теоретические представления о работе паровых машин.



*Когда опытная машина была совсем готова, Уатт показал ее своим друзьям.*

## 2. ПАРОВАЯ МАШИНА ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

*У а т т*

Нынешняя крупная фабричная и заводская промышленность родилась в Англии в последней трети XVIII века. Начало ей положили Кэй, Харгривс и другие. В 1771 году на берегу Дервента, в местечке Кромфорд, была построена первая фабрика. Вслед за прядильной машиной появились ткацкий станок и ряд других машин. Толчок, данный изобретением этих станков, отразился на всех отраслях промышленности.

Применение машин в производстве повело к тому, что эти машины стали изготовлять на заводах, а спрос на металл для них вызывал рост металлургической промышленности. Механическое прядение и ткачество увеличили размеры хлопчатобумажного, льняного и шелкового производства. Огромный спрос на вырабатываемые предметы чрезвычайно поднял значение транспорта.

С самого начала развитие фабрично-заводской промышленности пошло так стремительно, а последствия его оказались настолько серьезными для мировой истории, что вся эта эпоха получила название промышленной революции. Дальнейшее развитие промышленной революции оказалось всецело связанным с паровой машиной, превратившейся в универсальный двигатель.

Прядильные и ткацкие станки, мельницы и лесопилки, воздуходушные мехи и всякие другие машины нуждались в силе, которая приводила бы их в действие. На первых порах фабрики и заводы обслуживались еще приводом от водяного колеса.

Но не везде есть налицо вода, и очень неудобно для предпринимателя зависеть от воды, строить фабрику или завод обязательно на берегу реки, а не там, где имеются сырье, рабочие руки, удобные пути сообщения, торговый центр. Можно было, конечно, ставить и ветряные двигатели, типа мельничных крыльев, но ветер еще непостояннее, чем вода, и зависеть от силы и направления ветра еще неудобнее. Продолжали применять и конный привод, но все это было не то, в чем остро нуждалось быстро развивающееся фабричное производство. Фабрикам нужен был механический двигатель, достаточно мощный для того,

чтобы приводить в движение в любом месте любой исполнительный механизм, то есть машину, производящую самый предмет потребления.

Но того, что было так ясно русскому гению уже на самой ранней поре развития фабрично-заводской промышленности, Уатт не видел. Он думал только о том, чтобы привлечь доходы из своего предприятия, а это как раз ему и не удавалось.

Получение патента на усовершенствованную водоотливную машину доставило Уатту душевное удовлетворение, однако ничего не изменило в его положении. Робак оказался уже не в состоянии строить машины. Даже разобранную для переделки первую машину не удалось вновь собрать. Компаньон Уатта окончательно разорился. Заводу грозила полная остановка. Рабочие бежали. Осуществление изобретения отодвигалось в неизвестное будущее.

К довершению всех несчастий у Уатта умерла жена, оставив ему двух маленьких детей. В это время Уатт едва не покинул Англию. Старый его друг Робиссон, бывший тогда директором морского училища в Кронштадте, передал Уатту предложение русского правительства приехать в Петербург. Робиссон сулил своему другу огромное жалование и пост директора завода паровых машин, который Уатт должен был построить в России.

Уатт готов был согласиться на отъезд. Ему хотелось вырваться из тяжелой обстановки. Друзья отговорили его. Среди этих друзей наибольшее влияние на Уатта оказал инженер Мэтью Болтон. Это был богатый фабрикант и владелец одной из крупнейших в Англии металлообрабатывающих мануфактур — в Сохо.

Уатт впервые встретился с ним в то счастливое время, когда сам он занимался постройкой своей машины по договору с Робаком. Заинтересовавшись предприятием Болтона, Уатт приехал в Сохо записаться опытом. Хорошо организованная мануфактура поразила Уатта. В разговоре с владельцем изобретатель заметил, что в Сохо его машина, вероятно, давно уже была бы построена.

Болтон не скрывал от Уатта интереса к его изобретению. Он намекнул ему, что был бы рад войти с ним в компанию вместо Робака. Дела Робака были явно плохи, и Болтон предполагал, что выполнить свои обязательства по

договору тот уже не сможет. Уатт пообещал переговорить с Робаком об изменении или расторжении договора. Но Робака согласился лишь на привлечение в их компанию Болтона.

Робаку не удалось поправить свои дела. В конце концов его объявили несостоятельным должником, а имущество передали кредиторам. Робака задолжал и Болтону значительную сумму. В уплату этого долга Болтон забрал с Карронского завода машину Уатта, валявшуюся там в разобранном виде. Вместе с тем Болтон предложил Уатту заключить с ним такой же договор, как и с Робаком.

Летом 1773 года машину Уатта перевезли в Сохо. Весною следующего года, покончив со своими инженерными работами, приехал в Сохо и Уатт, заключив договор с Болтоном. Выполненные на Карронском заводе, части машины Уатт сделал заново. Паровой цилиндр, доставлявший столько неприятностей, был заменен новым, сделанным на заводе Вилкинсона в Честере, где только что был поставлен механический станок для расточки пушек. Вилкинсону удалось изготовить цилиндр, приведший изобретателя в восторг. Заново собранную машину подвергли самым тщательным испытаниям. Они дали отличные результаты. Ободренный успехом, Уатт писал отцу:

«Дело, для которого я приехал сюда, идет довольно хорошо. Огневая машина, изобретенная мной, пущена в ход и дает гораздо лучшие результаты, чем все такие машины, до сих пор строившиеся. Я надеюсь, что от этой машины получу еще много добра!»

Вилкинсон заказал Уатту машину для поршневой воздуходувки. Уатт засел за чертежи, не сомневаясь в возможности применить свое изобретение для новой цели. Последовало еще несколько заказов от владельцев шахт. В это же время для завода в Сохо Уатт построил машину, получившую кличку «Вельзевул» — вероятно, за шум и скрежет, которые она производила. Эту машину вскоре уничтожил пожар, но поставленная вместо нее другая такая же машина, по прозванию «Старая Бесс», доныне хранится в Кенсингтонском музее в Лондоне.

Казалось, что теперь Болтон и Уатт могли приступить к массовому производству машин. Однако, не в пример Робаку, новый компаньон Уатта был очень осторожен, предвидя огромные производственные расходы и возмож-

ные неудачи. Он предложил Уатту сначала продлить патент, срок которого близился к концу.

Заявление о продлении срока Уатт подал в парламент в 1775 году. Комиссия, назначенная для рассмотрения вопроса, вызвала, между прочим, и Робака. Он заявил:

— Паровая машина Уатта по сравнению с обыкновенным огневым насосом Ньюкомена производит по крайней мере вдвое большую работу при том же расходе топлива.

Робак указывал далее, что продление срока патента необходимо: изобретатель и его компаньоны не оправдали и десятой доли расходов, понесенных ими, а дальнейшие опыты потребуют еще втрое больше средств.

«Это дело стоило мне многих тревог и больших расходов, — писал своему отцу Уатт по поводу отсрочки патента, — и без помощи влиятельных и многочисленных друзей мне никогда бы не удалось его выиграть».

Уатт не ошибался. Во главе его противников стоял политический деятель того времени Берк. Он считал вредной монополию Уатта на машину, в которой так нуждалась промышленность. Защищая интересы государства, Берк на деле отстаивал только интересы промышленных капиталистов, стоявших за его спиной. Они же боролись не только с Уаттом, но и друг с другом.

Новое изобретение не нравилось предпринимателям, которые уже вложили средства в машины Ньюкомена. У них не было охоты менять уже работающие машины Ньюкомена на новые. А к этому их принудила бы конкуренция других предприятий, пользующихся более экономичными машинами Уатта. Еще больше негодовали на Уатта промышленники, строившие машины Ньюкомена и продававшие их. Распространение новых машин Уатта грозило им полным крахом. Таким образом, оказалось достаточно людей, готовых поддержать всякое начинание, направленное против Уатта и его изобретения.

Однако самыми ожесточенными противниками продления патента Уатта были предприниматели, которые, зная преимущества новых машин, намеревались ими пользоваться или собирались их строить. Они желали смотреть на пар, как на воздух и свет, как на силу, ничьей собственностью не являющуюся. Они возмущались необходимостью что-то платить изобретателю. Заводчики хотели бы и устанавливать и строить машины, не считаясь с правами

изобретателя. При этом говорилось, что, так же как никем не запатентованное водяное колесо, паровую машину Уатта нужно предоставить в безвозмездное пользование всем предпринимателям во имя развития национальной промышленности. Патент Уатта, по их утверждениям, грозил гибелью промышленной Англии, судьба которой была неразрывно связана с судьбой горного дела.

Несмотря на то что при решении вопроса в парламенте Берк горячо выступал в защиту «свободы против монополий», вопрос был решен в пользу изобретателя. Срок действия патента был продлен еще на двадцать пять лет.

Парламентские прения вокруг этого вопроса подняли интерес к машине. Нужда в новой водоотливной машине была исключительно велика в это время.

Некоторые рудники даже прекратили работы в ожидании, пока компаньоны начнут выпуск своих машин. Завод Болтона еще до решения парламента уже был завален заказами.

С продлением патента ничто не мешало компаньонам начать выполнение заказов. Прежде всего Уатт сдал машину заводу Вилкинсона, затем выполнил заказ для Бирмингемского канала. Замечательно, что эта вторая машина бесперебойно работала до 1898 года — более ста лет. В 1919 году, во время чествования памяти Уатта по случаю столетия со дня его смерти, ее привели в порядок и снова пустили в ход.

Затем завод Болтона и Уатта сдал машины медным рудникам в Корнуэльсе. В течение пяти лет завод установил здесь около сорока машин. Несмотря на это, финансовые дела компаньонов не слишком улучшились. Производство требовало все нового, усовершенствованного оборудования.

В то время как Болтон вел коммерческую часть предприятия, искусно выпутываясь из затруднений, Уатт занимался установкой машин на местах. Здесь же он вел с покупателями сложные расчеты.

На заводе в Сохо не было достаточного количества опытных рабочих. Уатту приходилось заниматься и чертежами, и испытанием машин, и установкой их. Только с поступлением на завод талантливого инженера Вильямса Мердока Уатту удалось избавиться от поездок в Корнуэльс.

Освободившись от деловых сношений с заказчиками, Уатт занялся дальнейшим усовершенствованием своей машины. В течение десяти лет у него не было иных забот, иных мыслей. За эти годы постепенно ему и удалось, идя навстречу нуждам и запросам промышленности, превратить водоотливную паровую машину в универсальный двигатель.

В своих первых машинах Уатт применял, конечно, пар низкого давления. В его паровых котлах оно было чуть-чуть выше атмосферного. Но даже при таком незначительном давлении пар при выходе из котла имеет способность расширяться, стремясь занять как можно большее пространство. Если впустить некоторое количество такого пара в цилиндр через паропровод с краном и, закрыв быстро кран, «отсечь» дальнейший приток его, то пар, поступивший в цилиндр, будет, подобно пружине, толкать поршень. По мере того как поршень будет отодвигаться, давление расширяющегося пара, естественно, будет падать.

Если не закрывать крана в паропроводе, то есть не производить отсечки пара, то в цилиндр все время, пока отходит поршень, будет поступать свежий, «острый» пар из котла. В этом случае в цилиндре сохранится полное, как и в котле, давление. Движение поршня при этом будет более мощным, но потребуются значительно больше пара, чем раньше, когда движение поршня происходило за счет расширения. А заказчики требовали от водоотливных машин именно экономичности.

Уатт нашел, что наиболее экономичной и выгодной работа машины станет, если пар «отсечь» в тот момент, когда поршень сделает четверть своего хода в цилиндре. Остальной ход в таком случае будет совершаться за счет расширения пара, а не за счет поступления свежего пара из котла.

В 1776 году Уатт построил такую машину нового типа. Впуск пара в цилиндр автоматически отсекался в нужный момент, и дальнейшая работа шла за счет расширения пара. Расширение оказывалось настолько значительным, что к моменту выхода в конденсатор пар имел давление даже меньше атмосферного, почти равное давлению в конденсаторе.

Новая экономическая установка, однако, не встретила сочувствия у машинистов. Они видели, что без отсечки



машина мощнее, и предпочитали работать без расширения, так как несколько не интересовались расходом топлива. Но паровой котел Уатт рассчитал на работу с расширением, и, когда машина работала без отсечки, пара не хватало. На этой почве постоянно возникали недоразумения с покупателями, и машины, работающие расширением пара, не скоро вошли во всеобщее употребление.

С некоторого времени к Уатту от различных заказчиков стали поступать просьбы сделать паровую машину, которая могла бы приводить в действие мельницы, ткацкие и прядильные станки, круглые пилы. Для всех этих рабочих машин нужно было не прямолинейно-возвратное движение двигателя, как для насоса, а вращательное. И вот над этой задачей преобразования качательного движения коромысла в непрерывное вращательное движение вала или колеса стал задумываться Уатт.

В своем дневнике изобретатель 5 сентября 1779 года отметил:

«Можно было бы устроить в огневой машине вращательное движение посредством кривошипа...»

Но, пока Уатт сооружал модель, чтобы испробовать кривошипный механизм, рабочий его же завода, Пикар, стоя за своим токарным станком, напал на ту же идею. Без долгих размышлений Пикар взял патент «на применение кривошипа к паровой машине». И, хотя, по справедливому замечанию Уатта, «истинным изобретателем кривошипного механизма был человек, создавший обыкновенный токарный станок, и применить его к огневой машине было так же легко, как воспользоваться хлебным ножом, для того чтобы разрезать сыр», все-таки, согласно законам о патентах, Уатт лишился возможности применять кривошип для своих машин.

Делать было нечего. Приходилось или покупать патент у Пикара, или придумывать что-нибудь другое. Взбешенный Уатт предпочел второе. Он придумал целых пять способов преобразования прямолинейно-возвратного движения во вращательное и запатентовал их все сразу в 1781 году.

Однако только последний из них, а именно «планетно-солнечная передача», состоящая из зубчатых колес, нашел себе применение, и то лишь до тех пор, пока не истек срок патента Пикара.

Новые заказчики требовали более мощных двигательных механизмов.

В машинах простого действия давление пара толкало поршень только вниз. Вверх он поднимался, не совершая никакой работы, отчасти под влиянием давления пара, отчасти под действием противовесов. В новых машинах Уатт стал впускать пар поочередно по ту или другую сторону поршня. Сначала пар впускался в верхнюю часть цилиндра, над поршнем, и вакуум возникал внизу. После этого путем перестановки клапанов пар впускался в нижнюю часть цилиндра, под поршень. Верхняя часть цилиндра соединялась в этот момент с конденсатором, и вакуум, в свою очередь, образовывался там.

Таким образом, в одном и том же цилиндре получалась двойная мощность, а движение поршня стало более равномерным.

Двойное действие машины потребовало изменения способа передачи движения от поршня к балансиру. Прежняя гибкая, цепная передача уже не годилась: ведь посредством цепи можно только тянуть коромысло вниз. Толкать его вверх мог бы только твердый шток. Непосредственно же наглухо соединить конец коромысла со штоком поршня Уатт считал невозможным, так как коромысло, качаясь, описывает дугу, шток же поршня движется прямолинейно, и при жестком их соединении машина не могла бы работать.

Это была трудная задача, и разрешение ее явилось не сразу.

Сначала Уатт испробовал механизм из зубчатой полосы и зубчатого колеса. Он оказался неудовлетворительным. Только после многих опытов Уатту удалось разрешить задачу, сконструировав так называемый «параллелограмм Уатта».

Благодаря этому «параллелограмму Уатта», несмотря на дугообразные качания конца коромысла, шток поршня, соединенный с ним, имел близкое к прямолинейному движение.

Надо отметить, что и в данном случае Уатт все же стал жертвой предвзятой мысли, привычного мышления. Долго ломая голову над тем, как соединить конец коромысла со штоком поршня, Уатт не заметил простой вещи: коромысло в его машинах было ненужным, явно лишним,

оно лишь загромождало конструкцию машины. Можно было, выбросив вовсе коромысло, соединить шток поршня с кривошипным механизмом посредством промежуточного стержня-шатуна и получить вращательное движение на валу двигателя с насаженным на него маховиком. Но прошло несколько десятков лет, прежде чем эта простая мысль пришла в голову людям.

Новая паровая машина «двойного действия» имела теперь два равномерных хода поршня: вверх и вниз. Оба они были рабочими. Достижению общей плавности хода машины способствовало также и введение в конструкцию центробежного регулятора, изобретенного Уаттом. Он автоматически регулировал скорость движения машины при неизбежном колебании давления пара в котле и изменении нагрузки в рабочих машинах, приводившихся в движение двигателем.

Применяемый и до сего времени во всех паровых машинах центробежный регулятор Уатта вращается вместе с осью вала. При увеличении скорости шарики регулятора под действием центробежной силы отходят от оси и поднимают муфту. Соединенный с ней рычаг прикрывает заслонку, регулирующую впуск пара в цилиндр машины. Вследствие этого впуск пара уменьшается, и скорость перестает возрастать. При уменьшении скорости шарики сближаются, муфта опускается, рычаг открывает заслонку, впуск пара в цилиндр увеличивается, и скорость вновь возрастает.

Этот саморегулирующийся механизм сделал лишним участие человека, который бы открывал и прикрывал заслонку. Теперь его заменила машина, но не только в том смысле, что ему не нужно делать движения рукой, затрачивать физическую энергию. В данном случае машина заменяет уже не только руки человека, но и его внимание.

После введения регулятора для полной автоматичности работы машины Уатту осталось только улучшить органы парораспределения. В этом ему помог Мердок. Он сконструировал коробчатый золотник, распределяющий пар в цилиндре, и предложил эксцентрик — особый диск, насаженный на вал для приведения его в движение.

Новое, очень остроумное парораспределительное уст-

ройство представляло собой коробку без крышки, скользящую по гладкой поверхности, называемой «зеркалом». Коробка приводилась в движение самой машиной при помощи тяги от эксцентрика. В зеркале имелось два паровпускных окна, из которых каждое вело к тому и другому концу цилиндра. Между этими паровпускными окнами имелось еще третье окно, ведущее уже не в цилиндр, а к трубе, соединенной с конденсатором. Открытая часть коробки золотника была обращена к зеркалу, по которому она скользила. Весь этот аппарат Мердок заключил в золотниковый ящик, прикрепленный к цилиндру и соединенный паропроводом с котлом.

Золотниковое парораспределение, существующее и доныне, работает следующим образом. Когда в золотниковый ящик поступает пар из котла, коробка золотника находится в одном из концов ящика так, что паровпускное окно на противоположном конце открыто и свежий пар поступает в цилиндр, где и толкает поршень. Машина начинает работать, и золотник, приведенный эксцентриком в действие, соединяет эту часть цилиндра с паровпускным окном, направляя отработавший пар в конденсатор, и в то же время открывает второе паровпускное окно, так что пар из золотникового ящика поступает во вторую часть цилиндра и толкает поршень обратно. Таким образом, золотник автоматически распределяет пар в машине двойного действия, подавая его попеременно по обе стороны поршня, и в то же время направляет отработавший пар в конденсатор. Золотник имеет также приспособление в виде «лап», благодаря которому автоматически отсекается пар, и работа в цилиндре идет на три четверти за счет расширения пара.

В результате всех этих изменений конструкции получилась совершенно новая машина. Каждое отдельное изменение отвечало требованию тех или иных заказчиков. Но в новом своем виде машина Уатта могла применяться для любой цели, она стала универсальным двигателем.

В окончательном своем виде паровая машина Уатта, патент на которую был взят в 1784 году, представляла вертикальный стационарный паровой двигатель. Чугунное коромысло приводилось в качательное движение от штока поршня посредством параллелограмма Уатта. Другой конец коромысла при помощи шатуна и кривошипа при-

водил во вращательное движение маховое колесо, делавшее около тридцати — сорока оборотов в минуту. Через бесконечный приводной ремень маховик вращал рабочую машину или несколько таких машин: прядильных станков, пил, жерновов.

Отработавший в цилиндре пар шел в конденсатор, представлявший ящик с трубками, по которым циркулировала холодная вода: на стенках трубок конденсировался пар. Насос, приводимый в действие от коромысла, выкачивал воду, образующуюся из охлажденного пара.

Паровой котел Уатта несколько отличался от обыкновенных, круглых котлов. Это была продолговатая железная коробка, снабженная не только предохранительным клапаном Папена, но и водомером, указывавшим уровень воды в котле.

Размеры двигателя Уатта были очень значительными. Для установки его приходилось строить специальные здания такой величины, какую у нас сейчас имеют мощные электростанции. Один ход поршня в цилиндре достигал трех метров. Непомерно большие размеры двигателя были следствием тогдашнего состояния техники. Машина Уатта была тихоходной, работала паром низкого давления: кроме того, конструкторы не знали свойств металла, точных расчетов делать не умели и строили предположительно, с огромными запасами прочности.

Несмотря на свои размеры, двигатели Уатта были маломощными: мощность самого большого из них равнялась примерно пятидесяти лошадиным силам.

Сравнивать мощность машин с силой лошади предложил Уатт. В 1784 году он произвел опыты над работой лучших лондонских лошадей, после чего и ввел в употребление понятие «лошадиная сила». Одна лошадиная сила соответствует усилию, нужному для того, чтобы поднять на один метр за одну секунду 75 килограммов.

Выпустив несколько двигателей для мельниц и пивоваренных заводов, завод Сохо установил показательную машину Уатта на мельнице Альбион, в самом центре Лондона. Любопытство англичан было возбуждено так сильно, что мельница эта долгое время считалась модным местом для посещения. Работала мельница прекрасно, но через пять лет конкуренты сожгли слишком опасного соперника.

Введение парового двигателя не обходилось без жертв и борьбы. Однако очевидные его преимущества перед «живыми» двигателями — перед водяными и ветряными колесами — были настолько велики, что самые разнообразные предприятия — бумажные, прядильные и ткацкие фабрики, мельницы, лесопильные заводы, прокатные станы и воздуходувки, — все переходили на универсальный двигатель Уатта.

В этих двигателях расход угля составлял около трех килограммов на одну лошадиную силу в час. Большой, с нашей точки зрения, расход был все же вчетверо меньше, чем в машине Ньюкомена. На языке современной техники коэффициент полезного действия машины Уатта не превышал двух с половиной процентов.

Паровой двигатель Уатта чрезвычайно способствовал развитию промышленности. Земледельческая, помещичья Англия превращалась в индустриальную страну. Известный шведский путешественник Сведеншерна, посетивший Англию в 1802 году, пришел в изумление, увидев, какое количество паровых двигателей занято в промышленности.

«Не будет преувеличением сказать, — писал он, — что эти машины встречаются в Англии так же часто и даже чаще, чем у нас водяные и ветряные мельницы».

Вслед за распространением машин отдельные страны сами начали производство паровых двигателей. Появились заводы паровых машин в Германии, Бельгии, Америке, Франции. В 1800 году в Петербурге шотландец Берд основал завод паровых машин, просуществовавший вплоть до Октябрьской революции под названием «Франко-русский завод».

Задача, поставленная промышленным капитализмом перед техникой, была разрешена.

Однако паровая машина двойного действия, вышедшая из рук Уатта, не была в полном смысле слова универсальным двигателем, хотя Уатт и называет ее в своем патенте 1784 года применимой для всякой цели. Для целей транспорта эта машина была совершенно не пригодна.

Термин «универсальный двигатель» впервые употребил Маркс, характеризуя патент Уатта. Но начиная с Папена все конструкторы двигателей, предлагая свои машины, объявляли их применимыми для самых разнообразных нужд производства.

Как стационарный двигатель паровая машина Уатта сыграла огромную роль в развитии промышленной революции.

Старая Англия с ее мануфактурами, водяными колесами и ветряными мельницами, та Англия, в которой родился и вырос Уатт, распалась, исчезла на его глазах.

На смену ей пришла новая, индустриальная Англия, созданная промышленной революцией и паровым двигателем. Новая Англия дымила трубами фабрик и заводов, покрывалась сетью железных дорог, сдвигалась с юго-востока на северо-запад и на прежних полях земледельцев выращивала огромные промышленные центры с новым укладом жизни.

Англия, страны Европы, Америка — весь мир вступил в новую фазу своего промышленного развития, но XIX век справедливо стал называться не только веком паровой машины, но и веком железных дорог.

### **3. УСТРАНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА**

*К ю н ь о*

Мысль о том, чтобы действовать на поршень в закрытом цилиндре для получения движущей силы давлением пара, а не атмосферным давлением, пришла в голову не одному Уатту. Одновременно с ним, а может быть, и раньше его, во всяком случае независимо от него, такая же мысль явилась и другим техникам, скажем, Леупольду, но совершенно по иному поводу и для достижения другой цели. Эти изобретательные люди имели в виду другие потребности хозяйства, совсем иную его область. Они вздумали помочь человеку двигаться скорее и перевозить значительно большие тяжести. Они увидели нужду в мощном, скором, механическом транспорте для дальнейшего развития промышленности и культуры. И они не ошибались. Потребность в новом виде транспорта, в новом способе передвижения действительно назревала.

Не случайно полузабытыми оказались имена создателей первых бесконденсаторных машин. Правильные идеи этих людей, в свое время столкнувшиеся с несовершенством технических средств, получили полное осущест-

ствление гораздо позднее. Только теперь мы можем понять и оценить их высокое мастерство и идеи, так далеко уходившие в будущее.

Никола́ Жозе́ф Кюньо родился в Буа, небольшом городке французской Лотарингии, 25 сентября 1725 года, а молодость свою провел в Германии, где он получил хорошее образование.

В качестве военного инженера с отличной репутацией он отправился вследствие каких-то неизвестных обстоятельств служить в Нидерланды.

Несмотря на молодость, проведенную в чужой стране, Кюньо оставался французом и, как все французы, обожал Париж. В 1763 году ему удалось осуществить свою мечту и перебраться в столицу Франции. Он явился сюда не с пустыми руками. Так как он имел уже репутацию хорошего военного инженера, ему удалось добиться встречи с генерал-инспектором артиллерии маршалом Грибовалем. Грибоваль занимался в это время реорганизацией артиллерийского дела, и деятельность его составила эпоху в развитии артиллерии.

— Что же вы можете нам предложить? — спросил он Кюньо. — До сих пор вы строили крепости и вооружали улан принца Саксонского кремневыми ружьями. Чем вы можете помочь нашей артиллерии?

— Я построю вам паровую телегу, которая будет возить и снаряды и пушки, — ответил молодой инженер. — Вот мой проект.

Маршал оказался сведущим инженером, и Кюньо не пришлось объяснять слишком долго достоинства своего проекта. К тому же о машинах, работающих при помощи огня и пара, знали уже в это время настолько, что охотно допускали возможность применить их не только для откачки воды. Генерал-инспектор согласился доложить о проекте военному министру. Довольно скоро Кюньо получил извещение, что «военный министр, герцог Шуазель, поручает инженеру Кюньо построить за счет казны проектируемую им паровую телегу в уменьшенных размерах».

Грибоваль вызвал к себе изобретателя и обсудил с ним план будущих работ.

— А знаете ли вы, что с подобным же проектом возится в Швейцарии лейтенант Планта? — неожиданно спросил он.



— Я ничего не знаю о Планта, — отвечал Кюньо.

— Обгоните его!

Кюньо приступил к работе. Дело вовсе не сводилось к тому, чтобы поставить двигательный механизм машины Ньюкомена на телегу и заставить его вращать колеса. Установка такого механизма связывалась с необходимостью возить с собой огромное количество воды для охлаждения цилиндров и большого запаса топлива. Надо было придумать что-то совершенно другое. Военному инженеру, чье воображение совсем не занимала водоотливная машина, удалось пойти по новому пути к получению движущей силы при помощи воды и огня.

Конечно, Кюньо ничего не знал об опытах Уатта в его Глазговской мастерской, происходивших в это же время. О них ничего не знал даже Робиссон, ежедневно посещавший своего друга. Англичанин старательно хранил в секрете свои опыты и усовершенствования. Да они и не могли бы ничем помочь Кюньо, потому что и усовершенствованная паровая машина Уатта была все-таки слишком громоздкой и неудобной для его цели.

Но несомненно, что Кюньо хорошо знал сочинение Лепольда, в котором автор высказывал мысль о том, что давление пара могло бы работать в цилиндре без расширения пара в конденсаторе, а с выпуском его в атмосферу: нужно только впускать в цилиндр пар в пять — десять раз большего давления, чем атмосферное. Такой пар, действуя на поршень, заставит поршень преодолеть естественное сопротивление воздуха и сообщит его движению силу, способную совершать полезную работу.

Трудность дела заключалась в том, чтобы построить котел, способный выдерживать высокое давление пара. В то время это представлялось довольно серьезной задачей. Котлы делались из медных, склепанных по швам листов, прочность их часто оказывалась недостаточной. Не меньшую трудность представляла пригонка поршня, который должен был плотно прилегать к стенкам цилиндра. Но в изготовлении их уже имелся некоторый навык.

Кюньо должен был стать на путь создания паровой машины высокого давления пара, работающей без конденсатора. Осуществление первой машины такого рода и составляет заслугу Кюньо.

Вопрос о том, как преобразовать прямолинейно-воз-

вратное движение поршня во вращательное движение на колесе повозки, решил с незапамятных времен изобретатель токарного станка и точильного камня. Оставалось только применить для новой цели старый кривошипный механизм.

Гениальный изобретатель системы кривошипа и шатуна остался неизвестным, но изобретение его надо считать едва ли не самым популярным из всех остроумных человеческих изобретений. На точильном камне, ручном токарном станке, как теперь на ножных швейных машинах, прямолинейно-возвратное движение ноги через шатун и кривошип превращается во вращательное движение колеса. Превращение происходит благодаря инерции, стремлению раз приведенного в движение тела продолжать свое движение в том же направлении и с той же скоростью, пока оно не будет остановлено противодействием трения, воздуха, среды или другими внешними причинами. Главная трудность здесь — преодоление мертвой точки кривошипа, когда вся движущаяся система стоит на одной прямой линии.

Для начала работы токарного станка и всякой другой машины с системой кривошипа нужно сначала привести в движение маховое колесо, чтобы создать силу инерции. В точильном станке сам камень является таким колесом. Благодаря значительному весу и размеру сила инерции его вращения достаточна, чтобы преодолевать мертвую точку кривошипа.

Повозка и ее движущие колеса имеют достаточный запас инерции, и применить систему кривошипа в повозке не составляло большой задачи.

Военное министерство, приняв проект Кюньо, сочло нужным послать его в Швейцарию на отзыв лейтенанту Планта. Планта оказался добросовестным и беспристрастным человеком. Он дал блестящий отзыв о проекте своего французского коллеги и даже объявил, что отказывается от продолжения своих работ. По его мнению, проект Кюньо был лучше во всех отношениях. Через некоторое время, именно в 1769 году — в тот самый год, когда Уатт еще только брал патент на свои усовершенствования в машине Ньюкомена, — Планта получил приглашение испытать построенную Кюньо «паровую телегу».

Испытания происходили во дворе парижского арсе-

нала. Ранним утром, чтобы избежать стечения любопытных, сюда явились чиновники военного министерства во главе с министром и генералом Грибовалем. Нашлось все-таки довольно много парижан, добившихся разрешения присутствовать при опытах.

На деревянной раме с тремя колесами был укреплен впереди небольшой, но прочный котел; он мало чем отличался от обыкновенного кухонного котла с крышкой. Котел клокотал и гудел. Пар из котла отводился в два цилиндра с поршнями. Штоки поршней при помощи цепей вращали переднее колесо. Оно и было ведущим колесом повозки.

Французский конструктор поставил два цилиндра не только для увеличения силы действия на колесо. Хотя на ходу повозка легко могла преодолеть мертвые точки кривошипа, все же была опасность, что остановка произойдет именно в тот момент, когда кривошип займет мертвое положение. Для того чтобы вывести его из этого положения при пуске телеги в ход, понадобится посторонняя сила. Этой силой и станет второй цилиндр, который Кюньо установил с таким расчетом, что положение поршней и кривошипов у того и другого не могло быть одинаково.

Лейтенанту Планта не требовалось объяснять устройство машины. Он выразил восхищение конструкцией Кюньо и заявил, что не сомневается в успехе и огромной будущности изобретения.

Грибоваль предложил начать испытания. Кюньо забрался на телегу и пригласил Планта поместиться сзади себя. Кроме него, нашлось место еще для двух пассажиров. Нагруженная таким образом модель будущей артиллерийской повозки была пущена в ход. С шумом и грохотом, извергая клубы отработанного в цилиндрах пара, телега тронулась с места и проворно покатила по двору. Делала она примерно около пяти километров в час.

Зрители приветствовали изобретателя аплодисментами, когда он сделал во дворе полный круг и, не останавливаясь, начал второй. Однако через десять минут, на третьем круге, повозка замедлила ход и стала, израсходовав весь накопленный котлом пар.

Понадобилось четверть часа, пока пар достиг нужного давления. Повозка вновь пошла по двору, но затем опять остановилась.



*С шумом и грохотом телега тронулась с места.*

— Котел у вас мал, давления пара не хватает, — заметил Планта. — Но это пустяки! Главное сделано, и я от души поздравляю вас с успехом.

Военный министр и маршал не выказали огорчения. Они объявили Кюньо благодарность и предложили заняться усовершенствованием машины. Вскоре военное министерство даже назначило изобретателю пожизненную пенсию.

Казалось, что все условия для дальнейшей работы обеспечены. Он получил средства и на постройку большой артиллерийской повозки.

Изобретенная Кюньо паровая повозка вызвала у парижан большой интерес. На нее возлагались всякие надежды. Сохранилось сообщение автора «Тайных мемуаров» Бошомона о новых испытаниях телеги в ноябре 1770 года.

«Несколько времени назад, — пишет он, — много гово-

рилось об огневой машине для перевозки пушек, с которой генерал Грибоваль, начальник артиллерийского ведомства, производил опыты. Теперь эту машину усовершенствовали так, что в прошлый вторник она везла во дворе арсенала пушечный лафет со скоростью лье с четвертью в час. Повозка может взбираться на гору и преодолевать препятствия на ухабистых дорогах».

Усовершенствованная машина Кюньо, о которой вспоминает Бошомон, к сожалению, вскоре погибла. Дело в том, что переднее, движущее колесо телеги служило также и для изменения направления хода. Но так как на него приходилась большая нагрузка, управление было очень затруднительно. Устройства же для перемены хода на обратный машина не имела. Не рассчитав развитой машиной скорости, Кюньо налетел на кирпичную стену двора. Стена и повозка разбились. Сам изобретатель едва не остался калекой на всю жизнь.

Все это не имело бы большого значения для дела, если бы к этому времени не изменилось положение самого Кюньо. Шуазель был смещен, Грибоваль подвергся опале и покинул свой пост. О Кюньо забыли.

Франция переживала эпоху упадка, предшествовавшую революции, эпоху «фаворитизма». Без покровительства знати, в силу одних только своих личных заслуг и достоинств, выдвинуться никто не мог. Сам Шуазель, делавший политику страны, обязан был своим положением покровительству друзей короля. Вместе с его надеждой, в свою очередь, пали и те, кому он покровительствовал.

Кюньо остался без дела. Некоторое время он получал свою пенсию, но затем, во время следовавших один за другим государственных переворотов, лишился и ее.

Первая опытная повозка осталась в арсенале.

Спустя много лет, когда Кюньо был уже глубоким стариком, о паровой телеге для пушек случайно узнал Наполеон. Он заинтересовался ею, назначил специальную комиссию для изучения вопроса и сам осмотрел повозку. Комиссия дала неблагоприятный отзыв, не видя возможности для ее практического применения. Наполеон отправился в Египет. Телегу сдали в Парижский музей искусств и ремесел, где она стоит и сейчас.

Если изобретению Кюньо не придали того значения,

которого оно заслуживало, то, разумеется, еще меньше внимания оказали самому изобретателю. Кюньо нищенствовал и, быть может, ему грозила голодная смерть, если бы о нем не позаботилась какая-то дама из Брюсселя. Она не могла забыть влюбленного в нее блестящего офицера, который предпочел ей родину и свое творческое дело.

Кюньо дожил до восьмидесяти лет и умер в те дни, когда другие изобретатели строили паровые автомобили и паровозы, делая ошибки, которых могли бы избежать, зная о машине Кюньо.

Опыт французского инженера, как и успешный опыт Ползунова, остался без огласки, хотя и по иным причинам. Повозка Кюньо предназначалась для военных целей, и потому все дело хранилось в строгом секрете. Будь это предприятие более известным, паровая техника, наверное, пришла бы к своей цели раньше, и опытный период паровозостроения сократился бы.

Во всяком случае, конструкции Ньюкомена, Ползунова, Уатта и Кюньо свидетельствуют о том, что техника в последней четверти XVIII века была совершенно подготовлена к созданию универсального парового двигателя, а человеческий ум уже привык мыслить паровую машину не как принадлежность водоотливной машины, а как двигатель, годный везде, где нужна движущая сила.

До какой степени появление универсального парового двигателя оказалось предопределенным предшествующим развитием техники, экономики и культуры, обязательным, неустрашимым и не зависящим от воли, желаний и способностей отдельных людей, показывают жизнь и деятельность Оливера Ивенса.

#### 4. ДАВЛЕНИЕ ПАРА

*Ивенс*

Американский механик Оливер Ивенс родился в семье разорившегося фермера в 1755 году в небольшом городке Ньюпорт штата Делавар.

Очень рано он начал работать у хозяев мелких мастерских, а четырнадцати лет поступил в обучение к одному каретному мастеру.

Уже в это время юноша ломал себе голову над тем, как бы заставить экипажи, с которыми он возился, двигаться без лошадей. Ивенс признавался впоследствии, что после многих размышлений и опытов он тогда же решительно отбросил «все способы, которые были прежде испытаны, например паруса, педали, зубчатые колеса, рукоятки».

Ученик каретного мастера ничего не знал ни о паровой телеге Кюнью, ни о машинах Ньюкомена и Уатта. К мысли о том, чтобы воспользоваться давлением пара для движения экипажей, он пришел самостоятельно, при следующих любопытных обстоятельствах.

В то время, празднуя Новый год, американцы имели обыкновение забавляться стрельбой из заклепанных ружейных стволов. В ствол предварительно наливалась вода, затем заклепанный ствол с водой нагревался на костре, пока пар не выбивал заклепку с грохотом, напоминавшим орудийную пальбу.

Ивенс сам принимал участие в этой забаве. Ему, искавшему силу, способную заменить в экипаже лошадь, естественно пришла мысль об энергии пара. Юноша постарался узнать все, что возможно, о свойствах пара, и тут-то он и услышал впервые о паровых машинах. Он узнал о существовавших в Англии машинах Ньюкомена. Ивенс страшно удивился, узнав, что в этих машинах пар употребляется главным образом лишь для того, чтобы получить вакуум, и почти не используется для работы более высоким, по сравнению с обычным, атмосферным давлением. Он решил построить машину по-своему, где пар работал бы давлением, которое рвало на куски ружейные стволы, если не могло выбить заклепки.

К этому времени Ивенс прошел хорошую школу у разных ремесленников и стал отличным столяром и слесарем. Изобретатель по самому складу своего беспокойного и ни с чем не мирившегося ума, он уже испробовал свои силы в столярной мастерской: тут он сконструировал машину для нарезывания зубцов в механизме прядильного станка.

Правда, изобретение принесло ему только огорчения. Хозяин мастерской воспользовался машиной работника, а затем присвоил себе и самое изобретение, выгнав предварительно Ивенса со службы.

Изобретателю не удалось защитить свои права перед судом. Но обида не заставила его бросить дело, не внуши-

ла ему отвращения к изобретательской деятельности. Наоборот, она заставляла его с яростью идти, как говорится, навстречу своей судьбе, чтобы победить или погибнуть. Это был человек ожесточенной энергии, производивший на окружающих впечатление одержимого.

Только теперь стало ясно, какое видное место занимает этот американец в истории паровой техники. В свое время его объявили больным «паровой болезнью», и ничего, кроме смеха и сожаления, он не вызывал у соотечественников.

Об исключительном значении его работ не мог никто судить. Проекты Ивенса казались фантастическими — так далеко они шли впереди своего времени.

Машину высокого давления пара Ивенс спроектировал в 1787 году и тогда же взял на нее патент в компании с братьями жены. Машина предназначалась для мельниц.

На следующий год Ивенс начал хлопотать о выдаче ему патента на паровой локомотив для обыкновенных дорог. Тут уже изобретателя не только высмеяли — ему было отказано в выдаче патента, как сумасшедшему. Ивенс обратился в другие штаты. Но многие уже знали о сумасшедшем изобретателе. Запатентовать свою паровую повозку Ивенсу удалось только в штате Мериленд, куда еще не дошли слухи об одержимом «паровой болезнью» человеке.

Ни один из проектов Ивенса не был выполнен, так как изобретатель не имел средств. С большим трудом удалось ему построить паровой двигатель, но применения он не находил.

Всклоченный, неловкий человек с одутловатым лицом, носившийся с фантастическими проектами, не внушал никому доверия. Судьба всех его замыслов была одинакова, и чем энергичнее он защищал свои идеи, тем более фантастическими они казались. В те времена еще для многих дико и странно звучали речи Ивенса, когда он писал о своих проектах:

«Я не сомневаюсь, что мои машины будут гнать суда по реке Миссисипи против течения и двигать экипажи по дорогам на благо страны. Наступит время, когда в паровых экипажах можно будет передвигаться из города в город со скоростью птиц».



Куда бы и к кому бы ни обращался неугомонный американец со своими проектами, он нигде не получал помощи. Лишь однажды, в 1804 году, Ивенс в первый и последний раз имел некоторый успех. Администрация Филадельфийской гавани, нуждаясь в землечерпательной машине, поручила постройку ее Ивенсу.



*Ивенс, носившийся с фантастическими проектами, не внушал никому доверия.*

По оригинальности этой машины можно судить о конструкторском таланте Ивенса. Паровой двигатель очень высокого по тем временам давления пара — около десяти атмосфер — помещался в лодке, стоящей на колесах. Машина приводила в движение землечерпательное колесо. В то же время Ивенс связал двигатель канатной передачей с колесами, так что землечерпалка могла самостоятельно

двигаться и по воде и по суше. Изобретатель назвал ее «Амфибия».

Испытание парового чудища происходило на глазах у двадцати тысяч зрителей. Люди стояли по обеим сторонам дороги от города до реки. Некоторые приветствовали изобретателя, управлявшего машиной. Многие взирали на противоестественное явление с недоверием. Вероятно, один только Ивенс отдавал себе отчет в значении всего происходившего.

Газетный шум, поднятый вокруг машины и ее конструктора, сослужил Ивенсу большую службу. В следующем году ему удалось издать книгу: «Руководство машиностроителя». Эта книга, впоследствии переведенная во Франции, произвела большое впечатление новизною и убедительностью своих идей.

В книге опубликованы все проекты Ивенса, описаны все его опыты. Впоследствии отдельные конструкторы многое заимствовали от американского паротехника. Например, он рекомендовал для машин высокого давления пара особые прочные котлы из железа с внутренней жаровой трубой. Такие котлы получили впоследствии широкое распространение под названием «кэрнваллийских» котлов.

Говоря о применении своей машины для движения судов и экипажей, Ивенс мечтал о далеком будущем.

«Теперьешнее поколение, — писал он, — желает довольствоваться каналами, следующее отдаст предпочтение железным дорогам и лошадям, а их просвещенные потомки будут пользоваться моим автомобилем как самым совершенным способом передвижения!»

Успех «Амфибии» принес Ивенсу некоторые средства. Он вложил их в постройку собственных мастерских. За десять лет они выпустили полсотни паровых машин высокого давления.

Двигатели Ивенса устанавливали не на экипажах, а на мельницах и вновь строящихся в Америке заводах. И все-таки Ивенс не применял конденсатора, хотя к этому времени истек срок действия патентов Уатта. Машины работали на выхлоп, выбрасывая отработавший пар в воздух. Высокое давление пара Ивенс противопоставлял конденсации и, видимо, считал несовместимым одно с другим. Даже этот широко мыслящий технический ум не мог освободиться от влияния предвзятого и, конечно, бессознатель-

ного представления о том, что раз машина работает при высоком давлении пара, то и конденсатор ей ни к чему. Мысль о возможности применить здесь конденсатор не приходила в голову.

Конденсатор, конечно, был бы слишком громоздок для машин, устанавливаемых на повозке. Но, выпуская отработавший пар в конденсатор, мы увеличиваем мощность машины, не увеличивая нисколько давления пара в котле, не расходуя лишнего топлива. Ведь в конденсаторной машине при прочих равных условиях поршню и выходящему пару не приходится преодолевать естественного сопротивления воздуха. При равном давлении в котлах мощность конденсационной машины всегда будет выше мощности такой же машины без конденсатора.

Впоследствии, повышая шаг за шагом давление пара в своих машинах, Уатт естественным путем пришел к сочетанию в одной машине высокого давления пара и конденсации. Но первые конструкторы машин высокого давления сами по себе не догадывались еще о полной возможности такого выгодного сочетания.

Ивенс в конструкцию своих машин внес много усовершенствований. Прежде всего он стал впускать пар не по одну только сторону поршня, а и по другую, попеременно через клапаны в нижней и верхней частях цилиндра. Клапаны действовали автоматически, через систему зубчатых колес и кулачков. Таким образом, в его машинах оба хода поршня стали рабочими и мощность машины повысилась без увеличения ее размеров.

Подобную же машину двойного действия, но не скланпаным, а золотниковым парораспределением, сконструировал и Уатт приблизительно в то же время. Работали оба изобретателя независимо друг от друга, но мысли их шли в одном направлении.

Любопытно, что так же оба они одинаково оказались жертвой своих привычных представлений. Ни Уатт, ни Ивенс не смогли отрешиться от коромысла, которое для новых машин не было нужно и бессмысленно усложняло конструкцию.

Призраком машины Ньюкомена тяготел над обоими конструкторами, так как оба они пришли к своим конструкциям, отправляясь от его водоотливной машины. Но для парового насоса Ньюкомена такое устройство было совер-

шенно естественным: коромысло заменило здесь грузовую веревку и блоки Папена, с тем чтобы изменить направление действия силы атмосферного давления сверху вниз на противоположное, нужное насосу, — снизу вверх.

Машины двойного действия и у Ивенса и у его английского товарища предназначались для прядильных и ткацких станков, для мельничных жерновов: всем им требовалось вращательное, а совсем не прямолинейно-возвратное движение. Но, как показал изобретатель всем известного токарного станка и точила, вращать колесо можно и непосредственно соединяя поршень с осью колеса через кривошип и шатун.

Зачем же нужно было коромысло, которое все-таки оставалось и у Ивенса в Америке и у Уатта в Англии? У машины Ивенса оно казалось еще более странным, так как это было одноплечее коромысло. Поршнем раскачивался рычаг, укрепленный на стойке, а рычаг через систему кривошипа вращал маховое колесо, от которого уже шел привод к исполнительной машине. Ивенс пренебрег тем, что конец коромысла, качаясь, чертит в воздухе кривую линию, вследствие чего жестко связанный с ним поршневой шток может вредно действовать на поршень. Он просто не занимался этим вопросом.

Вот какие причудливые противоречия могут одновременно существовать в самом светлом уме. Над смелой идеей тяготеет предвзятость другой, рядом с гениальным полетом мысли живет косное сознание. На преодоление привычного хода собственных мыслей иногда надо потратить больше умственных сил и душевной энергии, чем на борьбу с природой, несовершенством техники, малой прочностью материалов.

Ивенс все-таки положил основание строительству паровых двигателей в Соединенных Штатах Америки, хотя и не увидел при жизни осуществления многих своих замечательных идей.

Судьбу своих изобретений Ивенс описал, по обычаю того времени, в «Открытых письмах к американскому народу».

В одном из этих писем Ивенс рассказывает, что ему принадлежит восемьдесят различных изобретений, но он уничтожил их описание и чертежи, так как изобретательство не принесло ему ничего, кроме насмешек, несчастий

и преследования. Глупцы не понимали его, а предприниматели обкрадывали.

Ивенса действительно преследовали и люди и несчастья. В 1819 году мастерские его сгорели. Катастрофа сломила творческие силы изобретателя и приблизила его физическую смерть. Он умер в том же году.

После смерти Ивенса, хотя и не скоро, американский конгресс объявил его «благодетелем отечества» и «американским Уаттом». Это признание последовало уже под влиянием победоносного вторжения парового двигателя во все области промышленности и транспорта, когда восторжествовали идеи Ивенса, казавшиеся его современникам столь фантастическими.

Раньше всего идеи эти, естественно, восторжествовали в Англии, первой из стран, вступившей на путь промышленной революции.

## 5. ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ

### *Тр е в и т и к*

В те самые дни, когда в Англии строилась первая фабрика, впервые взглянул на свет Ричард Тревитик.

Промышленная революция возникла на его глазах и развивалась не без его участия.

Он родился в местечке Иллоган, в Корнуэльсе, 13 апреля 1771 года, но вырос в небольшом городке Кембрене. Сюда вскоре после рождения сына перешел на службу отец Тревитика, управлявший рудниками.

Ричард был пятым и последним ребенком в семье. Веселый, общительный и остроумный мальчишка нравился всем и больше всего родителям. Может быть, поэтому они отнеслись довольно снисходительно к тому, что Ричарда изгнали из школы «за непослушность, тупость и упрямство».

Мнению школьных педагогов родители юноши Тревитика не придали значения — они пригласили учителей продолжать обучение сына на дому. Но Ричард действительно оказался упрямым и непослушным. Домашние уроки были безуспешны, и в конце концов мальчика предоставили самому себе.

Больше всего ему нравилось проводить время на руднике около машин. Сыну управляющего не мешали знакомиться со всем, что его занимало. На его вопросы отвечали охотно и показывали все, что было под руками. И вот таким образом вместо отвлеченного курса школьных наук юноша прошел практическую школу на производстве. Производственная жизнь увлекла Ричарда больше, чем школа, она и определила навсегда его склонности и вкусы.

Особенное впечатление на тринадцатилетнего мальчугана произвело знакомство с инженером Вильямом Мердоком. Помощник Уатта приехал на рудники устанавливать машину, сделанную на заводе в Сохо. Как раз в это время, пользуясь свободным временем и отсутствием строгого надзора Уатта и Болтона, Мердок занимался постройкой небольшого самодвижущегося экипажа. Владельцы завода в Сохо неодобрительно относились к этим занятиям молодого конструктора, не входившим в круг его прямых обязанностей.

Тревитик принимал горячее участие в работах Мердока. Экипаж Мердока представлял собой паровую повозку оригинальной конструкции. На деревянных дрожках находился паровой котел с нижней топкой. От топки шла через весь котел жаровая труба, что усиливало и ускоряло паробразование. Коромысло машины было устроено так, что один конец его был прикреплен шарниром к неподвижной стойке, а другой приводился в качательное движение поршнем машины. Этот же конец коромысла через кривошипный механизм вращал колеса повозки. Третье, переднее колесо служило для поворотов. Мердок с маленьким Тревитиком испытывали повозку обычно поздно вечером, на пустынной дороге за городом, часто пугая прохожих своей «огненной машиной».

Юный Тревитик горячо привязался к своему новому другу. Он заинтересовался заводом в Сохо, где строились паровые машины, способные двигать повозку без лошадей. Мердоку было нетрудно устроить мальчика на работу в Сохо. Тревитик провел на заводе Болтона и Уатта несколько лет. Под руководством Мердока он прошел практический и теоретический курс паровой техники. Юноша обнаружил при этом невероятную трудоспособность и очень скоро сумел возместить недостаток своего образования. В Англии и до сих пор крупные заводы дают своим

ученикам аттестаты, равносильные дипломам инженеров и конструкторов. С таким аттестатом завода Уатта девятнадцатилетний юноша после смерти отца получил место инженера на одном из рудников в Корнуэльсе.

Молодой инженер поселился в Кемборне. Занимался он установкой и исправлением паровых машин, главным образом водоотливных. Теперь он уже не только знал машину, не только понимал ее устройство — он усвоил все тонкости процесса, в ней совершавшегося. Изобретательный ум его начал яростно сражаться с несовершенством паровых машин.

Крупнейшим недостатком водоотливных машин было тяжелое коромысло. Тревитик с изумительной ясностью понял недостаток подобной конструкции и заменил ее прямодействующим насосом. Новую водоотливную машину он построил совместно с механиком Буллем. Прямо над насосом изобретатели поставили опрокинутый паровой цилиндр и шток поршня насоса сделали продолжением штока поршня паровой машины. Эту простую и выгодную конструкцию заказчики приняли с восторгом. Но, как только слух о новых машинах дошел до Уатта и Болтона, Тревитику пришлось прекратить производство своих насосов. По решению суда, куда обратился Уатт, конструкция Тревитика была признана несамостоятельной и сам он был обвинен в нарушении патентов Уатта.

Тревитик не отказался от работы над паровыми машинами, но, наученный горьким опытом, он стал хранить свои идеи в полной тайне. Это продолжалось вплоть до 1800 года, когда наконец, к удовольствию «молодых людей без имени и денег», как называл Уатт новых изобретателей, окончился срок действия патента Уатта.

Молодой изобретатель мечтал построить паровой самодвижущийся экипаж, конечно более совершенный, чем тот, который пытался соорудить Мердок. Для такого экипажа нужна была машина без громоздкого конденсатора. Не слышав ничего об опытах Кюньо, но твердо зная, что пар при достаточно высоком давлении имеет огромный перевес перед давлением атмосферы, Тревитик занялся опытами с машиной высокого давления.

Для такой машины прежде всего нужны были достаточно прочный котел с хорошим парообразованием, материалы для цилиндра и поршня достаточной крепости, что-



*На одной из первых установок Тревитика произошел ужасный взрыв котла.*

бы выдержать давление пара, во много раз превышающее обычное. Опыты Тревитик производил дома, занавешивая двери и окна. Ему приходилось пользоваться услугами жены и друзей, исполнявших обязанности машинистов и кочегаров. Занятия грозили неприятностями, так как ежеминутно вся семья ждала взрыва котла.

Изобретатель перестал прятаться только тогда, когда взял патент на машину, совершенно законченную постройкой.

Патент он получил одновременно и на самодвижу-



щийся экипаж и на паровой двигатель высокого давления пара.

Двигатель Тревитика резко отличался от машины Уатта. Бросалось в глаза отсутствие коромысла и конденсатора. Паровой цилиндр помещался внутри котла. Шток поршня был соединен шатуном с кривошипом вала двигателя. Маховое колесо находилось над цилиндром.

За распространение своих машин Тревитику пришлось еще повоевать. Встречены они были недоброжелательно. Уатт отказался поверить в возможность пользоваться машинами Тревитика. Когда ему рассказали, что Тревитик доводит давление пара до семи-восьми атмосфер, он сказал:

— Тревитик может доводить давление хоть до четырнадцати атмосфер, но я никому не посоветую стоять при такой машине!

Точно в ответ на предостережение Уатта, в Гринвиче на одной из первых установок Тревитика произошел ужасный взрыв котла.

«Я нашел котел разорванным по всем направлениям, — писал Тревитик с места происшествия. — По-видимому, в момент взрыва машины давление было огромно. Кажется, машинист отправился ловить рыбу, поручив машину рабочему. Заметив, что работа идет как-то очень напряженно, тот остановил машину, но не освободил предохранительного клапана, который был закреплен наглухо. Взрыв произошел через несколько минут. Было убито три человека на месте, а еще один умер от ран».

Взрыв произошел по небрежности машиниста, но случаем не преминули воспользоваться противники Тревитика. Его конкуренты всячески стремились внушить недоверие к новому изобретению.

— Тревитика следовало бы повесить! — восклицал Уатт.

Тревитик не пал духом. Для безопасности своих машин он решил устанавливать в котле два предохранительных клапана. Один из них был устроен так, что оставался недоступным для машиниста. Но все-таки на некоторое время Тревитику пришлось отказаться от постройки машин с высоким давлением пара. Чтобы преодолеть недоверие, он занялся демонстрацией парового автомобиля.

Автомобиль Тревитик построил еще до того, как взял на него патент. Котел и машина помещались у него между большими задними колесами. От горизонтального цилиндра при помощи зубчатых колес, шатуна и кривошипа работа машины передавалась на ось. Этот паровой автомобиль мог вместить до десяти пассажиров. Двигался он со скоростью десяти километров в час.



*Тревитик появился на улицах Кемборна за рулем своего необычного экипажа.*

Автомобиль был готов в 1802 году. Тревитик появился на улицах Кемборна за рулем своего необычного экипажа и предложил прохожим составить ему компанию. Охотники нашлись. И вот впервые экипаж без лошадей и животных повез по улицам маленького городка пассажиров. На одной из улиц с крутым подъемом автомобиль должен был остановиться. Но по ровным дорогам карета катила, к полному удовольствию седоков, со страшным шумом и грохотом, испуская клубы дыма.

Поездки по отвратительным дорогам часто кончались поломками чугунных частей. Даже изобретательный ум Тревитика не нашел здесь выхода из положения. В довершение всего с автомобилем произошел несчастный случай.

Однажды, убрав в сарай свою «ходячую машину», Тревитик решил зайти в трактир подкрепить силы. Но он забыл погасить огонь в топке котла. Вода вся выкипела, котел накалился докрасна, и карета сгорела.

Надо сказать, что все свои несчастья Тревитик сносил довольно легко. Этот добродушный, веселый человек обладал не только огромной физической силой, но и большой душевной стойкостью. Тревитик мог служить живым доказательством истинности прописного изречения о том, что «в здоровом теле — здоровый дух». О его необычайной силе и добродушии свидетельствуют сохранившиеся в памяти кемборнцев воспоминания. Забавляя друзей, Тревитик вешал на большой палец гирию в полцентнера весом и мелом писал этой рукой на стене на уровне глаз свое имя. Если ему случалось вступать в борьбу с местными атлетами, он неизменно кончал ее тем, что переворачивал противника вниз головой и, приподняв вверх, отпечатывал его подошвами на потолке следы. При всем этом с его толстых губ не сходила улыбка, а голубые глаза сияли весельем.

После несчастья с автомобилем Тревитик построил вторую такую же повозку и отправил ее в Лондон. Покупателей на нее не нашлось. Изобретатель вложил в предприятие все свои средства, и ему пришлось думать уже не о славе, а о том, как бы избежать нищеты.

Тревитик видел, что успех его автомобиля связан всецело с наличием хороших проезжих дорог. Невозможность двигаться в этом экипаже по обычным тогдашним дорогам была главным доводом людей, отказавшихся от покупки автомобиля.

Что мог предпринять изобретатель при таком положении дела?

Обыкновенные проселочные дороги того времени действительно были ужасны. Английская промышленность пользовалась преимущественно речным транспортом. Потребность в путях сообщения повела к постройке многочисленных каналов. Над сооружением их работали виднейшие инженеры того времени, в том числе и Уатт.

Однако с развитием крупной промышленности появилась нужда и в сухопутных дорогах. Прежде всего они понадобились в копях и рудниках, где остро стал вопрос об уменьшении расходов на массовую перевозку руды и угля. Уже и раньше здесь прокладывали деревянные рельсы для вагонеток и деревянные настилы для телег. Впоследствии деревянные рельсы были заменены чугунными, и рельсовые дороги в виде подъездных и вывозных путей получили к началу XIX века уже значительное распространение. Изобретательный Трэвитик и решил поставить свою машину на удобные для движения железные дороги. Паровая повозка должна была заменить существовавшую на этих дорогах конную тягу; из автомобиля для пассажиров «ходячая машина» превратилась в локомотив, везущий за собой груженные телеги и вагонетки.

Политические события, однако, на время отвлекли Трэвитика от этого замысла. Упорная экономическая борьба, которую вела Англия с Францией, привела к открытой войне. Наполеон стал готовиться к нападению на Англию и энергично вооружал свой флот.

Правительство усиленно подогревало в стране патристические чувства англичан. Охваченный общим настроением, Трэвитик стал мечтать о таком изобретении, которое могло бы одним ударом покончить с врагом.

Проект, представленный им в министерство, был довольно прост. Трэвитик предлагал построить паровое судно, нагрузить его целиком взрывчатыми веществами и, введя в центр вражеского флота, взорвать. При этом, очевидно, должна была погибнуть и команда парохода. Но Трэвитик считал, что судно может вести один человек и с гибелью его можно примириться. В конце концов он предлагал послать его самого, если не найдется других добровольцев.

Одновременно Трэвитик предпринял и опыты с пробной установкой на барже, где машина высокого давления пара приводила в движение гребные колеса, расположенные по бокам судна.

Пока Трэвитик возился со своими опытами, угроза французского нашествия ослабела. Изобретатель не дождался никакого ответа на свой фантастический проект. Ему ничего не оставалось делать, как возвратиться к паровой машине для тяги на рельсовых дорогах.

Потребность в локомотиве при наличии развитых уже рельсовых путей была более настоятельной, чем потребность в автомобиле, для которого не было подходящих дорог. Поэтому новая идея Тревитика была встречена сочувственно, едва лишь он ее высказал владельцу железодельного завода Самуэлю Гомфрею. Гомфрей хорошо знал Тревитика и даже считался его компаньоном. Незадолго до этого Тревитик заложил ему свой патент на паровую машину, и Гомфрей получал деньги по этому патенту с лиц, строивших машины Тревитика. Несмотря на враждебное отношение к опасным машинам, они хотя и медленно, но все-таки внедрялись в промышленность благодаря меньшим размерам, чем машины Уатта, и большей мощности.

Гомфрей нуждался в дешевом способе тяги на подъездных заводских путях и поэтому охотно согласился произвести опыты с локомотивом. При этом он так верил в Тревитика, что предложил пари другому заводчику — Хиллу. Пари заключалось в том, что Гомфрей при помощи паровой машины перевезет по рельсам десять тонн железа от завода до пристани, на расстояние около десяти километров.

Не менее Гомфрея увлекающийся и азартный человек, Тревитик почувствовал себя кровно заинтересованным в успехе предприятия и налег на работу. Из конструктора он обратился в слесаря, литейщика и кузнеца.

21 февраля 1804 года состоялось испытание этого первого в мире паровоза.

Ранним утром Тревитик виряг своего огненного коня в пять сцепленных вагонов, груженных железом, посадив на них, кроме того, полсотни рабочих и любопытных. Локомотив шел со скоростью около восьми километров в час, преодолевая крутые повороты и значительные подъемы. К полному торжеству изобретателя, пассажиров и самого мистера Гомфрея, первый поезд благополучно пришел к пристани. Пари было выиграно.

Хилл не сразу, впрочем, уплатил пари. Он пытался уклониться от уплаты, ссылаясь на то, что железо было перевезено не по той дороге, о которой шла речь, и что старые рельсы были заменены новыми.

Паровоз работал около пяти месяцев. Он имел, разумеется, иную конструкцию, чем автомобиль, так как пред-

назначался для иной цели. На двухосной раме с четырьмя колесами Тревитик установил паровой котел, имевший одну жаровую трубу. Внутри котла, горизонтально над жаровой трубой, помещался рабочий цилиндр. Шток поршня далеко выдавался вперед и поддерживался кронштейном. Движение поршня передавалось колесам паровоза при помощи кривошипного механизма и системы зубчатых колес.

Владельца паровоза не удовлетворила работа самой машины. Конструкция оказалась непрочной. Паровоз часто ломал чугунные рельсы и выводил из строя подъездной путь. Гомфрей не считал выгодным приобретать новый паровоз, заменять рельсы более прочными и предпочел отказаться от паровой тяги. Паровоз был установлен на заводском дворе, и им стали пользоваться как стационарной паровой машиной.

Тревитику следовало бы самому вмешаться в дело и, найдя средство улучшить рельсовый путь, обеспечить практический успех своему изобретению. Это, вероятно, сделал бы на его месте всякий другой, чтобы спасти свое детище от печального конца. Но Тревитик строил новый паровоз в Ньюкестле, и у него не было желания убеждать Гомфрея.

Второй паровоз был построен в 1808 году. Тревитик решил, что нужно поднять престиж локомотива, и занялся пропагандой своей идеи. Он арендовал в Лондоне большую площадь, обнес ее забором, проложил там кольцо железной дороги и стал показывать свою машину за пять шиллингов. Желающие при этом могли прокатиться на паровозе.

Внешне новый паровоз значительно отличался от первых двух. Опыт показывал, что ни в маховом колесе, ни в зубчатой передаче не было надобности. Теперь шток поршня соединялся через кривошип непосредственно с задними ведущими колесами. Часть отработавшего пара Тревитик использовал для подогрева воды, питающей котел, а другую часть выпускал в дымовую трубу, что способствовало усилению тяги в топке.

В общем, машина имела солидный, спокойный и привлекательный вид.

Однако и эта «наиболее удивительная машина, когда-либо изобретенная», как называли паровоз Тревитика

газеты того времени, не оправдала надежд изобретателя. Ни покупателей, ни заказчиков не нашлось.

Друзья Тревитика охотно посещали выставку. Его двоюродная сестра, восхищенная быстротой езды, дала паровозу кличку: «Поймай меня, кто может!» Тревитик хотел устроить состязание между паровозом и лошадью на ближайших скачках и дал уже объявление в газеты, но после нескольких недель выставки случайно лопнул рельс, и машина опрокинулась.

«Так как мистер Тревитик, — поясняет очевидец, — истратил все свои средства на необходимые работы и сооружение забора и не имел чем покрыть текущие расходы, машина не была больше поставлена на рельсы».

Раздраженный недостаточным вниманием со стороны лондонской публики, вспыльчивый изобретатель продал на слом свой паровоз и дал себе слово никогда больше не возвращаться к этому делу.

Слово это было тем легче сдержать, что в это время голова неутомимого инженера была уже занята новой идеей. Он вздумал построить такой двигатель, который, как лошадь, можно было бы перегонять с одного места на другое и применять его всюду, где понадобится: в сельском хозяйстве, на земляных разработках, при рытье каналов, в горном деле.

На следующий год он предлагает военному министерству проект металлического судна с паровым двигателем. Ни то, ни другое не было принято, хотя Тревитик демонстрировал комиссии по изобретениям модель своего судна.

Не нашли сочувствия и другие предложения, вроде плавучего парового насоса для осушения болот, парового отопления, судового котла нового типа. Они казались то ненужными, то неосуществимыми, то слишком дорогими.

Лишь последнее, сделанное уже незадолго до смерти предложение неутомимого изобретателя имело некоторый успех. Это был проект огромной колонны в память реформ 1832 года, проведенных английским парламентом. Но это грандиозное сооружение Тревитик уже не смог осуществить: 22 апреля 1833 года он умер в захолустном городке Дартфорде, и его похоронили на «кладбище нищих», так что спустя много лет, когда выяснилась вся новаторская и удивительная по своей проникновенности деятельность Тревитика, англичане не могли уже найти могилу.

Ричард Тревитик принадлежал к людям, которым суждено пролагать новые пути в науке, технике или искусстве, чтобы по ним вслед за открывателем шли другие, с гораздо большим практическим и материальным успехом.

В руках этих людей, однако, оказались не только практический опыт и находки предшественников, но и теория теплового двигателя, предопределившая направление конструкторской мысли.

## 6. ИДЕАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

### *Карно*

В эпоху промышленной революции практический опыт шел далеко впереди научных знаний. Даже после того как паровые машины проникли во все области промышленности и транспорта, теоретические представления о том, что происходит в этих машинах, были очень неясными, смутными, а порой и вовсе неправильными.

Виднейший деятель французской революции, «организатор победы», как называют его французы, Лазарь Карно, инженер по образованию и ученый по своим склонностям, писал в одном сочинении:

«Какое количество ручной работы может быть сэкономлено, когда будут знать теорию тепла! Я имею все основания думать, что эта теория произведет изумительный переворот в промышленности».

Вопреки всеобщему увлечению практическими сведениями, Лазарь Карно оставался поклонником научного исследования, теоретических обобщений. Его «Опыт о машинах», посвященный вопросам прикладной техники, вышел в свет в 1783 году. Спустя сорок лет теорию тепловых явлений, которую он так страстно хотел знать, создал его гениальный сын.

Сади Карно, названный так отцом в честь знаменитого персидского поэта Саади, родился 1 июня 1796 года.

Первоначальное образование он получил дома под руководством отца, совмещавшего научную и общественную деятельность в течение всей своей жизни.

Такой учитель, конечно, не мог не развить в своем



младшем сыне склонности к точным наукам, хотя вообще круг предметов, которыми занимались отец и сын, отличался необыкновенной широтой.

В шестнадцать лет Сади Карно оказался прекрасно подготовленным для поступления в высшее учебное заведение. Отец отправил его в знаменитую Политехническую школу в Париже. Это было привилегированное училище: сюда могли поступать только дети французской аристократии.

Но известность школе составил превосходный подбор преподавателей, поставивших очень высоко научные занятия студентов.

Карно прошел в школе двухлетний курс. Восемнадцатилетним студентом он участвовал в обороне Парижа, когда в 1814 году союзные войска России, Англии, Пруссии и Австрии вторглись в пределы Франции, чтобы покончить с Наполеоном. Они заняли Париж; Наполеон подписал акт отречения от престола, а новый король, Людовик XVIII, брат казненного короля, заключил Парижский мир.

В это время Карно окончил школу с дипломом инженера и, не зная, куда деться, принял назначение в инженерные войска, где он рассчитывал иметь досуг, чтобы продолжать учиться. Свободного времени у военного инженера оказалось достаточно. По мирному договору с союзными войсками Франция отказалась от всех завоеванных территорий и наполеоновской империи. В границах старой монархии инженерным войскам нечего было сооружать, нечем было заниматься.

Пользуясь своим досугом, Сади Карно со страстью человека, ищущего забвения, предался занятиям математикой, химией, естественными науками, технологией и даже политической экономией. Этот юноша с прекрасным лицом, с вечно задумчивыми, устремленными куда-то карими глазами совсем не был похож на философа, а между тем больше всего на свете он любил размышлять о виденном и прочитанном. В мире практических дельцов, ученых-экспериментаторов и практиков-инженеров он нашел груды фактов, никем еще не разработанных, не приведенных в порядок, брошенных на ветер за ненужностью.

В те времена мало кто понимал, что цели человека только кажутся чуждыми природе, в действительности же

порождаются объективным миром, а техника потому и служит целям человека, что определяется законами природы.

Руководимый отцом в раннюю пору своего умственного развития, маленький Сади привык получать точные ответы на свои детские вопросы: зачем, почему и что это такое? Лазарь Карно дорожил любопытством ребенка, и он считал бы преступлением не удовлетворить его до конца. Нисколько того не желая, отец учил сына мыслить, направляя творческую его одаренность на обобщение всего видимого и слышанного, на поиски законов, управляющих самыми обыкновенными, всем знакомыми явлениями природы.

Если бы Лазарь Карно, подобно многим другим занятым людям, отвечал на каждый вопрос сына стереотипной фразой: «Не приставай, займись делом!» — наверное, ребенок вырос бы со склонностью к ручному труду, увлекся бы техникой и творческая способность его обратилась бы в конструкторский талант. Но благодаря особым обстоятельствам раннего детства Сади Карно вступил в мир взрослых с философской направленностью своего ума. Он продолжал, хотя и не вслух, упрямо задавать те же детские вопросы по поводу всего, что видел. Далеко не всегда он находил на них ответы в современной ему науке и тогда испытывал то тягостное чувство, которое овладевает нами, когда нарушается привычный уклад жизни.

Как инженер, Карно прежде всего столкнулся с торжественным пришествием в мир парового двигателя. Он хорошо изучил устройство машины и стремился узнать законы, которым она подчиняется.

Но так как никто толком не мог ничего сказать о законах, управляющих тепловыми явлениями, Карно сам стал искать их, размышляя над фактами, подмечая все практические мелочи в машинном отделении, в лаборатории, в мастерской.

Размышляя, он вовсе не ходил, насупив брови и наморщив лоб, из угла в угол по своему кабинету. Карно бессознательно строил свою жизнь так, чтобы объективный мир бесконечно широко и разносторонне отражался в его сознании. Можно подумать, что молодой инженер больше всего на свете боялся стать односторонним, узким специалистом.

В те времена — Карно жил в одно время с Байроном —

лучшие представители аристократической молодежи хорошо понимали пустоту и умственное убожество своей среды, но расстаться с этой средой не могли и часто вели ту же самую светскую жизнь с ее балами, визитами, празднествами, которую презирали и обличали. Внешне Карно жил обычной рассеянной жизнью светского человека. Он носил мундир военного инженера, имел много свободного времени и на досуге занимался всем, что приходило в голову. Огромный его ум и творческая способность не нашли практического приложения в жизни, но зато получили простор для отвлеченной, созерцательной работы.

Широта интересов юноши поражала всех окружающих: тонкий ценитель искусства — музыки, живописи, поэзии, — он увлекался естествознанием, математикой, физикой, технологией. Везде и всюду он поднимался до философских выводов и обобщений. И в то же время он оставался завсегдатаем театров и спортсменом. Способностями и разносторонностью своих интересов он удивлял сверстников.

Ничто не было чуждо этому юноше. Он проводил время среди старых политических друзей своего отца с таким же интересом, как среди музыкантов и поэтов. На научных докладах французских академиков или в машинном отделении промышленного предприятия он чувствовал себя так же на месте, как и в светской гостиной. Это был человек, с непостижимой легкостью проникавший во все области знания. Он искал дела по своим силам и не находил нигде трудностей, борьба с которыми могла бы его увлечь.

Пять лет Карно провел в полку. Затем он перешел на службу в Главный штаб, продолжая вести тот же образ жизни. Государственная служба не обещала в будущем ничего привлекательного. Карно вышел в отставку и уехал в Магдебург, к отцу, изгнанному из Франции декретом Людовика XVIII за участие в революции. Здесь было все то же: наука, искусство, музыка и спорт всех видов.

Спортом болезненный и слабый юноша хотел восстановить свое здоровье, обеспечить себе возможность работать и размышлять.

И вот здесь, в тихом имении своего отца, в обстановке, казалось бы такой далекой от производственной техники

и паровых машин, Карно привел в стройную систему все свои мысли о тепловых явлениях и записал их.

Через три года, вернувшись в Париж, Карно отдал в типографию написанную им тетрадку и заплатил деньги за ее напечатание. Так появилось на свет единственное и очень небольшое сочинение Карно: «Размышления



*Сади Карно.*

о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Вышла книга из печати в 1824 году.

Это сочинение молодого ученого так же удивительно, как и его автор. Оно остается и до сих пор исключительным по ценности и богатству мыслей, по необычайной ясности и простоте научного изложения. В ней нет ни математических формул, ни чертежей, но все выводы построены на опытном материале, известном в то время. Замечательно, что впоследствии, для того чтобы сделать доступными для круга ученых идеи Карно, математику Клапейрону пришлось облекать эти идеи в математическую форму. Тогда только ученый мир заметил сочинение

Карно, когда оно приобрело привычный вид ученого трактата.

Вероятно, Карно сделал свои выводы математическим путем в подготовительной стадии работы. Лишь потом он придал им простоту, ясность и законченность. В своей книге Карно рассматривает вопрос о «получении движения из тепла» в самой общей форме. Вопрос имел огромное значение в эпоху промышленного переворота в связи с распространением парового двигателя.

Размышления Карно начинаются характеристикой паровых машин.

«Никто не может сомневаться, — говорит Карно, — что теплота является причиной движения, что она обладает большой движущей силой: паровые машины, ныне столь распространенные, могут быть тому очевидным доказательством. Теплоте должны быть приписаны те колоссальные движения, которые поражают наш взгляд на земной поверхности: она вызывает движение воздуха, поднятие облаков, падение дождя и снега, заставляет течь потоки воды на поверхности земного шара, незначительную часть которых человек сумел применить в свою пользу. Наконец, землетрясения, вулканические извержения также имеют причину теплоту.

Из этих огромных резервуаров мы можем черпать механическую энергию, нужную для наших потребностей. Природа, всюду предоставляя горючий материал, дала нам возможность всегда и везде получать тепло, а стало быть, и механическую энергию. Развивать эту движущую силу и приспособлять ее для наших нужд — такова цель тепловых машин. Изучение этих машин чрезвычайно интересно, так как значение их весьма велико, а распространение их растет с каждым днем. По-видимому, им суждено произвести огромный переворот в цивилизованном мире. Тепловые машины уже обслуживают наши шахты, двигают наши корабли, углубляют гавани и реки, коуют железо, обрабатывают дерево, мелют зерно, ткуют и прядут наши ткани, перевозят самые тяжелые грузы. . . Со временем тепловая машина, должно быть, станет универсальным двигателем, который получит преимущество над силой животных, падающей воды и потоков воздуха. . . Она не только заменит имеющиеся теперь в употреблении двигатели удобным и мощным двигателем, который мож-

но будет всюду поставить, но и даст тем производствам, в которых она будет применена, быстрое развитие и даже создаст новые производства».

Переходя далее к прямым задачам своей работы, Карно отдает должное коллективу изобретателей, создавших паровую машину. Он указывает, однако, что, «несмотря на работы всякого рода, предпринятые в отношении паровых машин, несмотря даже на удовлетворительное состояние, в которое они теперь приведены, теория их весьма мало подвинута вперед и попытки улучшить их почти всегда руководились случаем».

«Часто поднимали вопрос, — говорит Карно дальше, — ограничена ли или бесконечна движущая сила тепла, существует ли определенная граница для возможных улучшений, граница, которую природа вещей мешает перешагнуть каким бы то ни было способом, или, напротив, возможны безграничные улучшения? Так же долго искали и теперь ищут, не существует ли агентов, предпочтительных водяному пару для развития движущей силы огня, не представляет ли, например, воздух в этом отношении большие преимущества? Мы ставим себе задачу подвергнуть все эти вопросы внимательному рассмотрению».

На эти основные вопросы и дает свои ответы Сади Карно. Они просты, кратки, ясны. Проникновение Карно в природу вещей, о которых он толкует, изумительно. Он говорит о тепловых двигателях вообще, хотя в его время не было никаких иных тепловых двигателей, кроме паровых. Он за полвека вперед предвидит не только возможность появления двигателей внутреннего сгорания, но указывает даже практический путь для их осуществления, тот самый путь, который через семьдесят лет привел инженера Рудольфа Дизеля к практическому успеху. Но прежде всего Карно излагает свою теорию тепловых двигателей и устанавливает основной закон науки о теплоте почти в тех же самых выражениях, в которых он формулируется и теперь, спустя сто лет.

«Во всех паровых машинах, — указывает Карно, — получение движения связано с одним обстоятельством, на которое нужно обратить особенное внимание: это восстановление теплового равновесия, переход тепла от тела с более высокой температурой к телу с менее высокой температурой».

Указывая на то, что работа теплового двигателя зависит от перепада температуры, Карно заключает: для получения в двигателе работы необходимо иметь два источника тепла разных температур.

«Чтобы получить движущую силу, — восклицает он, — недостаточно только производить теплоту, нужно иметь также и холод!»

И далее он устанавливает основной закон науки о теплоте, известный как «начало Карно»:

«Везде, где существует разность температуры, везде, где может быть произведено восстановление теплового равновесия, может быть получена движущая сила. Водяной пар есть только средство для получения движущей силы, но он не единственное средство: все тела природы могут быть употреблены для этой цели. Все тела способны изменять объем, сжиматься и расширяться под действием тепла и холода; все они способны преодолевать при изменении своего объема известные сопротивления и развигать таким образом движущую силу».

Для разрешения вопроса о том, зависит ли работа теплового двигателя от тела, посредством которого она совершается, Карно сравнивает два процесса: процесс перехода тепла от источника с высокой температурой к источнику с низкой температурой, в результате чего получается некоторое количество работы, и обратный процесс, когда тепло переходит от тела с низшей температурой к телу с высшей температурой в результате совершения некоторой работы.

И вот здесь Карно устанавливает обратимость тепловых процессов, лежащую в основе учения о теплоте.

Установив теоретическую обратимость тепловых явлений и необходимость иметь разницу в температурах для превращения теплоты в работу, Карно положил начало термодинамике — науке о тепловых явлениях. Термодинамика стала фундаментом теплотехники — науки, изучающей конструкцию и работу всех машин, превращающих теплоту в работу и работу в теплоту.

Возвращаясь к вопросу о том, зависит ли работа теплового двигателя от рабочего тела, посредством которого эта работа совершается, Карно отвечает:

«Количество работы, могущее быть полученным от затраты теплоты, не зависит от рабочего тела, при помощи

которого работа осуществляется. Это количество определяется только температурами тел, между которыми осуществляется в конечном счете перенос тепла».

После этого Карно разбирает вопрос о возможности применения в тепловых двигателях тех или иных рабочих тел. Он справедливо указывает, что наиболее выгодными телами могут быть только пары и газ, обладающие большой способностью к расширению, и устанавливает основные правила: температура рабочего тела должна быть в начале рабочего процесса возможно более высокой, чтобы получить возможно больший перепад тепла, а стало быть, и возможно большее количество работы, а охлаждение должно производиться до температуры возможно более низкой.

Относя эти правила к работе паровых двигателей, Карно указывает, что в них редко применяется давление пара выше шести атмосфер. Такое давление соответствует температуре в 160 градусов. Между тем температура конденсатора обычно равна 40 градусам. Разность температур, используемая в паровых двигателях, таким образом, не бывает больше 120 градусов.

Если бы возможно было использовать весь перепад тепла от температуры сгорания топлива, равной 1000 градусам, до температуры охлаждающей воды, равной 10 градусам, то этот перепад составлял бы почти 1000 градусов и, несмотря на всяческие потери, в двигателе при одном и том же количестве сожженного топлива было бы получено в несколько раз большее количество работы.

Этот военный инженер умел размышлять и теоретически совершенно правильно указывал путь развития тепловых двигателей: надо было стремиться для экономичности и мощности их к увеличению перепада тепла.

Тщательно исследуя процесс работы теплового двигателя, Карно излагает далее условия, в которых этот процесс должен происходить, и создает так называемый «цикл Карно». Двигатель, работающий по этой схеме, должен иметь коэффициент полезного действия в 70 процентов. Не ограничиваясь теоретическими рассуждениями, Карно здесь же указывает, как, по его мнению, можно осуществить этот тепловой двигатель.

Прежде всего он предлагает заменить водяной пар воздухом в качестве рабочего тела.



«Водяной пар, — пишет он, — может быть образован только в котле, в то время как воздух можно нагревать сгоранием, происходящим в нем самом. Этим можно избежать не только большой потери в количестве тепла, но и в его температуре. Чтобы дать возможность воздуху сильнее расширяться и расширением вызвать большее изменение температуры, надо его брать в сжатом виде. Его следовало бы сжать каким-либо способом, раньше чем нагревать...

Было бы лучше, как нам кажется, сжимать воздух воздушным насосом, а затем пропускать его через закрытую камеру сгорания, куда топливо вводилось бы постепенно небольшими порциями при помощи механизма, который легко было бы построить, затем предоставить этому газу действовать в цилиндре с поршнем и выпускать его в атмосферу или даже заставлять его проходить под паровым котлом для использования оставшейся в нем теплоты».

Небольшое сочинение Карно было написано задолго до того, как техника капиталистического хозяйства вплотную подошла к созданию максимально экономичного двигателя. Между тем Карно указывал не только путь к созданию двигателя внутреннего сгорания и путь к усовершенствованию парового двигателя, но даже высказал идею использования отработавших продуктов сгорания для нагревания котла.

Конечно, Карно предвидел все трудности осуществления двигателя, возникавшего в его воображении. Он писал в заключение:

«Употребление атмосферного воздуха для получения движущей силы тепла на практике представит огромные, но все же преодолимые трудности. Если их удастся победить, то воздух обнаружит большие преимущества перед паром».

Семьдесят лет спустя последователь Карно, немецкий инженер Рудольф Дизель, преодолел эти огромные трудности и создал двигатель, руководствуясь указаниями Карно. Но как раз потому, что учение французского инженера предвосхищало требования экономики задолго вперед, его сочинение и не обратило на себя никакого внимания при своем появлении.

Только спустя десять лет на него случайно напал ма-

тематик Клапейрон, только через двадцать лет идеи Карно были оценены английским физиком Вильямом Томсоном, и сочинение Карно получило признание в научных кругах. После того как перед техниками всех наций встала задача создания более совершенного двигателя, изобретатели и ученые все чаще и чаще стали обращаться к Карно, черпая в его небольшой книжке удивительные открытия.

Если до того конструкторы тепловых машин располагали только случайными наблюдениями, то теперь они имели в руках теорию тепловых явлений, открывавшую простор для практических выводов и заключений. История техники показывает, какую неопределимую помощь созданию тепловых двигателей и тепловых машин оказало сочинение Карно.

Карно напечатал свои «Размышления о движущей силе огня» и забыл о книге, ответив сам себе на интересовавший его вопрос.

Через два года он снова поступил на службу, но вскоре опять оставил ее. Он продолжал размышлять о многих вопросах, но странная и жестокая судьба постигла в это время самого Карно и его работы.

Весною 1832 года этот тридцатилетний человек заболел скарлатиной, чрезвычайно ослабившей его организм. Летом 1832 года он заразился холерой и 24 августа умер.

По правилам полагалось в целях борьбы с эпидемией сжигать все имущество больного, если оно находилось в соприкосновении с ним. Полиция сожгла заодно с одеждой и постелью Карно все его бумаги, тетради и рукописи.

Современники не имели никакого понятия о том, кого они хоронили и чьи рукописи подвергли уничтожению. Интересно, что как раз на своей родине Карно оставался неизвестным дольше всего.

О нем французы узнали впервые из речи одного оратора над могилой Томсона, когда тот напомнил, что знаменитый английский физик в своих лекциях говорил о Карно как о гениальном ученом.

Вильям Томсон и Рудольф Клаузиус, создавая современную термодинамику, дали впервые настоящую оценку сочинению Карно. Они указали, что Карно ввел в науку представления о круговых процессах, об их обратимости,

о разности температур, как о необходимом условии работы тепловых двигателей, о независимости их от рода рабочего тела. Все эти представления лежат в основе современной термодинамики и выдвигают их автора на одно из первых мест среди физиков.

В 1872 году брат Карно передал во Французскую академию наук случайно не сожженные черновые записи и заметки умершего. Из них выяснилось, что Карно смотрел на природу теплоты вовсе не так, как современные ему физики. Он записал для себя:

«Теплота есть не что иное, как механическая работа или, вернее, движение, изменившее свою форму. Это есть движение частиц тела. Везде, где имеется затрата работы, имеется также появление тепла в количестве, строго пропорциональном количеству затраченной работы. Обратное: всюду, где есть затрата тепла, есть в то же время производство механической работы».

Взгляд на теплоту как на своеобразную форму движения частиц тела или молекул положен физиками в основу современной термодинамики. Крупнейшее достижение физики прошлого века светлый гений Карно предвосхитил так же легко и просто, как предсказал он весь дальнейший путь развития тепловых машин.

Если Карно не опубликовал своих дальнейших размышлений о природе тепла, то, очевидно, только потому, что ему помешала смерть. Он хотел довести свои мысли до предельной простоты, точности и ясности.

Но дело не в этом. Важно, что Карно установил основные законы превращения теплоты в работу, превращения тепловой энергии в механическую и показал будущим строителям тепловых машин и двигателей, что возможно для техники и чего нельзя добиться практически.

Теорией тепловых явлений мастера энергетической техники воспользовались очень широко и к началу XX века создали целый ряд самых разнообразных тепловых двигателей.

Однако потребность промышленности и транспорта в движущей силе была так велика, так разнообразна, так неотложна, что одновременно с созданием тепловых двигателей энергетическая техника поставила на службу человеку и целый ряд других двигателей.

---



# ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ

## 1. ВОДЯНЫЕ КОЛЕСА

### *Ф р о л о в*

В 1817 году французское правительство основало в Сент-Этьенне Высшую школу горных наук. Когда состоялся первый набор учащихся, о школе знали очень мало. На первый курс поступило всего только восемь человек, преимущественно уроженцев Сент-Этьенна.

Среди этих восьми человек находился сын учителя математики Сент-Этьеннской гимназии Бенуа Фурнейрон. Он хорошо выдержал приемный экзамен, но с включением его в число принятых было немало хлопот: мальчик родился 1 ноября 1802 года и, таким образом, не имел даже полных пятнадцати лет. Только ссылаясь на способности Фурнейрона, экзаменаторам удалось добиться согласия дирекции на зачисление его в школу.

Администрация школы не имела поводов сожалеть о своем решении. Мальчик учился отлично. Но семеро товарищей Фурнейрона провели бы, вероятно, свои школьные годы веселее, если бы между ними не было этого способного, но не очень приятного юноши. Он был угрюм, вечно недоволен, ужасно обидчив, страшно самолюбив и к тому же обладал острым и злым языком. Маленькие глазки, большой нос, грубые черты лица, медвежья сила и медвежья неловкость делали его еще более неприятным.

Сам Фурнейрон мало страдал от своего одиночества в школе; он упорно занимался и нисколько не тяготился

отчуждением товарищей. Самолюбие толкало его стать первым в школе, а упрямство заставляло доводить до конца все свои предприятия.

Новая школа не имела точной программы. Даже не было определенной установки, кого, в сущности, она готовит: инженеров или техников, директоров горных промыслов или только мастеров. Все предоставлялось случаю, все зависело от самих учащихся и учителей. И если впоследствии Сент-Этьеннская школа завоевала репутацию первоклассного учебного заведения, то этим она была обязана подбору студентов первого выпуска и составу преподавателей. Среди них особое место занимал профессор Бурден.

Он читал студентам курс высшей математики и основы механики. Бурден, талантливый конструктор, к несчастью, не обладал практическим умом, настойчивостью, нужными для успешного осуществления даже гениальных идей. Бурден знал это и потому, может быть, предпочитал сеять свои идеи среди тех, кто с большим успехом мог бы их осуществить, нежели он сам.

Лектор он был блестящий. Свое изобретательское дарование он употреблял на то, чтобы конструировать всевозможные приборы для различных экспериментов, увлекавших учеников.

Некоторое увлечение Бурдена гидравликой, в частности водяными двигателями, в век пара казалось странным и старомодным. Это был «конек» учителя, с которого он уже не мог сойти, раз сев на него. Но надо сказать, что на самом деле в увлечении профессора Бурдена не было ничего смешного и тем более старомодного. Наоборот, оно показывало, что Бурден очень хорошо понимал запросы своего времени.

Несмотря на распространение парового двигателя, вододействующие колеса еще продолжали развиваться, главным образом в направлении увеличения их мощности.

В Англии, на родине Уатта, уже после его смерти, по проекту инженера Смита было сооружено водяное колесо — одно из самых больших в мире. Диаметр его равнялся двадцати одному метру. Колесо делало один оборот в минуту, и мощность его достигала двухсот лошадиных сил. Поставленный в устье реки Клайд, на которой когда-то

ловил рыбу маленький Уатт, этот железный гигант обслуживал бумагопрядильную фабрику.

Подобных же размеров водяное колесо англичане выстроили несколько позднее для откачивания воды из рудников на острове Мен. Оно приводило в движение штоки двух водяных насосов, поднимавших с глубины ста двадцати метров шесть кубических метров воды в минуту. Приводила в движение это колесо вода, собиравшаяся с горного кряжа в особые резервуары. Из резервуаров она подводилась к колесу подземными каналами, поднималась в башню и отсюда уже падала на колесо.

У нас на Нарвской мануфактуре мощность водяного колеса достигала 600 лошадиных сил.

Основной недостаток гидравлического двигателя заключается в его зависимости от наличия водяного потока. Промышленное предприятие должно располагаться возле реки, не считаясь с неудобствами, которые возникали от этого. Чтобы смягчить такую зависимость, приходилось строить иногда целые системы каналов, плотин, запруд, через которые вода из реки подавалась на промышленное предприятие.

Вододействующие колеса, как и ветряные мельницы, встречаются еще и сейчас в глухих уголках земного шара. При этом за две тысячи лет существования они не претерпели никаких существенных изменений. Изменялись лишь способ подведения к ним воды и материал, из которого они делались. В зависимости от способа подведения воды водяные колеса разделялись на подливные и наливные. Самые древние, подливные колеса ставились на реке так, что вода силою свободного течения действовала на нижние лопатки колеса. К наливному колесу вода подводилась сверху и работала своим весом, падая на лопатки. В зависимости от того, к какой части колеса подводилась вода, колеса назывались верхненаливными, средненаливными, заднебойными.

Разнообразие конструкций этих колес свидетельствует о том, что попытки найти наиболее выгодный способ использования водяного потока были основной заботой конструкторов в те времена, когда гидравлический двигатель был самым распространенным и почти единственным, если не считать ветряных мельниц, механическим двигателем.

В то же время не прекращались и попытки увеличить энергетическую эффективность водяных колес за счет их размеров и конструктивного совершенства.

История оставила нам немало рассказов о различных вододействующих установках, поражавших умы современников как своими размерами, так и остроумным устройством.

Наибольшую же известность получили русские гидромеханические сооружения на Урале и особенно — грандиозная гидросиловая установка Змеиногорского рудника на алтайских Колывано-Воскресенских заводах.

Об этой установке «Горный журнал», издававшийся в Петербурге, писал в 1827 году:

«Кто посещал Змеиногорский рудник, тот, конечно, с удовольствием осматривал производимые на оном работы, превышающие, кажется, силы человечества, и механические устройства, облегчающие труды рудокопателей при извлечении сокровищ из недр земных. Удивленный путешественник спросит невольно: кем устроены в глубоких хранинах земли сии огромные колеса, каких не существует ни в одном из российских рудников? Изобретатель сего механизма есть берг-гауптман 6-го класса Кузьма Дмитриевич Фролов».

С начала XVIII века русское правительство обращало особое внимание на необходимость усиленного развития горнозаводского дела. Поиски руд начались у нас еще до Петра, причем уже тогда «разведывателями» были охвачены районы и далекого Севера и Урала с Зауральем. В XVII веке были основаны у нас и первые «вододействуемые» чугунные и медеплавильные заводы. Правда, некоторые из предприятий XVII века оказались недолговечными, но часть железоделательных заводов, в том числе и все крупные, имевшие гидротехнические сооружения в виде водяных колес, сохранились до XVIII века, когда началась бурная деятельность Петра по развитию металлургии в России.

Железоделательная промышленность достигла особенного развития на Урале. Уральское железо конкурировало на европейском рынке с самым высококачественным шведским железом и вывозилось даже в Англию, шедшую впереди других стран в своем промышленном развитии.

Для приведения в движение различных горнозавод-

ских механизмов — «толчейных мельниц», измельчавших руду, воздуходувных мехов, водяных насосов — на Урале, на Алтае строились вододействующие колеса, принадлежащие к разряду гидравлических, то есть действующих водой, двигателей.

Гидравлические двигатели на Урале составляют славу товарища по школе и друга Ползунова — Кузьмы (Козьмы) Дмитриевича Фролова (1726—1800).

Так же как Ползунов, Фролов со школьного возраста, одновременно с изучением наук «словесных и арифметических» — геометрии, тригонометрии, механики и черчения, — непосредственно на производстве присматривался к делу и «руками по возможности применялся и о искусстве ремесла, в чем оное состоит, внятно уведомлялся и рассуждал: из чего лучше или хуже может быть».

Юноша был чрезвычайно привержен и к рассуждению и еще более к ручному труду. Он удивлял своих учителей способностью понимать с первого взгляда устройство машин и механизмов и «что потребно прибавлять или убавлять» во вновь проектируемом механизме для улучшения его работы. Однако, начав свою деятельность в качестве «горного ученика», Фролов не скоро стал собственно механиком. Первые тринадцать лет трудовой жизни, подобно Ползунову, он выполнял различные поручения горного начальства: то наблюдал за работами по промывке золота, то отправлялся для разведки новых рудных месторождений, причем иногда в очень отдаленные местности.

Этот человек высокого роста, с большой черной бородой, одетый в длиннополый, стеснявший движения кафтан, был похож на сказочного русского богатыря. Он строил на Алтае машины для промывки руды, спроектировал, построил и пустил в ход водяные толчейные мельницы, измельчавшие руду. В Барнауле Фролов сделал водяные колеса для кузнечного молота. За годы своей инженерной деятельности на Алтае Фролов осуществил множество самых разнообразных конструкций, составивших ему известность не только на Урале, но и в Петербурге, куда его вызывали для инженерных работ на Онеге.

И только в 1781 году, когда Кузьма Дмитриевич был назначен управляющим Змеиногорского рудника, самого старого и самого богатого драгоценными металлами, ему



предоставилась возможность начать перевооружение энергетического хозяйства рудника. Здесь он и проявил свой талант, изобретательность и ясное понимание необходимости увеличивать повсюду и всемерно мощность орудий производства для развития производительных сил страны.

Исключительно тяжелые условия работы в рудниках гнали отсюда крепостных людей. Никакими наказаниями, никакими угрозами невозможно было удерживать их: они предпочитали пытки и казнь медленному умиранию от непосильного труда.

С недостатком рабочей силы Фролов столкнулся как с основным бедствием, вступив в должность управляющего. Причин этого бедствия он не понимал и думал, что все дело только в технической отсталости.

Устройство гидравлических колес Фролов хорошо изучил, строя водяной двигатель для молота барнаульской заводской кузницы. Это было небольшое деревянное колесо с прямыми лопатками на ободе. Вода падала сверху по направляющему желобу на лопатки колеса, и силой удара воды колесо вращалось. Через колесный вал движение передавалось на рукоять молота, который то поднимался, то падал. Молот плющил железо на наковальне. Такое же колесо, только гораздо больших размеров, и задумал построить для откачивания воды на одной из шахт (Вознесенской) Змеиногорского рудника новый его управляющий.

В 1783 году машина была готова. Внутри Змеевой горы, в самой шахте, механик поставил огромное деревянное колесо с механизмом для приведения в действие насосов.

Колесо вращала вода реки Змеевки, пущенная по подземному каналу. Внизу шахты были установлены насосы, которые поднимали воду с глубины в 60 метров. Но глубина шахты доходила до 100 метров, следовательно до поверхности оставалось еще 40 метров. Фролов устроил на высоте 60 метров для слива поднимаемой насосами воды наклонную подземную трубу. По этой трубе вода самотеком уходила в другую реку, Корбалиху, уровень которой был ниже уровня Змеевки.

Рабочие прозвали эту машину «слоновой» за ее необычайную величину.

Хотя машина была и очень мощной, одной ее не хва-

гало для обслуживания всего рудника. Да к тому же она только откачивала воду, а руду из шахт по-прежнему выносили на спине. Этого допустить механик не мог.

Он понимал, что для увеличения производительности шахт нужны были новые машины, и принялся за составление проекта рудоподъемной машины.

Конечно, прежде чем взяться за новое дело, Кузьма Дмитриевич с пристальным вниманием начал изучать книги по механике, где имелись описания различных гидротехнических устройств. Книг таких тогда было мало, но они все-таки были. Нашлись они и в барнаульской библиотеке, которую отлично знал Ползунов.

Советуясь с другом своим по поводу прочитанного, руководствуясь отчасти и своим опытом, Фролов успешно справился с задачей. По его проекту в сарай, где стояла машина, был проведен желоб, по которому вода поступала из штольни, идущей от пруда. Желоб входил в деревянный ящик, называвшийся ларем. На дне этого ящика имелись три отверстия — «окна», закрывавшиеся каждое клапаном. Ящик устанавливался прямо над колесом, причем так, чтобы вода, пущенная из двух отверстий, падала как раз на его лопатки. Колесо машины было разделено по ширине обода на две равные части, то есть лопатки по колесу шли двумя параллельными рядами, но обращенные в противоположные стороны. Это нужно было для того, чтобы вращать колесо в ту или другую сторону. На валу колеса были накручены канаты, поднимавшие бадьи с рудой; при вращении вала они то сматывались, то наматывались, в зависимости от направления хода колеса. Третье отверстие на дне ларя открывали, когда нужно было колесо остановить. Вода поступала в ларь непрерывно; следовательно, когда колесо стояло, то есть когда оба отверстия для стока воды на лопатки были закрыты, необходимо было прибывающей воде дать сток, иначе она полилась бы через край. Для предупреждения этого и служил третий клапан. Через него вода выливалась мимо колеса в подземный канал, идущий к другой машине — водоотливной, стоящей на Екатерининской шахте.

Колесо необходимо было останавливать и на то время, пока поднятую бадью разгружали, а нижнюю, находившуюся на дне шахты, нагружали рудой. Тяжелое, намочшее колесо, конечно, не сразу останавливалось в силу



*Фролов установил на валу своей машины  
тормозное колесо без лопаток.*

инерции, и конструктор сделал на другом конце вала второе колесо, поменьше и уже без лопаток, приладив к нему тормозные колодки. Когда рабочее колесо требовалось остановить, нужно было только прижать эти колодки к ободу второго колеса. Делалось это специальными рычагами, и с торможением справлялся любой рабочий.

Из этого описания легко судить о конструктивной сложности машины и необычайной изобретательности русского механика.

Конечно, при постройке ее Фролову пришлось преодолеть немало трудностей, но ни одна из них не привела механика к разочарованию или к неверию в творческие силы своих помощников и свои собственные.

Испытания этого грандиозного сооружения дали превосходные результаты, и Кузьма Дмитриевич немедленно взялся за проектирование, а затем и строительство еще одной машины на той же Екатерининской шахте для откачивания воды из нижних выработок. Эта машина конструктивно была задумана еще смелее рудоподъемной. Колесо имело такие же гигантские размеры, как и на Вознесенской шахте. Оно было 15 метров в диаметре. Собрать такое колесо, да еще деревянное, поднять и насадить на вал представляло задачу трудную, требовавшую от строителя находчивости для борьбы с постоянно возникавшими затруднениями.

Колесо двигало поршни насосов, установленных глубоко на дне шахты в два ряда, по девять в каждом. Насосы переливали воду в корыта, стоявшие над ними, а из них верхние насосы перекачивали ее еще выше, в устроенные на этой высоте другие корыта. Вода поднималась, как по лестнице, со ступеньки на ступеньку. Такое устройство позволяло качать воду со стометровой глубины. Передача от колесного вала к поршням насосов была тоже очень сложной, причем сложность конструкции удваивалась от ее размеров и несовершенства дерева как машиностроительного материала.

Длинные тяги, идущие от кривошипа укрепленного на валу колеса, лежали на подвижных катушках на всем протяжении — от колеса до колодца с насосами. Кривошип, вращаясь по кругу, тянул всю цепь и вытягивал поршневые штоки насосов. Обратное движение происходило само собой: тяжелые шесты насосных приспособле-

ний тянули всю систему вниз силой собственного большого веса.

Четвертая машина, поставленная на Вознесенской шахте, была копией построенной в 1783 году. Она имела такое же гигантское колесо и устроена была почти так же, как и екатерининская.

Когда все водопроводящие каналы были прорыты, машины и вспомогательные механизмы установлены, началась постройка плотины, чтобы собрать достаточное количество воды для работы всех этих машин.

Чтобы запрудить реку Змеевку, поперек течения забили сваи, заплели их фашинами, а в промежутки навалили камень и землю. Плотина высотой в 23 метра, длиной 128 метров и шириной от 96 до 21 метра подняла воду и образовала пруд площадью в 6 квадратных километров. Это была серьезная гидротехническая задача, которую Фролов разрешил блестяще.

Через плотину были проложены две канавы с каменным дном и стенками: одна — чтобы спускать лишнюю воду весной или после больших дождей, с подъемными ставнями для запора воды, если понадобится. Через другую канаву вода шла непрерывно и служила для пуска воды на систему подземных каналов и желобов, подводивших воду к рабочим колесам машин.

В своем стремлении достигнуть предельной мощности Фролов построил самые большие в мире деревянные водяные колеса. Даже одно из чудес французского короля Людовика XIV — водяное колесо голландского архитектора Реннекена, подававшее воду в фонтаны Версальского парка, — уступало по величине и конструктивному совершенству змеиногорским сооружениям Фролова.

Поставленные на шахтах для разных производственных целей, водяные колеса Фролова имели диаметр, равный высоте нынешнего пятиэтажного дома. Как ни развито было на Руси плотничное дело, как ни велик был опыт строителей русских плотин и мельниц, нельзя не удивляться инженерному искусству и математической точности Фролова, сумевшего так рассчитать все части колеса, что оно не разваливалось на куски от собственной тяжести и от силы инерции во время работы. Поражали современников и все остальные части сооружения: насосы и приводы к ним, плотины и пруд.

Но дело не только в размерах и грандиозности сооружений Фролова, а в их конструктивном совершенстве, в необычайном умении русского механика использовать стихийную силу водного потока как источник энергии.

Повадки водяной стихии, свойства воды как силы Фролов знал, вероятно, как никто в мире. Он не ограничивался строительством водяных колес для нужд рудника. Для удовлетворения своей изобретательской страсти Кузьма Дмитриевич строил, например, водяные часы, где механизм приводился в движение водой, а показывали эти часы время с точностью маятниковых часов.

После смерти Ползунова Кузьма Дмитриевич с необычайным искусством исправил насосы в его машине.

Кузьма Дмитриевич до последних дней своей жизни гордился дружбой с великим русским теплотехником. По странной случайности, пережив на много лет своего друга, он умер в 1800 году в том же Барнауле, куда вызван был на заседание Горного совета.

Гидротехника на Урале развивалась и после Фролова. Именно благодаря высокому мастерству русских строителей гидравлические двигатели удерживались в России и много лет спустя после появления парового двигателя.

Все эти колеса были горизонтальными, то есть вал их располагался горизонтально. Значительно позднее появились водяные колеса с вертикально поставленным валом, колесо при этом лежало в воде.

История этих «лежачих колес» любопытна.

Установка водяного колеса, как само собой понятно, возможна только при наличии водного потока. Берега рек и речушек обычно находились во владениях помещиков, так что владелец мельницы должен был платить арендную плату за воду. Разумеется, он взыскивал ее, в свою очередь, с крестьян, привозивших на мельницу хлеб. Чаще всего сами помещики строили для окружного крестьянства большие мельницы и за помол брали значительную долю зерна.

Мельничная установка — дело несложное. С ним могли справиться и простые плотники. Однако крестьяне не имели средств строить собственные мельницы и должны были платить своим господам за помол зерном. Эти сборы за помол оказывались тягостными для земледельцев, и не мудрено, что они стремились как-нибудь обойти их. Мно-

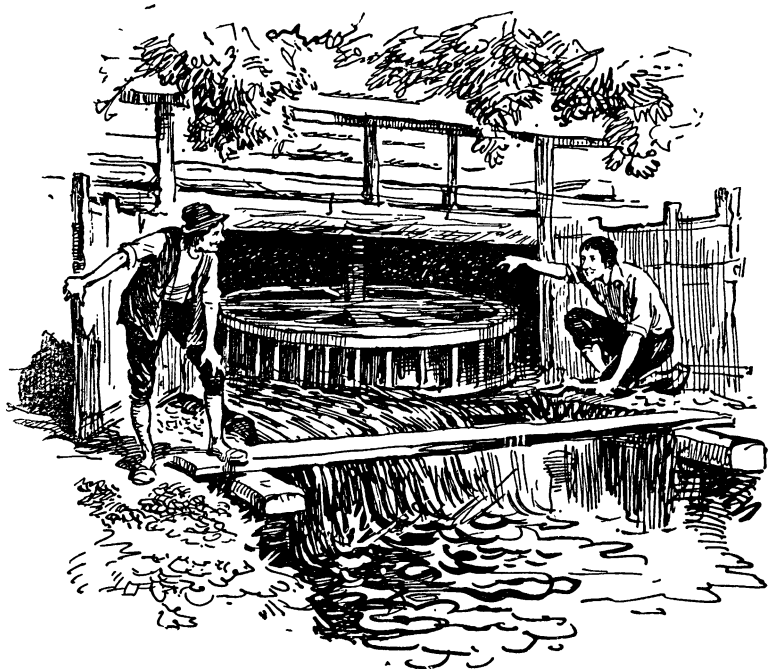
гие прибегали к ручным мельницам и ступкам, некоторые, пользуясь протекавшим где-нибудь ручейком, в укромном месте строили маленькие водяные мельницы. Именно стремление укрыть от господ свою установку и повели к поискам конструкции лежачего колеса, которое можно было бы спрятать и избежать передачи под прямым углом.

Лежачие колеса, несмотря на свои небольшие размеры, оказались конструктивно более совершенными и выгодными, чем обычные, и получили большое распространение во Франции. Образцом такого практическим путем найденного наиболее совершенного водяного колеса считалось колесо мельницы в Базакле. Лопастей этого колеса помещались в огромном деревянном цилиндре и находились на дне его, почти вплотную подходя к стенкам. Вода шла в цилиндр сверху. Равномерное давление всей массы воды на крутые лопасти колеса, установленного вертикально, и свободный сток воды через особую трубу обеспечивали сильный и равномерный ход мельницы. На верхнем конце колесного вала был насажен мельничный жернов.

Изобретение деревенских хитрецов имело большие преимущества перед громоздкими господскими водяными колесами, и оно сыграло известную роль не только в борьбе крестьян со своими угнетателями. Повсеместно распространенные, долго бывшие основными двигателями в народном хозяйстве, водяные колеса не раз привлекали внимание ученых. Путем теоретических размышлений математики и инженеры стремились найти способ увеличить скорость вращения водяных двигателей, облегчить их конструкцию и тем повысить их мощность.

Таким исследованием занимался венгр Сегнер. Он предложил новую конструкцию действующего водою колеса. В основу сегнерова колеса был положен принцип реакции вытекающей из сосуда воды, высказанный лет за двадцать до этого Даниилом Бернулли, основоположником гидравлики.

Сегнерово колесо представляет собой цилиндр, вращающийся на вертикальной оси. Внизу цилиндра имеются крестообразно расположенные трубки, из которых вытекает вода, подаваемая в цилиндр сверху. При вытекании воды прибор вращается в сторону, противоположную от-



*Изобретение деревенских хитрецов имело преимущества перед господскими водяными колесами.*

верстиям трубок. Колесо приводится в движение реактивной силой вытекающей воды, той самой реактивной силой, которая заставляет ракету взвиваться высоко вверх, когда из нее выбрасываются газы.

Дальнейшие исследования действия реактивной силы истекающей из сосуда жидкости были произведены знаменитым математиком, членом Петербургской Академии наук Леонардом Эйлером. Он дал усовершенствованную конструкцию реактивного колеса, замечательную тем, что здесь вода перед входом на вращающиеся ковши проходит через неподвижные трубки, придающие ей наивыгоднейшую скорость и направление. Эйлер создал, таким образом, направляющий аппарат, отделенный от рабочего колеса.

Всю эту историю развития вододействующих колес



профессор Бурден излагал перед своими слушателями со знанием дела и с увлечением. При этом он не упускал ни одного случая добавить:

«Водяной двигатель может и должен стать таким же совершенным, как паровая машина!»

Самым внимательным и способным учеником профессора Бурдена оказался Бенуа Фурнейрон.

Неуклюжий юноша с тяжелым характером, будучи студентом, не раз заменял своего учителя во время его отсутствия в качестве ассистента. Однако по окончании курса в 1819 году Фурнейрон был послан на практику в Крезе в качестве разведчика новых мест залегания угля. Он начал работать как горный инженер-геолог.

Фурнейрон и здесь проявил такие способности, что через год получил приглашение на разведочные работы в Алэ. Директор Сент-Этьеннской школы Бонье, внимательно следивший за карьерой бывших учеников, отлично знал об успехах Фурнейрона на практической работе. Бонье в это время закончил разработку проекта первой железнодорожной линии во Франции — между Сент-Этьеном и Андрезье. На разведочные работы для будущей линии он пригласил Фурнейрона. И с этим делом молодой инженер справился как нельзя лучше.

Таким образом, карьера Фурнейрона была очень далека от той области деятельности, к которой готовил его Бурден. Однако сам Фурнейрон мечтал о чем-нибудь более значительном, чем выполнение случайных и временных поручений. Ему нужно было дело большого размаха, которое он мог бы при своей настойчивости и изобретательности довести до полного конца.

В 1821 году Фурнейрон взялся организовать производство белой жести на одном металлургическом заводе. Дела этого он не знал, секрет производства тщательно сохранялся англичанами. Но Фурнейрон сам сконструировал прокатные станы и организовал производство. Конечно, ему пришлось заново изучить дело, предварительно произвести массу опытов.

Во время установки прокатных станов, приводившихся в движение обыкновенным водяным колесом, Фурнейрон и столкнулся наконец на практике с тем гидравлическим двигателем, историю которого так хорошо рассказывал профессор Бурден.

Тогда Фурнейрон понял, что увлечение его учителя было совсем не случайным.

Промышленная революция, начавшаяся в Англии, довольно быстро захватила все европейские страны. Вслед за прядильными и ткацкими станками, вслед за появлением множества вновь изобретенных рабочих машин в Англии появился двигатель Уатта. Он положил основание для крупной промышленности. Но даже и в самой Англии паровой двигатель не мог сразу вытеснить водяное колесо, не мог повсеместно его заменить. Для этого нужно было немало времени, труда, металла, средств.

Иначе обстояло дело во Франции. «Континентальная блокада», которую проводил Наполеон для изоляции Англии и подрыва ее торговли, привела к полному прекращению торговых сношений с Англией. Поэтому сюда, во Францию, новые станки, машины и паровой двигатель Уатта явились не скоро. Взоры французских предпринимателей были устремлены всецело на водяной двигатель, и не случайно, значит, именно во Франции больше всего появилось научных исследований, касавшихся вопроса об улучшении водяного колеса.

Кроме зависимости от наличия водного потока, в водяном колесе было множество других недостатков. Пользование им затруднялось зимой, при спаде воды. Водяное колесо было тихоходным, маломощным и громоздким двигателем.

Задача создания нового типа водяного двигателя, свободного от этих недостатков, была неотложной и совершенно очевидной. В то время как Фурнейрон еще только размышлял обо всем этом, старейшее французское «Общество поощрения национальной промышленности» решило объявить конкурс на проект водяного двигателя.

В качестве образца, из которого следовало исходить, общество указывало на водяное колесо мельницы в Базакле. За лучший проект назначалась премия в шесть тысяч франков. Модели следовало представить к 1 мая 1827 года.

Срок, предоставленный изобретателям, оказался недостаточным. Во всяком случае, этого времени не хватило цепетильному и требовательному Фурнейрону, чтобы закончить свои опыты со множеством построенных им моделей. Поэтому он в конкурсе не участвовал.

Представлены были в срок только два проекта. Один принадлежал голландскому механику Мари, другой — профессору Бурдену. Этот последний проект обратил на себя всеобщее внимание.

Профессор Бурден предложил совершенно оригинальную конструкцию водяного колеса, названного им «турбиной» — от латинского слова, означающего «вихрь». Турбина состояла из двух частей: рабочего колеса с лопатками и аппарата, направляющего воду на лопатки колеса. Рабочее колесо представляло собой диск, закрепленный на вертикальном валу, а вал проходил через трубу, установленную в центре направляющего аппарата. Направляющий аппарат, находившийся внутри рабочего колеса, имел шесть кривых вертикальных перегородок, образующих каналы. Они направляли воду на такие же кривые, но изогнутые в обратную сторону лопатки колеса. Вода должна была поступать сверху в цилиндрический резервуар над направляющим аппаратом, откуда, разбегаясь между его перегородками, устремлялась на лопатки рабочего колеса.

Бурден напал на замечательную идею, поместив направляющий аппарат внутри рабочего колеса. Однако при постройке модели ему не хватило практического опыта. И, когда турбину испытали на производственной работе, надежды, на нее возлагавшиеся, не оправдались.

Жюри конкурса выдало изобретателю треть премии и объявило вторичный конкурс, так как турбина Бурдена только приблизила решение проблемы, но не решала ее. Срок нового конкурса назначили на 1832 год.

На этот раз в нем принял участие и Фурнейрон.

## 2. ТУРБИНЫ

### *Фурнейрон*

Бурден знал о работах своего ученика, хотя Фурнейрон держал их в секрете. Из опытных моделей Фурнейрона одна — мощностью в шесть лошадиных сил — казалось, отвечала всем требованиям конкурса. Оставалось только разрешить задачу о регулировании ее хода. Разочарованный в собственной турбине, Бурден возлагал много надежд на турбину своего ученика и писал ему:

«Бодрость, храбрость, дорогой Фурнейрон! Заставьте только свою турбину хорошо вертеться, а я желаю вам удачи, успеха и триумфа за триумфом».

Сообщения Фурнейрона о дальнейших испытаниях модели заставляли Бурдена писать своему ученику в 1827 году:

«Пусть, по крайней мере, скажут, что если я не создал хороших турбин, то воспитал отличного механика, что еще лучше. Я же буду вам благодарен, если вы, не найдя в этом ничего противоречащего вашим интересам, заявите, что слушали мои лекции в Сент-Этьенне и что благодаря мне вы занялись этими опытами».

Между тем личные средства Фурнейрона быстро иссякли, а для продолжения опытов он нуждался в них более чем когда-нибудь. Изобретателю пришлось искать покровителя с деньгами. В Безансоне ему удалось заинтересовать своей турбиной владельца железодельного завода Карона. Карон заказал на пробу турбину мощностью в десять лошадиных сил для воздуходувных мехов домны.

В основе конструкции Фурнейрона лежало то же, что и у Бурдена: соединение в турбине отдельных частей — рабочего колеса и помещенного внутри него аппарата, направляющего поток воды. Но Фурнейрон разработал эту конструкцию с тем совершенством отдельных частей, которое только и могло обеспечить турбине полный успех.

Прежде всего Фурнейрон перешел на металл. Раньше, вплоть до Бурдена, для постройки турбин употреблялось исключительно дерево. Металлическая турбина Фурнейрона благодаря теоретически правильным представлениям конструктора и точному расчету поражала своими маленькими размерами. Десятисильная турбина, сделанная для Карона, была не больше винного бочонка. Никто при взгляде на нее не хотел верить, что эта машина при незначительном напоре водного потока может благодаря огромной скорости работать с мощностью в десятки лошадиных сил. Но Карон был удовлетворен поставленной на работу машиной Фурнейрона и заказал ему другую турбину, мощностью в пятьдесят лошадиных сил. И этот заказ Фурнейрон выполнил. Турбина была установлена на заводе в Фрезане. Диаметр ее был немного более полуметра, а делала она свыше двух тысяч оборотов в минуту. Изменение в силе напора воды почти не отражалось на работе

турбины. Она одинаково работала и на поверхности реки и погруженная на глубину.

В эту турбину Фурнейрон внес существенно важное устройство для регулирования скорости хода. Регулировался ход при помощи особых задвижек, находившихся в каналах направляющего аппарата. При перемещении их увеличивался или уменьшался приток воды на лопатки рабочего колеса. Соответственно ускорялась или замедлялась скорость хода.

Турбину, работавшую в Фрезане, Фурнейрон и представил на конкурс в 1832 году. На этот раз в конкурсе участвовало немало изобретателей. Но премию жюри единодушно присудило Фурнейрону. Кроме того, он получил золотую медаль общества.

Нельзя сказать, однако, что изобретатель сразу же был завален заказами. Потребовалось несколько лет, для того чтобы новые машины получили известность и сломили обычное недоверие ко всякому новшеству.

За эти годы Фурнейрон еще более усовершенствовал конструкцию турбины. Через пять лет он построил свою четвертую турбину — для мануфактурной фабрики в Сен-Блезе. Турбина развивала мощность в шестьдесят лошадиных сил, а размеры ее были просто игрушечными: диаметр рабочего колеса был не больше диаметра обыкновенной шляпы; весил двигатель всего семнадцать килограммов.

Успешные испытания этой турбины на фабрике сломили наконец недоверие заказчиков. Мастерская в Безансоне вскоре уже не могла справляться с заказами. Фурнейрон вошел в компанию с Нидерборнскими заводами и организовал там производство турбин.

Распространение турбин шло прекрасно, успех их возрастал. Медлительный, осторожный, расчетливый Фурнейрон работал не хуже, чем его турбины. Правда, у него не оставалось ни времени, ни охоты на то, чтобы устроить как-нибудь свою личную жизнь, но он копил деньги на нее с медвежьим упорством и медвежьей неторопливостью. Конечно, когда деньги были накоплены и улеглась деловая суета, Фурнейрон оказался слишком старым. Но так уж бывает со всеми людьми его типа, людьми слишком расчетливыми, слишком осторожными.

У Фурнейрона не было ни жены, ни детей, ни привя-

занностей, кроме сестры, у которой он жил. Впрочем, сам он не испытывал никаких неудобств от своего одиночества: с машинами было не меньше забот и хлопот, чем с самыми болтливыми друзьями и самыми любящими родственниками.



*Диаметр рабочего колеса турбины Фурнейрона был не больше диаметра обыкновенной шляпы.*

Турбины заинтересовали ученый мир. Виднейшие теоретики начали искать научные основы для дальнейшего развития гидравлического двигателя. Среди них был знаменитый математик и военный инженер Понселе. Отправившись с Наполеоном в поход на Россию, Понселе два года провел в русском плену. В Саратове, куда его выслали, Понселе написал самое важное свое сочинение, посвященное геометрии и содержащее много новых идей. Понселе и дал научную теорию работы Фурнейроновой турбины.

Теория, данная Понселе, превосходная конструкция

Фурнейрона и экономическая потребность в новом двигателе — все это повлекло за собой быстрое развитие турбостроения. Турбины новых конструкций появлялись одна за другой. Геншель из Касселя, Жонваль из Эльзаса, плотник Пелтон и инженер Френсис в Америке строили турбины разных типов. Из них наиболее выгодными оказались турбины Френсиса и Пелтона. Они и применяются в настоящее время наиболее широко: турбина Френсиса — для равнинных рек, с тихим течением, а турбина Пелтона — для горных рек, с большим напором воды.

Турбина Пелтона представляет собой колесо с ковшами, устроенными в виде двух сложенных ложек, разъединенных ребром пополам. Вода подводится к колесу двумя или тремя сильными струями; ударяясь о ребро каждого ковша, они разбиваются надвое и, стекая по стенкам ковша, оказывают на него сильное давление, заставляя все колесо вращаться с огромной скоростью.

В водяных колесах вода действует или своим весом, или ударом струи о лопатку колеса. Ударное действие струи используется также и в активных или свободно-струйных ковшовых турбинах. Действие же так называемых реактивных турбин основано на принципе, предложенном Сегнером и развитом Эйлером в стройную теорию. Эта теория легла в основу всех дальнейших конструктивных усовершенствований турбин, использующих реактивное действие потока воды, протекающей по каналам между лопатками рабочего колеса турбины.

Всего лишь тремя годами позже Фурнейрона, в начале 1837 года, в России, на Урале, плотинным мастером Алапаевских заводов Игнатием Егоровичем Сафоновым самостоятельно была построена первая в России, а по мощности самая крупная тогда водяная турбина. Установленная на Алапаевском металлургическом заводе, турбина эта выдержала все испытания и работала отлично. Вскоре Сафонов построил еще две такие же турбины — для Ирбитского и Нейво-Шайтанского заводов.

Колесо первой турбины еще имело детали, выполненные из дерева, но колеса двух следующих турбин были отлиты из чугуна.

Первые турбины Сафонова имели коэффициент полезного действия около 50 процентов. Это объяснялось тем, что лопатки, или «перья», как их тогда называли, рабо-

чего колеса не были закрыты сверху и снизу ободами и поэтому работали не всей своей длиной, а лишь частью: вода стекала с них, не дойдя до внешнего края.

Конструкция второй турбины была улучшена, и ее коэффициент полезного действия достигал 70 процентов.

По мощности турбина Сафонова превосходила турбины Фурнейрона: мощность алапаевской турбины составляла 36 лошадиных сил, а мощность нейво-шайтанской — 60 лошадиных сил.

Современные реактивные турбины основаны на том же принципе, что и турбины Фурнейрона и Сафонова, но имеют одно принципиальное отличие. В прежних конструкциях турбин вода подавалась в турбину в центре и протекала через лопатки рабочего колеса от центра к периферии. Впоследствии выяснилось, что движение от периферии к центру выгоднее. Оно дает возможность уменьшить размеры турбины и получить более высокий коэффициент полезного действия. Поэтому в современных реактивных турбинах вода подается в радиальном направлении и, пройдя через направляющий аппарат, меняет постепенно в рабочем колесе свое направление и уходит из него уже в осевом направлении. Отсюда они и получили свое название радиально-осевых турбин.

Успехи турбостроения могли бы вскружить любую голову. Но Фурнейрона они не радовали. Ему вдруг пришлось обороняться с двух сторон — и от своих последователей и от своих преследователей, без чего не обходится ни один житейский успех в капиталистическом обществе.

Последователей у Фурнейрона оказалось очень много. Они строили турбины, не считаясь с его патентами и не спрашивая у него разрешения. Иногда маленькие, но очень зоркие глазки Фурнейрона обнаруживали этих «пиратов индустрии», как он их называл, и тогда затевались долгие, но по большей части бесполезные суды. Суд часто приговаривал нарушителя привилегии к уплате такого огромного штрафа, что он не мог его выплатить. Дело кончалось тем, что ответчик, как это было в случае с неким Кюхлиным, становился приятелем истца, или тем, как это было с неким Шартром, что Фурнейрон брал свой иск обратно.

Преследователем Фурнейрона совершенно неожиданно оказался его старый учитель профессор Бурден.

Сначала он не очень ценил свою идею и для второго



конкурса построил турбину иной системы, где рабочее колесо помещалось под направляющим аппаратом. Но огромный успех турбин Фурнейрона напомнил ему, что ведь идея-то конструкции все-таки принадлежала ему, а не его славному ученику!

Впервые, когда Бурден ознакомился в Фрезане с турбиной Фурнейрона, он писал ему:

«Я видел вашу турбину и восхищен ею. Будет хорошо, чтобы я вторично подчеркнул, что если ученые и признают за мной некоторые заслуги в создании турбины, то надо все же признать и то, что без вас наша родина еще долго бы оставалась без этой удивительной машины».

Но вот восемь лет спустя после этого письма, в 1841 году, профессор Бурден решил выставить свою кандидатуру в члены Французской академии. Тут он на первое место поставил себе в заслугу изобретение турбины. Фурнейрон обиделся на своего учителя и представил в опровержение его утверждения письма самого Бурдена и мнение Понселе. На основании этих документов за Фурнейроном и было оставлено имя творца гидравлической турбины.

Впрочем, когда через год Фурнейрон сам баллотировался в члены академии, он также не получил большинства голосов. Неизвестно, как перенес свое поражение Бурден, но Фурнейрон возвратился в свой Безансон со сжатыми кулаками и решением, которому не изменил уже до конца жизни: никогда больше не заниматься научными работами и презирать всех академиков!

У него даже мелькнула мысль покончить навсегда с делами, купить усадьбу и пролежать в берлоге до конца жизни. Но затем он решил, что надо еще немного прикопить денег и чуть-чуть расширить дело, а тогда уже уйти на покой. Поэтому он основал новый завод в Шамбоне, с литейными мастерскими, и стал работать не только на Францию, но и на весь мир. Этот завод, существующий и до сих пор, начал выпускать улиткообразные трубы для подвода воды к турбине, а затем стал строить турбины с автоматическим регулятором — по принципу регуляторов Уатта.

Организовав производство, поставив на ноги завод, Фурнейрон переехал в Париж — может быть, с целью урвать наконец от жизни немного личного счастья. Но тут он втянулся в водоворот политической жизни и даже при-

нял участие в февральской революции 1848 года, когда парижане под грохот набата с факелами в руках двинулись во дворец, чтобы низвергнуть июльскую монархию.

Вступив в ряды Национальной гвардии, Фурнейрон, разумеется, не собирался воевать за социализм и коммунизм. Промышленная буржуазия, мелкая и средняя, нуждалась в свержении монархии для своих целей, и, как только республика была провозглашена, она постаралась занять побольше мест в Конституционном собрании для установления строя, открывавшего ей свободу действий.

Фурнейрон прошел в это Конституционное собрание кандидатом от Сент-Этьенна и деятельно поддерживал здесь политику мелких и средних промышленников, к которым сам принадлежал, но, после того как провалился на выборах в установленный конституцией Законодательный корпус, снова обиделся на людей и мрачно засел в своей сент-этьеннской берлоге.

Фурнейрон стал думать о создании паровой турбины, но при своей медлительности и расчетливости не успел в этой области предпринять конкретные шаги.

Перед смертью он рассказал о неосуществленных замыслах сестре, заметив с горечью:

— Если бы я мог довести до конца то, что начал... это произвело бы полный переворот в промышленности. Жаль, что это уже невозможно...

Деньги, накопленные за долгую расчетливую жизнь, надо было все-таки куда-то девать. Для братьев и сестры, с которыми следовало расплатиться за их привязанность и терпеливость, это было бы слишком много. Фурнейрон завещал часть денег на научные цели академии и Сент-Этьеннской горной школе, часть — другим научным обществам.

Вечером 8 июля 1867 года, не разгладив суровых морщин на лице, Фурнейрон умер.

Мастер гидравлической техники не ошибался, предчувствуя переворот в промышленности, развитию которой он так много содействовал. Но переворот этот был связан не с паровой турбиной, а с внедрением в промышленность электрического тока. В этом перевороте созданная Фурнейроном турбина сыграла огромную роль и получила новое значение, о котором Фурнейрон при жизни не мог и мечтать.

Незадолго до его смерти турбины Фурнейрона были установлены в тихом уголке Швейцарии, в Шафгаузене на Рейне.

Здесь испокон веков находилась вододействующая установка, считавшаяся образцовой. Мелкую промышленность Шафгаузена обслуживали несколько вододействующих колес, установленных на двух каналах, отведенных от Рейна, ниже знаменитого Рейнского водопада. Но колеса эти плохо справлялись с делом, а зимой 1857/58 года из-за спада воды и вовсе подвели кустарей, так что некоторые предприятия вынуждены были закрыться.

Это было обидно шафгаузенцам, тем более что рядом с ними находился даровой источник водной энергии неиссякаемой мощи в виде Рейнского водопада. И вот часовых дел мастер и фабрикант часов Генрих Мозер предложил своим согражданам осуществить смелое предприятие: плотиной запрудить Рейн, поставить на левом берегу здание и установить в нем три турбины Фурнейрона для обслуживания механической энергией всех предприятий Шафгаузена.

Старый Мозер пользовался большим влиянием, и сограждане согласились взяться за дело. Рейн запрудили, турбины поставили, а от вала, который они вращали, были устроены передачи не только на близлежащие фабрики, но и на другой берег Рейна — при помощи двух проволочных канатов.

Устройство канатных передач оказалось очень сложным, громоздким и довольно невыгодным делом. Однако благодаря турбинной установке в течение двух десятков лет Шафгаузен из тихого, провинциального городка превратился в значительный промышленный центр, а разросшиеся предприятия Генриха Мозера получили мировую известность.

Но истинный расцвет Шафгаузена как промышленного центра начался лишь после того, как вместо прежней установки на Рейне была сооружена гидроэлектростанция. Водяные турбины теперь стали вращать генераторы электрического тока, который по проводам пошел на все предприятия города. От этого тока стали работать электродвигатели, приводившие в движение станки и машины. Новый способ использования дешевой водной энергии и привел тихий Шафгаузен к необычайному расцвету.

В этой замене вододействующих колес турбинами, а турбин — турбогенераторами, в этом связанном с ними промышленном, экономическом и культурном росте Шафгаузена, как небо в капле воды, и отразилась вся история развития водяного двигателя и его нынешнее значение.

### 3. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

#### *Я н о б и*

Разнообразные проявления электричества и магнетизма известны людям очень давно. Об этом свидетельствуют даже названия их. Греки, например, приписывали открытие магнетизма мифическому пастуху, по имени Магнус, жившему неведомо как давно. Магнус будто бы однажды забрался со своими стадами на гору Иду и здесь познакомился с таинственной силой каких-то бурых камней, притянувших к себе гвозди его сандалий и железный наконечник посоха.

По имени пастуха загадочное явление, обнаруженное им, и получило у греков название «магнетизма».

Хорошо знали греки и о свойстве янтаря (по-гречески «электрона») притягивать мелкие частицы разных веществ, если его предварительно потереть о шерсть.

Однако в течение многих веков человечество не сдвинулось ни на шаг с места в изучении магнитных и электрических явлений, хотя и забавлялось ими. Куски магнитного железняка, имеющего вид бурых камней, весом в два-три килограмма, оправляли в бронзу и с таким естественным магнитом в руках проделывали всякие опыты. Магниты ценили, но пользоваться странной силой для практических целей не умели, если не считать введенного европейцами в мореплавание компаса. Впрочем, китайцы знали о нем еще раньше.

Но вот в конце XVIII века профессор медицины в Болонье Луиджи Гальвани, занимаясь своими опытами, столкнулся еще с одним явлением, загадочным и таинственным, получившим от его имени название «гальванизм».

Гальвани открыл не что иное, как явление движущегося электричества. Долгое время он так и назывался:

«гальванический ток», и лишь позже получил привычное для нас название «электрический ток».

Открытие Гальвани произвело огромное впечатление на ученых того времени, и многие стали изучать явление гальванизма. Среди них был и замечательный физик Александр Вольта.

Вольта нашел, что при химическом взаимодействии некоторых веществ и металлов появляется электрический ток. В 1800 году он построил так называемый «вольтов столб», состоявший из 20 пар медных и цинковых кружков, разделенных суконными кружками, смоченными соленой водой. В проволоке, соединяющей концы столба, появлялся довольно сильный электрический ток. Так был найден первый источник тока, причем источник, как видите, электрохимический. Подобные источники электрического тока, под названием «гальванические элементы», широко применяются и в настоящее время там, где нужен ток небольшой мощности.

В природе вообще, как открылось впоследствии, существует много различных источников электричества, но электрохимический был первым и довольно долгое время единственным, которым пользовались уже для практических целей. Как только найден был этот источник тока, так тотчас же изучение магнитных и электрических явлений пошло вперед гигантскими шагами.

Вольта построил свой «столб» в 1800 году, а уже в 1803 году профессор Медико-хирургической академии в Петербурге Василий Владимирович Петров издал обширный труд с подробным описанием произведенных им оригинальнейших опытов и сделанных открытий. Книга эта называлась «Известие о Гальвано-Волтовских опытах... посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков...». Самым замечательным открытием русского ученого было получение электрического света и белого пламени между двумя кусками древесного угля, от которого «темный покой достаточно ярко освещен быть может».

Василий Владимирович Петров, открывший явление вольтовой дуги, писал на русском языке, и сочинение его не было прочитано английскими патриотами, которые были убеждены, что открытие вольтовой дуги принадлежит их соотечественнику Гемфри Деви, наблюдавшему то

же явление десять лет спустя. Надо заметить, впрочем, что не только в Европе, но и в России Петрову, как хронологически, так и по своему значению непосредственно следующему за Ломоносовым, не было уделено должного внимания.

Он родился 8 июля 1761 года в семье священника города Обояни, Курской губернии, учился в духовном коллегииуме, откуда перешел в Петербургскую учительскую гимназию, где и занимался преимущественно физикой и математикой. Потребность в учителях для все возрастающего количества школ в те времена была очень велика. Петрова как выдающегося математика направили на службу в Барнаул — преподавать математику и физику ученикам Горной школы. Возвратившись в 1791 году в Петербург, Петров стал преподавателем Измайловского кадетского училища, а затем его перевели во Врачебное училище. Когда вскоре это училище было преобразовано в Медико-хирургическую академию, Петров был назначен профессором «физико-математики».

В блестящей образованности, показанной молодым профессором на пробных лекциях, был только один «пробел»: «природный россиянин», по его собственным словам, он не имел случая «пользоваться изустным учением иностранных профессоров физики». Но насколько он стоял вполне на уровне современной ему науки, показывают уже его первый труд «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений», вышедший в 1801 году, и в особенности последовавшее затем «Известие о Гальвано-Волтовских опытах...».

Петров был первым у нас организатором физических кабинетов. В конструировании различных приборов для физических и химических опытов он с успехом руководствовался тонким пониманием практических следствий новых научных данных. Открыв явление вольтовой дуги, он тут же предсказал и применение ее в технике не только для освещения, но и для сварки металлов и для выплавки их из руд.

Нисколько не сомневаясь в том, что инженерно-техническая мысль именно таким образом использует его открытие, Василий Владимирович писал в своей книге:

«Я надеюсь, что просвещенные и беспристрастные физики по крайней мере некогда согласятся отдать трудам

моим ту справедливость, которую важность сих последних опытов заслуживает».

Если идея использования электрического тока для практических целей явилась уму русского ученого почти одновременно с открытием вольтова столба, то для осуществления этих идей понадобилось еще немало научных открытий в области электромагнитных явлений.

О связи между магнитными и электрическими явлениями думал и Петров. Но установить эту связь выпало на долю датского физика Эрстеда. В 1820 году, готовясь, как обычно, к лекции, Эрстед обнаружил, что при протекании электрического тока вблизи стрелки компаса она отклоняется. Это «явление Эрстеда» сыграло огромную роль в развитии учения об электромагнитных явлениях. Из него выросла вся современная электротехника с ее динамо-машинами, электродвигателями, телеграфом, телефоном и электропоездами.

Для русской инженерно-технической мысли характерно, что в бурном развитии электротехники XIX века русские инженеры не только принимали деятельное участие, но и чаще всех выступали пионерами практического приложения новых открытий.

Так, узнав о «явлении Эрстеда», русский инженер Павел Львович Шиллинг построил первый в мире практически годный и применявшийся на деле телеграф.

Изучая «явление Эрстеда», в то же время известный французский ученый Араго нашел, что при помощи тока можно намагничивать сталь; а другой француз, Ампер, открыл взаимодействие электрических токов, выражающееся в их притяжении и отталкивании.

Говорят, что, узнав об открытиях Эрстеда, Араго и Ампера, великий английский ученый Майкл Фарадей положил себе в карман магнит и стал носить его с собой, чтобы он постоянно напоминал ему о новой задаче: «превратить магнетизм в электричество». Магнит Фарадею пришлось носить девять лет.

Благодаря трудам Стерджона, а затем Генри искусство превращать электричество в магнетизм сделало большие успехи. Новые электрические магниты представляли собой подковообразные стержни из мягкого железа, обмотанные изолированной медной проволокой, через которую пропускался электрический ток от какого-нибудь электрохими-

ческого источника. Электромагниты обладали способностью притягивать к себе груз, почти во сто раз более тяжелый, чем весили они сами. Электромагниты вызывали всеобщее удивление, но практического применения в технике не имели.

Наоборот, превращать магнетизм в электричество, к чему стремился Фарадей, удалось не сразу и далеко не так скоро. Только в 1831 году, после ряда разнообразнейших опытов и попыток, Фарадей сделал свое великое открытие. Он нашел, что если к металлу, являющемуся проводником тока, приближать и удалять от него магнит, то в проводнике возникает электрический ток. Фарадей брал катушку изолированной медной проволоки и быстро вводил в пустую сердцевину катушки магнитный стержень. При этом оказывалось, что в этот момент по проволоке проходил электрический ток. В момент удаления магнита из катушки по проволоке также проходил ток, но уже обратного направления. Разумеется, можно было поступать и наоборот: двигать катушку, а магнит оставлять неподвижным. Результат получался одинаковый.

Это удивительное явление, названное «магнитной индукцией», давало возможность превращать механическую энергию в электричество, получать электрический ток простым передвижением магнита возле замкнутого мотка изолированной медной проволоки.

Какая же могла быть особенная трудность в том, чтобы строить электрические машины, в которых двигающийся взад и вперед магнит вызывал бы появление в проволоке электрического тока?

Такие электрические машины стали появляться во множестве. Все они состояли из нескольких больших и сильных магнитов, между полюсами которых вращались катушки изолированной проволоки. В проволоках появлялись электрические токи, проходившие то в одном, то в другом, обратном, направлении. Их соединяли затем в один, большей мощности. Токи получались также то одного, то другого, обратного, направления. Такой переменный ток путем особого устройства, называемого «коммутатором», превращался в постоянный, одного направления.

Но заменить гальванические элементы, где ток получается электрохимическим путем, новые магнитоэлектрические машины не могли: ток они давали незначитель-



ной мощности и непостоянного напряжения, магниты нагревались.

Тем не менее никто уже не сомневался в том, что в мир вошла таинственная и могущественная сила и что далее последуют новые практические результаты огромного значения.

Очень рано стали думать о получении непрерывной движущей силы путем преобразования магнитной энергии в механическую. Ток, проходящий в обмотке железного стержня, делает его магнитом, и тогда он притягивает кусок железа, называемый в этом случае якорем. При включении тока магнитные свойства электромагнита исчезнут, и якорь отпадет, а при новом включении тока якорь опять будет притянут. Таким образом, прерывая ток, можно получить постоянное прямое и обратное движение якоря, причем прерывание и замыкание легко поручить самому же току.

Двигателей с прямолинейно-возвратным движением, работающих силой магнитного притяжения, различными изобретателями было сооружено довольно много. Конструктивно все эти модели копировали паровую машину.

Прямолинейно-возвратное движение в магнитных двигателях преобразовывалось во вращательное движение колеса при помощи кривошипа. Однако никакого практического применения они себе не нашли и остались лабораторными приборами для демонстрации электромагнитных явлений.

Одновременно с этими магнитными машинами появилось немало и «электрических вертушек», как их тогда называли, где получалось непосредственно вращательное движение магнита. Вертушки состояли из неподвижного электромагнита и помещаемого над ним вращающегося магнита. Как только в подковообразный электромагнит пропускался прерывающийся ток из гальванической батареи, так тотчас перемещающийся от полюса к полюсу магнит начинал вращаться с большой скоростью. Беспомощные сами по себе, эти приборы, однако, сыграли большую роль в развитии наших знаний об электромагнетизме и явились предшественниками наших электродвигателей, приводимых в действие при помощи электрического тока.

Первым, кто подошел к этим вертушкам как энергетик,

кто увидел в них прототип электродвигателя, был русский ученый Борис Семенович Якоби (1801—1874).

В том немногом, несовершенном, почти игрушечном, чем располагала тогда едва зарождавшаяся электротехника, Якоби увидел элементы новой энергетики. Мысль о превращении электрических вертушек в электродвигатель захватила профессора архитектуры Дерптского университета.

Промышленная буржуазия, опираясь на паровой двигатель, создавала крупные фабрики и заводы. Для конкуренции с ними полукустарная мелкая промышленность более всего нуждалась в собственном механическом двигателе для своих небольших предприятий. Громоздкие паровые двигатели Уатта, требовавшие больших помещений и значительных средств, никак не могли удовлетворить кустарные мастерские, оружейные производства, типографии и множество мелких предприятий городской промышленности, снабжавших население иглами, булавками, нитками, кружевами, гвоздями. Подобные продукты производились уже механическим путем, на станках и машинах, но приводились эти станки в движение руками.

Потребность в небольшом, легком, удобном двигателе, мощностью хотя бы в две-три лошадиных силы, была настолько велика и неотложна, что над созданием его трудились многие изобретатели. Одним из них и был Якоби.

Якоби верил, что задача создания электродвигателя может быть уже решена при тогдашнем состоянии техники. Подобного же взгляда держался и Фарадей, как это видно из его письма к Якоби.

В 1834 году Якоби представил описание своей электродвигательной машины Парижской академии наук, а вместе с тем попытался заинтересовать электродвигателем и русское правительство.

Развитие промышленно-капиталистических отношений в России вынудило царское правительство, уступая требованиям времени, открыть в течение одного столетия Технологический институт в Петербурге, Высшее техническое училище в Москве, Политехнический институт в Киеве. Поэтому Якоби со своей обширной докладной запиской «О применении электромагнитного возбуждения железа для движения машин» обратился к тогдашнему министру просвещения Уварову.

Изложив историю учения об электромагнетизме, Якоби в своей записке подробно останавливается на преимуществах электродвигателя. В сравнении с паровым двигателем их было много: простота и легкость движущегося механизма; отсутствие многих трущихся частей, вследствие чего двигатель почти не подвергается изнашиванию; наличие непосредственного вращательного движения; бесшумность, отсутствие толчков и тряски; полная безопасность и, наконец, дешевизна вследствие уменьшения расходов по эксплуатации.

Сконструированный Якоби двигатель отличался действительно простотой и легкостью. Он состоял из двух систем электромагнитов, из которых одна вращалась, другая была неподвижной.

«Аппарат состоит, — писал изобретатель, — из двух групп по восемь стержней мягкого железа. Обе группы стержней располагаются на двух дисках под прямым к ним углом и симметрично одна по отношению к другой таким образом, чтобы полюсы приходились один против другого. Один из дисков вращается вокруг некоторой оси, благодаря чему группа подвижных стержней проходит мимо группы неподвижных на возможно близком расстоянии от них. Все шестнадцать стержней обмотаны медной проволокой. Концы обмоток соединяются с полюсами гальванической батареи. Масса вращающейся части машины дает весьма значительную живую силу».

Двигатель Якоби благодаря удачно сконструированному коммутатору, осуществлявшему быструю перемену полюсов, работал настолько удовлетворительно, что изобретатель предлагал его использовать для практической работы, на первый раз применив для движения гребного винта судна.

В заключение своей обширной докладной записки Якоби писал:

«Когда я, следуя почетному приглашению, переходил в здепний университет, я не думал о тех стесненных обстоятельствах, в которые буду временно поставлен... Не могу скрыть, что я ставлю себе в упрек то обстоятельство, что с просьбой о поддержке я обратился только теперь, но это вызвано желанием посвятить все свое время и всю свою энергию этому делу именно теперь, когда не остается больше никаких сомнений в успехе задуманного, и не

только для того, чтобы не отказываться от своих прежних трудов, но и для того, чтобы отечество не лишилось славы сказать, что Нева раньше Темзы или Тибра покрывалась судами с магнитными двигателями».

В 1837 году в Петербурге была создана «Комиссия для



*Якоби повторил опыт, заменив медный электрод гравированной медной пластинкой.*

приложения электромагнетизма к движению судов по способу профессора Якоби», под председательством адмирала Крузенштерна, известного путешественника. Царь согласился и на отпуск средств изобретателю для постройки электромагнитного бота.

Одновременно Борис Семенович в качестве адъюнкта Академии наук был переведен в Петербург, где с величайшим воодушевлением принялся за осуществление своего электромагнитного бота.

Конечно, сам изобретатель отлично понимал, что электродвигатель останется бесполезной вертушкой, если для питания его не найдется дешевого и мощного источника электрической энергии. Так как известные к этому времени магнитоэлектрические машины не оправдали возлагавшихся на них надежд, то Якоби, естественно, обратился к старым гальваническим элементам, соединяемым в батареи, где электрический ток возникает при происходящем здесь электрохимическом процессе.

В то время уже существовало довольно много разных гальванических элементов, и Якоби стал искать среди них самый выгодный. Когда они были все перепробованы и оказались мало подходящими, ученый принялся сам испытывать различные вещества, чтобы найти наиболее дешево обходящийся процесс.

Однажды он испробовал в батарее раствор медного купороса с медным же электродом и совершенно неожиданно сделал открытие, стяжавшее ему мировую известность: из раствора на электроде выделилась химически чистая металлическая медь, причем на полученной таким способом меди повторились с замечательной точностью все очертания и углубления, бывшие на поверхности электрода, как будто бы это был его собственный отпечаток.

Стоит подробнее рассказать о том, как это все произошло.

Зайдя утром в лабораторию, прежде чем отправиться на занятия со студентами, Борис Семенович, переходя от одной испытываемой батареи к другой, с недоумением остановился перед батареей с раствором медного купороса. Осторожно, чтобы не запачкать своего форменного сюртука с золочеными пуговицами, он наклонился над стеклянным ящиком и стал разглядывать медный электрод. Он казался двойным, точно склепанным из двух листов меди.

Не подозревая, что имеет дело с совершенно новым явлением, Якоби решил, что электрод был склепан из двух медных листов и просто раздвоился от действия раствора. Ученый только возмутился небрежностью рабочего, которому было поручено изготовление электрода.

Покачав головой и оставив разговор с рабочим до вечернего посещения лаборатории, Борис Семенович, как всегда, провел свой день в занятиях, и мысли его были

очень далеки от странного явления, замеченного им в лаборатории. Ему просто не пришло в голову искать причину раздвоения медного электрода в чем-нибудь ином, кроме как в дурной работе мастера.

Якоби был человек требовательный и вечером, вызвав рабочего, стал его бранить.

«До сих пор, — признавался Якоби впоследствии, — я не могу понять, каким образом, глядя на этот слой меди, я мог сомневаться в его происхождении и допускал, что он образовался от дурного плющения меди или что рабочий, не имея достаточно толстых листов, умышленно сдвоил их. Повинуясь первому влечению чувства, я призвал его и стал упрекать за дурное исполнение поручения, но энергичные возражения с его стороны навели меня на мысль, что спор можно разрешить, тщательно сравнив соприкасающиеся поверхности. Начав это исследование, я заметил почти микроскопические оттиски малейших шероховатостей и царапин, причем выпуклостям на одном диске соответствовали углубления на другом».

Якоби повторил опыт, заменив медный электрод гравированной медной пластинкой, и через несколько дней получил с нее медную копию такой точности, которая не могла быть достигнута никаким иным способом.

«В результате тщательных исследований и появилась гальванопластика», — заключает свой рассказ Борис Семенович Якоби.

Гальванопластический снимок Якоби представил Петербургской Академии наук в октябре 1853 года вместе со своим докладом о сделанном им открытии. Доклад назывался «Гальванопластика, или способ по данным образцам производить изделия из медных растворов с помощью гальванического тока».

Правительство выдало Якоби солидную премию в 25 тысяч рублей за сделанное им открытие. Благодарный изобретатель при опубликовании своей работы о гальванопластике счел нужным подчеркнуть, что «гальванопластика исключительно принадлежит России: здесь она получила свое начало и образование».

Открытие гальванопластики положило начало новой отрасли промышленности. При помощи гальванического элемента стали не только получать медные копии, но также золотить и серебрить разные металлические изделия.

Сам Якоби не принимал никакого участия в промышленном использовании своего изобретения. Он был добродушный, веселый, прямой человек и постеснялся даже взять патент на свою гальванопластику, раз она сама далась ему в руки, без всякого намерения найти или открыть что-либо подобное.

Этому великому добродушному ученому мы и обязаны тем, что он честно и искренне рассказал все происшедшее в его лаборатории.

Восстановить творческую историю того или другого открытия или изобретения всегда очень трудно, а часто и просто невозможно, потому что многие ученые, исследователи и изобретатели не обладали добродушием Бориса Семеновича Якоби и не любили вводить других в свою творческую лабораторию.

Предоставив практическим людям извлекать доходы из своего случайного открытия, Якоби всецело занялся изготовлением электродвигателя для электромагнитного бота. Этот знаменитый бот был спущен на Неву в 1839 году. На дне шлюпки помещалось триста двадцать медноцинковых элементов. Током их питался электродвигатель системы Якоби. Электродвигатель непосредственно соединялся с двумя гребными колесами. Мощность электродвигателя равнялась примерно одной лошадиной силе.

Первые опытные плавания сулили успех. И вот, посадив в свой электромагнитный бот двенадцать пассажиров, главным образом членов комиссии, изобретатель предпринял довольно большое путешествие по Неве против течения. Сначала все шло отлично, но огромного количества элементов, загружавших лодку, все-таки не хватило на слишком долгий путь. Бот прошел около сорока километров, когда элементы начали иссякать, и Якоби повернул обратно.

Члены комиссии в своем отзыве по поводу электромагнитного бота справедливо заключили, что опыты Якоби более содействуют познанию загадочных явлений электромагнетизма, нежели решают вопрос об извлечении из них практической пользы.

Действительно, при всех достоинствах электродвигателя практическое применение его наталкивалось на непригодность для производственных целей существующих источников тока: гальванические элементы действовали



*Электромагнитный бот Якоби на Неве.*

недолго. Впоследствии Якоби испробовал элементы Грове, заменив в них свинец цинком, но это не помогло делу, и в конце концов электромагнитный бот пришлось оставить.

Мечта о покрытой электромагнитными ботами Неве оказалась пока неосуществимой, но опыты с электродвигателем Якоби обогатили науку об электричестве целым рядом новых законов.

В дальнейшей истории электродвигателя исключительное значение имело впервые установленное в Петербурге академиком Э. Х. Ленцем тождество между электродвигателем и генератором электрического тока. Двигатель Якоби, приводимый в движение электрическим током, оказывается, превращался в генератор, в источник электрического тока, если его приводили в движение механической силой.

Так же как обратимость тепловых процессов повела мысль конструкторов далее, к созданию новых тепловых машин, так и обратимостью электромагнитных процессов изобретатели воспользовались для создания динамо-машин и электродвигателей современного типа.

Опыты Якоби и научно-теоретические исследования в области электричества имели существенное значение в истории русской и мировой электротехники.



Некоторое время Борис Семенович — уже действительный член Академии наук — занимался постройкой подземного телеграфа между Петербургом и Царским Селом, а затем, в 1849 году, пытался впервые в России устроить электрическое освещение на улицах Петербурга. Попытка не привела к успеху не столько из-за несовершенства первых лампочек, сколько опять-таки из-за отсутствия надежного источника электрической энергии, так как и для освещения в те времена пользовались гальваническими батареями.

Опыт показывал, что дальнейшее развитие электротехники тормозится отсутствием машинного генератора электрического тока. Естественно, что, не добившись толку от гальванических батарей, конструкторы продолжали работать над усовершенствованием магнитоэлектрических машин. Не вдруг и не легко, но в конце концов все же удалось обширной кооперации современников превратить эти машины в нужный промышленности электрогенератор и в удобный для нее электродвигатель.

#### 4. ВТОРИЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

##### *Кооперация современников*

Мощность магнитоэлектрических машин зависела главным образом от силы магнита, возбуждающего в катушках электрические токи. К усилению этих магнитов и стремились конструкторы. Однако многого они в этом направлении не добились.

Некоторый успех имел немецкий механик Эмиль Штерер. Он построил магнитоэлектрическую машину, конструктивно похожую на двигатель Якоби. Штерер установил по кругу три сложных стальных магнита, а против них расположил столько же электромагнитов, вращающихся на общей оси. Машина Штерера считалась наиболее сильной, и в 1844 году она употреблялась, между прочим, в германских театрах в качестве источника энергии для восходящего солнца в опере «Пророк».

Другое практическое применение нашла машина Нолле, установленная в 1849 году для освещения маяка.

Это была очень громоздкая машина. Приводил ее в действие паровой двигатель.

В магнитоэлектрические машины некоторое улучшение внес Вернер Сименс. Он предложил новую конструкцию вращающейся части, называемой якорем. Это название распространилось на катушки с их железным сердечником потому, что сердечники их имели вид якоря. Якорь Сименса состоял из железного цилиндра с двумя продольными желобами, в которых и помещалась проволока, намотанная по направлению оси цилиндра. Такой цилиндр лучше вращался, ближе подходил к магнитам, полнее ими окружался и давал более равномерный ток.

Все это было очень хорошо, но магнитоэлектрические машины нуждались не в отдельных улучшениях, а в решительной перестройке.

Основной порок этих машин заключался в следующем.

Во всех магнитоэлектрических машинах для усиления мощности тока приходилось брать большое количество массивных магнитов.

Увеличивая набор магнитов, конструкторы выигрывали немного. Машина резко увеличивалась в размерах, в весе, в стоимости, а сила магнитов повышалась в очень слабой степени. И, хотя всем было известно, что электромагниты обладают значительно большей силой, чем стальные магниты, никому не приходила в голову простая мысль — вместо слабосильной магнитной части машины поставить электромагнит. Конечно, для электромагнита нужен ток, но тут можно было пользоваться и гальванической батареей. Можно было бы получать его и от маленькой дополнительной магнитоэлектрической машины, приводимой в действие от того же двигателя. Технических трудностей тут не встречалось. Мысль о замене постоянных стальных магнитов электромагнитами, очевидно, так долго не появлялась лишь благодаря косности привычного мышления, благодаря предвзятости его.

Преодолея этот привычный взгляд на магнитоэлектрическую машину раньше всех английский инженер Уайльд из Манчестера. В 1866 году, весной, он построил обычную магнитоэлектрическую машину с якорем Сименса, но только неподвижные стальные магниты он заменил электромагнитом, получавшим ток от маленькой магнитоэлектрической машины старого типа.

Эта — теперь уже электромагнитная, а не магнито-электрическая — машина Уайльда оказалась несравненно более мощной, чем старые машины. Видевшим ее оставалось только удивляться, как это они сами не додумались до такой простой, удобной и выгодной конструкции. Машина Уайльда получила широкую известность среди электротехников.

Стоило Вернеру Сименсу взглянуть на новую конструкцию, как у него, естественно, возникла мысль о том, чтобы, воспользовавшись для возбуждения электромагнита током самой же машины, достигнуть того же эффекта еще проще. Не прибегая к теоретическому обсуждению вопроса, Сименс удалил меньшую магнитоэлектрическую машину, а провода якоря соединил с проводами электромагнита и таким образом ток, который мог возникнуть в якоре, направил в обмотку электромагнита.

Казалось необходимым перед пуском машины пропустить в якорь откуда-нибудь ток, но Сименс, конечно, знал, что в этом нет никакой надобности, так как в железном теле якоря всегда есть так называемый «остаточный магнетизм». Этого остаточного магнетизма оказалось достаточно для того, чтобы при вращении якоря в его проводах возникал электрический ток, хотя и очень слабый.

Отведя этот ток в обмотку электромагнита, Сименс усиливал его магнитность, хотя и в самой малой степени, уже при первых оборотах якоря. Но увеличение мощности электромагнита усиливает индукционные токи в якоре, идущие обратно в обмотку электромагнита, благодаря чему еще больше усиливается электромагнит и происходит теоретически неограниченное взаимное усиление электромагнита и индукционных токов. Сила тока возрастала тут от простого повышения скорости вращения якоря.

Опыты со своей динамо-электрической машиной без постоянных стальных магнитов Сименс закончил в декабре 1866 года. Он торопился заявить свои права на новую конструкцию.

Идею самовозбуждающегося электромагнитного генератора все предшествующее развитие электротехники подготовило настолько, а кооперация современников, работавших над той же задачей, была так обширна, что каждый день можно было ожидать появления точно таких же динамо-электрических машин.

Опасаясь прежде всего Уайльда, Сименс проявил исключительную энергию в постройке машины и принял все меры к тому, чтобы опередить других изобретателей.

Сделав свое открытие, что «при помощи одних катушек и мягкого железа можно превращать механическую энергию в электрический ток», он немедленно берет патент на машину с самовозбуждением и пишет брату Вильгельму Сименсу в Лондон:

«При правильной конструкции эффект должен быть поразительным. Эта идея легко осуществима и может открыты эру в области электромагнетизма. Машина будет готова через несколько дней. Сделай и ты изыскания, чтобы Уайльд, который также стоит близко у цели, не опередил нас. Магнитное электричество сделается дешевым, станет доступным и применимым для освещения, гальвано-металлургии и много другого».

Одновременно Сименс представляет в Берлинскую академию свой доклад о «динамо-электрическом принципе» в магнитоэлектрических машинах и такой же доклад высылает в Лондон брату для Королевского общества. Этот доклад 14 февраля 1867 года Вильгельм зачитывает на заседании общества, когда выясняется, что братья спешили не напрасно. На том же заседании с аналогичным сообщением выступил профессор Уитсон, который тут же продемонстрировал небольшую машину, им сконструированную.

Сименсы опередили Уайльда, но выступление Уитсона было для них неожиданным. Встревоженный Сименс рекомендовал брату в защиту его приоритета указать, что доклад Берлинской академии был представлен на месяц раньше и что Королевскому обществу доклад был вручен за две недели до заседания, на котором выступил Уитсон.

Несомненно, что Вернер Сименс был только одним из многих, кому пришла мысль о самовозбуждающемся генераторе электрического тока.

Его преимущество перед другими состояло в том, что он имел в своем распоряжении готовые мастерские с хорошим оборудованием и первоклассными рабочими, огромные связи в деловом мире и был неразборчив в средствах для достижения цели.

Вскоре якорь Сименса был заменен якорем другой формы, основанной на изобретении итальянца Пачинотти.

Еще в 1860 году Пачинотти построил магнитоэлектрическую машину, дававшую токи постоянной мощности и направления. Пачинотти взял вместо катушки кольцо из мягкого железа и обмотал его изолированной проволокой. Кольцо он вращал между полюсами магнитов. В одной половине такого кольцеобразного якоря ток шел по проволоке слева направо, а в другой, наоборот, — справа налево, а на кольце получались две точки с постоянным направлением тока.

Соединив эти точки вне машины проводником, Пачинотти получил в нем постоянный ток. К подобной же идее кольцеобразного якоря пришел десять лет спустя рабочий компании «Альянс» Грамм, независимо от Пачинотти, об изобретении которого все эти десять лет не знал никто, даже Сименс. В якоре Пачинотти — Грамма нагревания почти не происходило. Это изобретение далеко подвинуло вперед конструкцию генератора электрического тока.

Дальнейшее развитие конструкции генераторов электрического тока шло главным образом по пути увеличения их мощности.

Истинный переворот динамо-машина произвела во всей индустрии после того, как было использовано свойство обратимости электромагнитной машины: при питании динамо-машины электрическим током от постороннего источника она сама становится двигателем.

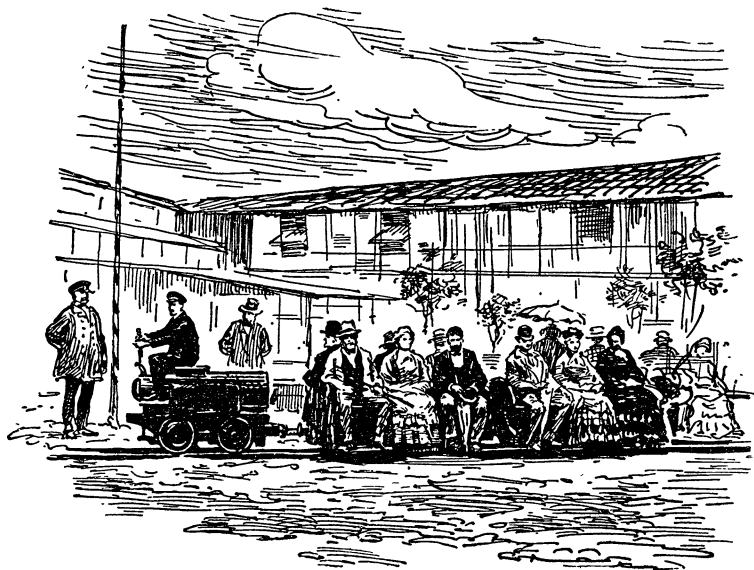
Таким образом, вместе с динамо-машиной был создан и электродвигатель.

Свойством обратимости динамо-машины Сименс воспользовался прежде всего для создания электрической тяги. После телеграфа и освещения это была третья область практического использования электрической энергии.

В 1879 году Сименс продемонстрировал на Берлинской промышленной выставке модель трамвайной линии, вернее — электровоза, тянувшего за собой три вагончика. Электродвигатель мощностью в 13 лошадиных сил, помещенный на четырехколесной тележке, работал непосредственно на движущую ось электровоза. Этот электрический поезд, рассчитанный на семьдесят восемь пассажиров, ходил по узкоколейному кругу длиной в триста метров, со скоростью около семи километров в час. Он пользовался большим успехом на выставке.

Электродвигатель питался током от провода, проложенного в рельсах дороги. Ток этот давала динамо-машина, вращаемая паровым двигателем на маленькой электростанции.

Демонстрация первого электровоза наглядно доказала, что электрический ток пригоден не только для тонкой



*Электropоезд Сименса пользовался большим успехом на выставке.*

работы включения и выключения, как это было на телеграфе, но вполне может выполнять и всякие другие функции, вплоть до самых «тяжелых работ» на транспорте.

Успех выставочной электрической дороги побудил фирму «Сименс и Гальске» закрепить за собой права на изобретение и начать постройку таких дорог в более широком масштабе. Вместе с тем фирма выпустила и свой первый рудничный электровоз, предназначенный для работы в коях.

Через десять лет была открыта для публики первая электрическая дорога, длиной около трех километров, в

Лихтерфельде, близ Берлина. Это был электрический трамвай с питанием током через рельсы. Электродвигатель помещался под полом вагона, между осями; колеса он вращал с помощью передачи в виде стального троса.

На обеих площадках вагона были установлены рычаги: один управлял обыкновенным механическим тормозом, а другой служил для управления электродвигателем, то есть скоростью хода и переменной прямого хода на обратный.

Дальнейшее развитие трамвая пошло в том же направлении, без существенных изменений конструкции. Лишь вместо неудобной проводки тока по рельсам электротяга перешла на воздушную проводку. Трамвай показал все преимущества электротяги, и вскоре началась электрификация железных дорог, сперва в туннелях и пригородных участках, а затем и на магистральных линиях.

Электротехника стала важнейшей областью промышленности, а электродвигатель занял виднейшее место в мировом хозяйстве, как вторичный двигатель.

Создание его, как мы видели из нашего беглого очерка, не было делом рук одного человека, как и других изобретений, хотя мы и приписываем их тому или другому лицу. На вторичном двигателе, однако, наиболее ярко сказывается основной закон, провозглашенный Марксом: «Всякое изобретение, всякое открытие, всякий научный труд является общим трудом. Он обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием работы предшественников».

С еще большей силой сказался этот закон на дальнейшем развитии и совершенствовании вторичного двигателя.

Вторичным мы называем электродвигатель потому, что в нем мы вторично получаем механическую энергию. Полученная в первичном двигателе — скажем, в водяной турбине — механическая энергия преобразуется в электрическую энергию генератором, а электрическая энергия превращается электродвигателем снова в механическую. В развитии производительных сил роль такого вторичного двигателя огромна: он позволяет с исключительными удобствами везде и всюду применять движущую силу, добытую где угодно и каким угодно способом.

С установлением способности тока высокого напряжения передаваться на значительные расстояния без боль-

ших потерь явилась возможность полученную в одном месте энергию передавать в другое место и уже здесь превращать ее в механическую, применяя электродвигатель. Началось строительство гидроэлектростанций, дававших дешевую энергию, началось бурное развитие электротехники и внедрение электродвигателя во все области промышленности.

Этот новый период развития электротехники, ознаменовавшийся созданием совершенных генераторов электрического тока, изобретением «свечи Яблочкова» и «лампочки накаливания» Лодыгина и широчайшим распространением электрического освещения, теоретическими исследованиями Столетова, наконец, изобретением радио Поповым, главным образом связан с трудами русских ученых и изобретателей.

Исключительное значение работ русских инженеров в истории развития электродвигателя явилось настолько общепризнанным, что авторитетный французский журнал «Электрический свет» писал в 1880 году:

«Мы решили посвящать особую главу прогрессу электричества в России: развитие этой отрасли промышленности в России заслуживает настоящей оценки у нас, во Франции, где оно мало известно не потому, что не представляет интереса, а потому, что у нас слишком мало лиц, знакомых с языком обширной северной империи».

Особенную же услугу инженерам-электротехникам в этом деле оказала докторская диссертация знаменитого русского физика Александра Григорьевича Столетова «Исследование о функции намагничения мягкого железа». С помощью измерений, которые впервые проделал в своей работе Столетов, определяется теперь магнитная проницаемость для различных сортов железа и стали, и на основе этих данных ведется проектирование всех генераторов и двигателей в электротехнике.

Хотя диссертационная работа Столетова имела чисто теоретический характер, Александр Григорьевич как типичный представитель передовой науки указывал в заключение и на практическое значение произведенных им исследований:

«Изучение функции намагничения железа может иметь практическую важность при устройстве и употреблении как электромагнитных двигателей, так и тех магнито-



электрических машин нового рода, в которых временное намагничение железа играет главную роль... Знание свойства железа относительно временного намагничения так же необходимо здесь, как необходимо знакомство со свойствами пара для теории паровых машин».

Работы Столетова положили начало теоретическим исследованиям вопросов электротехники, развивавшейся тогда в основном эмпирическим путем. Это было и начало нового периода развития электротехники. Теоретические исследования стали намечать правильные пути для разрешения вопросов, связанных с конструированием электрических машин и дальнейшим использованием электричества как энергетического источника.

Если в первом периоде развития электротехники всеобъемлющей проблемой являлась проблема создания генераторов электрического тока, то во втором периоде, когда эти генераторы были созданы, задача стала сводиться уже к тому, чтобы использовать их во всей полноте для практических нужд.

Препятствием для широкого использования электроэнергии являлась невозможность передавать ее на значительное расстояние — от места производства электроэнергии до места потребления.

И эта задача величайшего значения была разрешена русскими учеными и инженерами.

В 1880 году специальный русский журнал «Электричество» в ряде номеров начал публикацию статей профессора физики Петербургского лесного института Дмитрия Александровича Лачинова о применении электродвигателей и о передаче электрической энергии. Лачинов показал, что дальнейшее промышленное использование электродвигателей зависит не от их конструкции, а от возможности «провести механическую силу к рабочему, вместо того чтобы заставлять его приходить к источнику силы». В результате своих теоретических соображений русский ученый предложил для передачи «электрической силы, распределяемой подобно воде и газу», пользоваться токами высокого напряжения, но малой силы.

Этим предложением воспользовался ассистент профессора Столетова, талантливый изобретатель и конструктор Иван Филиппович Усагин. Летом 1882 года на Всероссийской промышленной выставке он осуществил передачу

электроэнергии на значительное расстояние для освещения выставки.

Следуя тому же простому предложению Лачинова, француз Марсель Дебре сначала в Париже в 1881 году, а затем в Мюнхене в 1882 году демонстрировал свои установки передачи электроэнергии.

Эти опыты произвели огромное впечатление, так как открывали широчайшие возможности для использования вторичного двигателя повсюду, где имеется нужда в механическом двигателе, вне зависимости от местонахождения генератора электрического тока.

В одном из своих писем Энгельс писал:

«Паровая машина научила нас превращать тепло в механическое движение, но использование электричества откроет нам путь к тому, чтобы превращать *все* виды энергии — теплоту, механическое движение, электричество, магнетизм, свет — одну в другую и обратно и применять их в промышленности. Круг завершен. Новейшее открытие Дебре, состоящее в том, что электрический ток очень высокого напряжения при сравнительно малой потере энергии можно передавать по простому телеграфному проводу на такие расстояния, о каких до сих пор и мечтать не смели, и использовать в конечном пункте, — дело это еще только в зародыше, — это открытие окончательно освобождает промышленность почти от всяких границ, полагаемых местными условиями, делает возможным использование также и самой отдаленной водяной энергии, и если вначале оно будет полезно только для *городов*, то в конце концов оно станет самым мощным рычагом для устранения противоположности между городом и деревней. Совершенно ясно, что благодаря этому производительные силы настолько вырастут, что управление ими будет все более и более не под силу буржуазии».

Открывая широчайшие перспективы перед вторичным двигателем, опыты Усагина и Дебре, конечно, еще не осуществляли этих перспектив. Практическое значение передача электроэнергии на расстояние приобрела только после того, как в 1890 году блестящий русский инженер Михаил Осипович Доливо-Добровольский сконструировал очень простой и удобный так называемый асинхронный электродвигатель трехфазного тока. Совместно с другим русским инженером, Робертом Эдуардовичем Классоном,

он построил линию электропередачи в Германии между Лауфеном и Франкфуртом, начавшую работать 25 августа 1891 года. Эта историческая линия показала возможность передачи электроэнергии с незначительными потерями от генератора тока к потребителю на расстояние около 170 километров.

То был крупнейший успех электротехники. Началось применение электропередач на большие расстояния, открывшее, в свою очередь, возможность использования прежде всего гидравлических двигателей для производства дешевой энергии, а также и паровых машин, работающих на местном топливе.

Благодаря дешевизне электроэнергии роль электродвигателя возросла необычайно. Вторичные двигатели не только не умилили значения первичных двигателей, но и еще более подняли их значение в связи с повсеместно начавшимся строительством как городских, так и местных электростанций, обслуживавших фабрики, заводы, промышленные предприятия, общественные здания.

Первые электростанции в России были построены в 1883 году и предназначались в основном для осветительных целей.

Перед Великой Октябрьской социалистической революцией у нас было всего 289 небольших городских электростанций и несколько больше — совсем уже мелких, промышленных.

Совершенно иной характер и размах электрификация получила после Октябрьской революции в нашей стране, когда В. И. Ленин выдвинул гениальный план электрификации всей страны.

«...Если не перевести Россию на иную технику, более высокую, чем прежде, — говорил Владимир Ильич на Московской губернской конференции РКП(б) в 1920 году, — не может быть речи о восстановлении народного хозяйства и о коммунизме. Коммунизм есть Советская власть плюс электрификация всей страны, ибо без электрификации поднять промышленность невозможно...»

В декабре 1920 года Государственной комиссией по электрификации России был представлен VIII Всероссийскому съезду Советов доклад об электрификации страны, который и был утвержден съездом.

Инициатором и вдохновителем изложенного в докладе

плана электрификации был В. И. Ленин, а разработка его велась под руководством академика Г. М. Кржижановского.

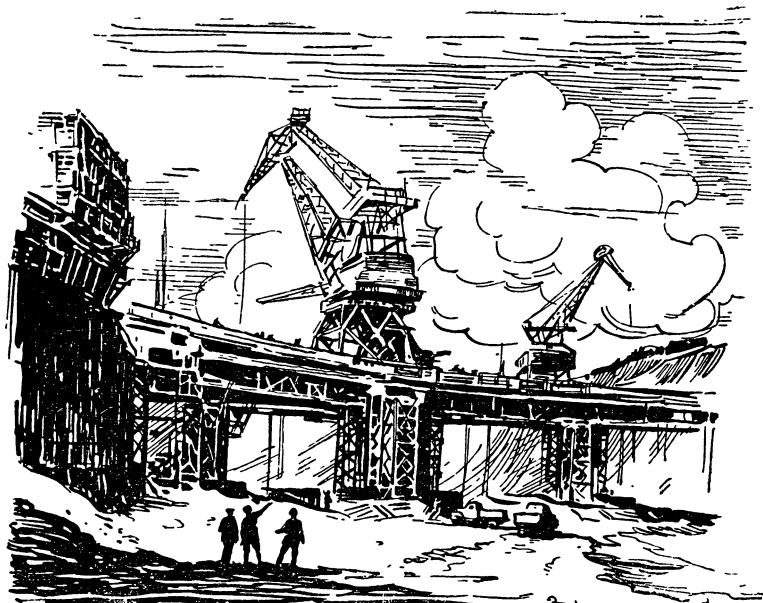
План ГОЭЛРО стал программой электрификации всей страны, принятой за основу ее хозяйственного восстановления. Однако впоследствии роль его далеко вышла из этих рамок, так как он послужил могучим рычагом и для коренной реконструкции всех отраслей народного хозяйства на основе электротехники.

План ГОЭЛРО был принят, когда страна находилась в тягчайшей обстановке, порожденной первой мировой и гражданской войнами. Многим казалось безумной мечтой говорить об электрификации технически отсталой, разоренной молодой Страны Советов, окруженной враждебным капиталистическим миром.

Ленинская идея электрификации страны была проникнута глубочайшей мудростью и предвидением: речь шла не только о создании новых энергетических мощностей, но и о переводе хозяйства страны на современные технические рельсы. Под руководством Коммунистической партии была развернута энергичнейшая борьба за осуществление этого плана.

В 1913 году Россия занимала по выработке электроэнергии одно из последних мест в мире. План ГОЭЛРО начал осуществляться еще при жизни Ленина. В 1922 году были построены Каширская электростанция, электростанция «Красный Октябрь», началось сооружение Волховской и Земо-Авчальской электростанций. А к 1928 году, после того как в строй вступили Горьковская электростанция, Шатурская имени В. И. Ленина, Штеровская, Узбекская, Волховская имени В. И. Ленина и ряд других, после того как были пущены новые мощные агрегаты на старых электростанциях, общая их мощность увеличилась почти до 2 миллионов киловатт. За пятнадцать лет, прошедших после утверждения плана ГОЭЛРО, эта мощность увеличилась вдвое, и к концу 1935 года план ГОЭЛРО был перевыполнен почти втрое. Советский Союз по производству электроэнергии занял второе место в Европе и третье в мире, а затем, к 1960 году, вышел уже на второе место в мире.

В техническом же отношении важно то, что мы перешли от маломощного силового оборудования к крупнейшим электрическим генераторам и, наконец, создали в ко-



*На строительстве гидроэлектростанции.*

роткий срок собственные турбостроительные и электропромышленные предприятия.

Наша техника с первых же месяцев победы советской власти была направлена Коммунистической партией на решение задач, связанных с построением социалистического общества.

Широкий размах строительства тепловых и гидравлических электростанций в Советском Союзе свидетельствует о том, что Коммунистическая партия твердо и последовательно проводит ленинский курс на преимущественное развитие тяжелой индустрии и электрификацию страны.

Внедрение электродвигателя во все области промышленности и транспорта необыкновенно повысило распространение, мощность и значение гидравлического двигателя. Но оно отразилось и на других типах двигателей, оказавшихся удобными для соединения с генераторами электрического тока.

---



## ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

### 1. ВНУТРЕННЕЕ СГОРАНИЕ

#### *Ленуар*

В Сен-Дени, одном из предместий Парижа, и до сего времени существует старинный, довольно мрачный и неприветливый ресторан, в котором много лет сначала мальчиком, а затем официантом служил прославленный впоследствии изобретатель газового двигателя Жак Этьен Ленуар (1822—1900).

Этот неприглядный ресторан мог, однако, быть достопримечательностью Парижа: здание его было одним из первых в мире освещено газовыми рожками.

Завсегдатаями ресторана были по большей части мелкие промышленники и кустари, поставлявшие на рынок различные предметы роскоши, всевозможные безделушки, украшения, галантерейный хлам. Посетители постоянно толковали о всякого рода машинах и изобретениях, улучшавших или увеличивавших ассортимент сбываемой ими продукции. Очень охотно они слушали болтовню хозяина о том, как сорок лет назад в ресторане появилось газовое освещение.

Однажды, бросив горсть древесных опилок в стоявший перед ним на огне стеклянный сосуд, Филипп Лебон, французский военный инженер, увидел, что из сосуда поднялся густой дым, который вспыхнул затем на огне и дал яркое светящееся пламя. Лебон понял, что перед ним было открытие чрезвычайной важности. С этого дня вся его

жизнь и деятельность были посвящены изучению и исследованию замеченного им явления.

Вскоре он убедился, что как дерево, так и каменный уголь и иные виды топлива от действия высокой температуры без доступа воздуха выделяют газ, годный для освещения и отопления. Продолжая свои опыты, Лебон создал в миниатюре первый газовый завод, в котором имелись все основные его элементы: перегонный аппарат, газоочиститель, отделявший вредные примеси, и газгольдер, в котором собирался газ. В деревне, где он жил, Лебон построил маленький заводик и стал демонстрировать изумленным жителям, как у конца трубки, соединенной с газгольдером, начинал гореть ярким пламенем не видимый никем светильный газ.

Через год Лебон взял патент на свое изобретение — это был 1799 год, — причем подробно описал свою «термолампу». Занятый службой в качестве военного инженера, Лебон ни на минуту не оставлял своей идеи и разработал полную систему газового освещения. Однако заинтересовать своим изобретением, несмотря на многочисленные обращения к правительству, он никого не смог.

В 1801 году вызванный в Париж на строительство мостовых, Лебон взял новый патент, представив при этом целое сочинение. Он говорил о возможности многочисленных применений светильного газа и описывал как способы его производства, так и принадлежности для фабрикации. Предложение Лебона устроить освещение и отопление общественных зданий по его системе правительство отвергло. Тогда Лебон решил обратиться непосредственно к парижанам. Он нанял в Сен-Жермене отель «Севинье» и открыл его для публики. Здесь был поставлен газовый аппарат, дававший свет и тепло: сотни газовых рожков в форме цветов и розеток освещали аллею сада и фонтан. Залитый ярким светом отель привлекал тысячи любопытных. Парижане с восторгом приветствовали новшество. Заслуги изобретателя наконец признала правительственная комиссия. Комиссия заявила, что «прекрасные результаты опытов гражданина Лебона превзошли надежды друзей науки и искусства».

После этого Наполеон дал Лебону концессию на устройство газового завода. Разрабатывая способы самого разнообразного использования газа, Лебон создал и проект

газового двигателя. Этот двигатель должен был работать наподобие паровой машины, но в цилиндр вместо пара Лебон намеревался подавать светильный газ, зажигаемый поочередно по ту и другую сторону поршня.

Однако Лебона преследовали несчастья: сначала буря разрушила его лабораторию и жилье, затем сгорел завод и, наконец, сам он был найден мертвым в лесу около завода зимой 1804 года с кинжальной раной в груди.

Лебон не успел довести до осуществления все свои идеи, но рожки, зажженные им в Сен-Жермене, продолжали гореть, соблазняя хозяев отелей и ресторанов. Ресторан в Дени и был одним из первых, введших у себя вслед за отелем «Севинье» газовое освещение.

Скоро Лемуар уже знал наизусть этот рассказ хозяина. Потом он сам повторял его новым посетителям. В то время газовое освещение не представляло редкости в Париже, но тем более было приятно слушать историю его возникновения. Мелкие предприниматели, вынужденные конкурировать с фабрично-заводской индустрией, видели все спасение в том, чтобы блеснуть на рынке какой-нибудь новой выдумкой. Поэтому истории всяких открытий и изобретений чрезвычайно их занимали.

Вокруг такого рода историй и вертелись разговоры в ресторане. В те времена о новостях науки и техники часто писали в любимых посетителями газетах. Газеты, зная вкус своих читателей, услужливо подбирали все технические сказки и сплетни. Увлеченный этими рассказами, Лемуар прочитывал газеты от строки до строки, а затем уже предоставлял их в распоряжение посетителей.

Молодой служащий ресторана прислушивался к разговорам посетителей и иногда, пользуясь их вниманием к расторопному слуге, вступал с ними в беседу.

Среди завсегдатаев ресторана было так много владельцев разнообразных мелких предприятий, что в конце концов Лемуару без особого труда удалось переменить свое место. Он стал рабочим эмалировочной мастерской.

Это было вскоре после июньских дней 1848 года, когда каждый промышленник, каждый предприниматель чувствовал себя победителем.

Временному торжеству буржуазии сопутствовала, конечно, жесточайшая эксплуатация морально подавленных рабочих. Промышленность быстро восстанавливалась.



Нужда в рабочих руках была очень значительной. Бывший официант, не принимавший никакого участия в восстании, был как нельзя более кстати в мастерской.

Он хорошо разбирался в вопросах прикладной техники. В центре общего внимания стояла тогда электротехника. Каждый день приносил сообщения о новых способах практического использования таинственных и изумительных свойств электричества: телеграф, гальванопластика, электромагнитные машины, освещение — все это были вещи, о которых много писалось в газетах и еще более говорилось как в ресторане, так и в мастерской. Лемуар узнавал такие новости раньше всех.

У каждого мастера теплилась в глубине души надежда сделать открытие, придумать что-нибудь такое, что сразу принесет и славу, и почет, и богатство. Мысль о том, что каждое изобретение, каждое открытие является результатом долгого труда и обширных познаний, не многим приходила в голову. Бульварные газеты, питавшиеся всякого рода сенсациями, придавали всем открытиям характер необычайных случаев, поразительных приключений, счастья.

Природа наградила Лемуара и умом и способностями, но у него благодаря всей этой газетной болтовне составилось наивное представление о творческой технике как о какой-то лотерее, где все дело решает случай. Ему казалось, что достаточно самых небольших знаний и опыта, чтобы иметь право участвовать в этой игре, надеясь на свое счастье. О том, что роль случая в творческой работе чрезвычайно ограничена, что случай только помогает выйти из рамок привычного мышления, но помогает исследователю, а не первому встречному, что случаи окружают всех и каждого повсюду, но остаются незамеченными, — обо всем этом Лемуар не думал, не знал и не догадывался.

Тем более не думал он о том, что творческий процесс проходит главным образом в борьбе с привычным отношением к вещам, в преодолении привычного мышления и в усвоении нового взгляда, нового отношения. В этом процессе новые наблюдения, новые впечатления могут оказать и оказывают помощь человеку, но гораздо больше тут ему помогает наука. Чем обширнее знания, чем разнообразнее накопленный опыт творческого работника, тем

шире, просторнее его мышление, тем оно подвижнее, тем оно менее косно и предвзято.

Ведь если в своей деятельности человек имеет перед собой только объективный мир, от него зависит и им определяет свою деятельность, то прежде всего он должен знать этот мир. И чем лучше он его знает и понимает, тем меньше он делает ошибок, тем легче он решает свои практические задачи.

Со своим неправильным и вредным для дела представлением о творческой технике Лёнуар, вероятно, остался бы навсегда пустым мечтателем, но он был настойчивый человек, аккуратный, энергичный, неутомимый и предприимчивый работник. Устроивший его на свою фабрику посетитель ресторана не имел причин сожалеть об этом поступке.

«Ну, Лёнуар, ты далеко пойдешь...» — частенько говорил он ему.

Новый рабочий действительно придумывал то одно, то другое, обгонял в понимании дела своих товарищей и даже улучшил рецепты эмалировочных красок.

Мелкие усовершенствования, внесенные Лёнуаром в производство, беззастенчиво эксплуатировал владелец, но они мало приносили пользы самому Лёнуару. Он терпеливо молчал, прикидываясь добродушным, благодарным парнем, но мечтал запатентовать что-нибудь значительное. Тогда, опираясь на свои законные права, он уже взялся бы за защиту своих интересов. И часто, когда довольный и сытый хозяин, похлопав по плечу способного работника, благодушно отходил от него, Лёнуар осторожно, чтобы никто не заметил, грозил ему кулаком и шептал про себя:

«Ну погоди, ты еще меня узнаешь!»

И вот ему удалось наконец внести серьезное улучшение в эмалировочный процесс. Хозяин повысил ему оклад.

Скопив кое-какие деньги и найдя себе товарища, также рвавшегося работать самостоятельно, Лёнуар бросил фабрику и основал гальванопластическое заведение. Эта новая модная отрасль промышленности, рассчитывали компаньоны, могла бы их обогатить быстро и прочно. Однако и Лёнуар, при всей своей изобретательности и практичности, не смог пойти в этом деле очень далеко. Он стал лишь одним из тех предпринимателей, каким он

подавал дешевое вино и плохой обед на грязные скатерти ресторана в Сен-Дени.

Попав сам в число мелких хозяев, с трудом выносивших конкуренцию новых крупных фабрикантов, Ленуар понял, что теперь мелкой промышленности важнее всего заменить рабочие руки механическим двигателем. В маленьких предприятиях установка громоздкого парового двигателя, нуждавшегося в еще более громоздком паровом котле, машинистах и кочегарах, была немыслима. Тут нужен был двигатель незначительной мощности, легкий, удобный, простой, свободно переносимый и устанавливаемый, не нуждающийся в паровом котле.

Некоторое время Ленуар мечтал об электромагнитном двигателе. Но неудачи других изобретателей, работавших над созданием таких двигателей, и собственные безуспешные опыты заставили его отказаться от этой идеи. Как человек практический, Ленуар ясно видел, что при отсутствии надежного источника электрической энергии такой двигатель применения не найдет.

Тогда он стал думать, как бы освободить паровую машину от котла. Так же, как и Лебона, светильный газ навел его на мысль создать двигатель внутреннего сгорания вместо двигателя внешнего сгорания, каким была паровая машина.

Знакомство с электротехникой пригодилось Ленуару. Он придумал зажигать газ в цилиндре электрической искрой.

Решив во что бы то ни стало осуществить свою идею, Ленуар стал изучать патенты, взятые на газовые двигатели. Он видел, что мелкая промышленность нуждается в небольшом, удобном двигателе, и делал отсюда простой вывод, что этот рыночный спрос предприимчивый человек должен удовлетворить. Материала для создания такого ходкого товара было достаточно: только во Франции и Англии оказалось несколько десятков патентов, взятых различными изобретателями на газовые двигатели. О нарушении прав изобретателей Ленуар не беспокоился: идея газового двигателя была столь популярна, что казалась уже никому не принадлежащей, и дело сводилось теперь лишь к тому, чтобы создать конструкцию, практически годную для работы в условиях мелкой промышленности.

В запатентованных описаниях газовых двигателей Ле-

нуар нашел несколько вполне осуществимых при теперешнем уровне техники и стал думать над ними.

Большинство запатентованных двигателей было прямым развитием порохового цилиндра Папена. В цилиндрах их сжигался не порох, а вводимый под поршень светильный газ, смешанный в нужной пропорции с воздухом. Взрыв газа толкал поршень вверх, вниз же он опускался силой атмосферного давления, после того как цилиндр охлаждался тем или иным способом и внутри него образовывался некоторый вакуум.

Эти газовые, атмосферные машины конструктивно копировали паровую машину. Так, двигатель Броуна, построенный в Англии в 1832 году, имел два цилиндра, штоки которых приводили в движение балансир. Машина предназначалась для откачки воды. Однако было несколько проектов двигателей непосредственного действия. Год спустя после Броуна англичанин Райт построил двигатель, работавший смесью газа и воздуха. Так как цилиндр двигателя очень нагревался, Райт окружил его водяной рубашкой для охлаждения.

Несколько позднее опять-таки англичанин Вильям Барнет сконструировал газовый двигатель, в цилиндр которого накачивалась газовая смесь. Здесь она сначала подвергалась сжатию, а затем уже поджигалась то по одну, то по другую сторону поршня. Изобретение Барнета имело все данные для своего развития и практического успеха, но все-таки не нашло применения: в те времена в Англии механизация кустарной промышленности не достигла еще такого развития, которое требовало бы создания подобных двигателей. Английская промышленность, опиравшаяся на паровой двигатель, сразу приобрела крупные масштабы. Во Франции же узнали обо всех этих английских предложениях только тогда, когда начались судебные процессы Лемуара с держателями этих патентов, и после того, как двигатель Лемуара уже получил широкое распространение.

Копаясь в архивах, добывая патенты, изучая построенные газовые двигатели, Лемуар не стремился ни к чему новому.

Он взял готовую конструкцию парового двигателя и решил — совершенно так же, как и его предшественники, — заставить в ней работать не пар, а светильный газ, который

можно было легко доставить в любую городскую мастерскую.

Этот энергичный высокий, сильный, красивый человек, пока был молод и здоров, не жалел сил для достижения цели. Однако для постройки машины, так ясно представлявшейся его воображению после долгого и тщательного изучения работ предшественников, нужны были еще и средства.

Среди своих знакомых искать себе компаньона Лемуару пришлось не так уж долго. Один из парижских мелких хозяев, Маринони, заинтересовался предложением Лемуара и вошел с ним в соглашение для эксплуатации изобретения. После этого в 1860 году Лемуар взял патент.

«Мое изобретение, — заявлял в нем Лемуар, — заключается в том, чтобы применять светильный газ в смеси с атмосферным воздухом, зажигая его электричеством, и получать таким образом движущую силу через нагревание и значительное расширение газовой смеси».

Нельзя было и нарочно придумать более подходящих друг к другу компаньонов, чем Маринони и Лемуар. Маринони был не только заводчиком — он обладал серьезными познаниями в механике. Прикладную механику он рассматривал как очень удобное место для помещения капитала.

Сам Лемуар в машиностроении понимал немного, а в Маринони он нашел знающего техника, который мог ему, самоучке, оказать помощь в осуществлении двигателя.

На заводе Маринони компаньоны приступили к постройке первой машины. Конструктивно подражая известному на заводе паровому двигателю, компаньоны свою газовую машину обдумали хорошо и тщательно. Результаты испытания ее были очень благоприятны.

Двигатель Лемуара был двигателем непосредственного действия. В нем смесь светильного газа и воздуха засасывалась в цилиндр движением поршня, как вода втягивается в шприц. Когда поршень достигал половины своего хода, впускной клапан закрывался, смесь зажигалась посредством электрической искры, и происходил взрыв. Давление образующихся газообразных продуктов сгорания гнало поршень дальше. Когда поршень доходил до конца, в цилиндре открывался второй клапан, через кото-

рый отработавшие газы выталкивались наружу обратным ходом поршня.

Для зажигания служил электрический прибор с батареей, автоматически дававший в нужный момент искру. Давление газов после взрыва достигало пяти атмосфер.

В остальном двигатель работал так же, как и паровой: движение поршня передавалось через кривошипный механизм валу двигателя с маховым колесом. От него через эксцентрик приводился в движение золотник, распределявший приток газа и воздуха и выпуск продуктов сгорания.

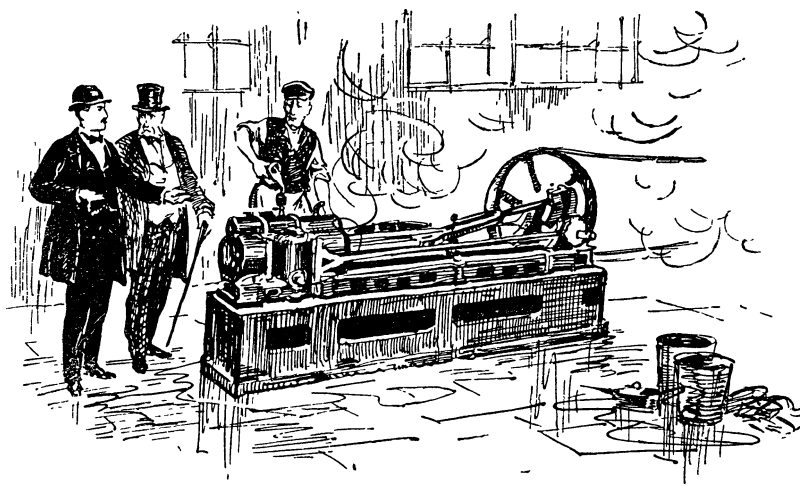
При хорошем уходе двигатель Ленуара работал спокойно и, в общем, надежно. Охваченные жаждой барышей, компаньоны прежде всего прибегали к безудержной рекламе. Реклама способствовала сначала быстрой продаже двигателей, а затем повредила их репутации. Многочисленные статьи и заметки в журналах и газетах рассказывали о работе нового двигателя, невероятно преувеличивая его достоинства. В действительности дело обстояло далеко не так.

Азартные компаньоны слишком увлеклись коммерческой стороной дела и, конечно, потерпели поражение, как только двигатели были испытаны на продолжительной производственной работе. Практика показала, что новые двигатели не оправдывали шумной рекламы. Вместо обещанного расхода — половина кубического метра газа на лошадиную силу в час — они расходовали около трех. Кроме того, они требовали огромного количества смазочного материала. Шутники называли их «вращающимся куском сала» и говорили смеясь, что «хотя они и не требуют кочегара, но зато нуждаются в человеке, который должен в них непрерывно подливать масло».

Преувеличенная реклама привела к тому, что двигатели стали вообще казаться хуже, чем они были в действительности. На деле они вполне годились для мелкой промышленности и, несмотря на недоверие, удерживались здесь еще долго и после появления более экономичных двигателей. Исключительная потребность в двигателе мирила мелких хозяев со всеми недостатками лемуаровской машины.

Между тем сам Ленуар был совершенно счастлив: о двигателе шли беспрерывные разговоры, собственное его

имя на все лады повторялось в печати и на бирже, в промышленных кругах и среди посетителей ресторана в Сен-Дени. Патент доставлял ему средства для жизни, и будущее казалось еще более привлекательным, чем настоящее. Он постепенно толстел, лысел, все чаще и чаще предпочитал болтать в кафе, чем трудиться в прокопченных мастерских Маринони.



*Двигатель Ленуара требовал огромного количества смазочного материала.*

Этот Ленуар, с тяжелой золотой цепочкой на брюшке, с веселеньким, кокетливым галстучком на крахмальной рубашке, веселый и довольный, немножко снисходительно разговаривавший с заказчиками, казался окружающим вдесятеро большим богачом, чем был на деле. Он стал очень популярным человеком в Париже. Более того: Ленуар возглавил целую плеяду разного рода изобретателей, смотревших на изобретательство как на легкий способ разбогатеть и полагавших, что практической сметки, двух-трех догадок и гаечного ключа вполне достаточно, чтобы взяться за дело.

Маринони относился ко всему происходящему иначе. Как опытный коммерсант, он понимал, что одной рекламы

и шума для прочности предприятия мало, и старался повысить качество выпускаемых машин. Он прислушивался к требованиям потребителей и часто после бурных объяснений с компаньоном усаживал его за работу вместе с собой.

— Я слишком много вложил в это дело, черт возьми, чтобы рисковать! — кричал он. — Ваш патент — это еще не деньги, Ленуар! Деньги — это машины, а чтобы они покупались, они должны стоить то, что за них платят. . .

Ленуар понимал, что его компаньон совершенно прав, но он в это время понял нечто более важное. Он увидел, что, напад на хороший случай, он оказался не в состоянии справиться с делом, что в творческой технике решает судьбу изобретателя в конечном счете труд, технически изощренный ум, опыт и, главное, обширные теоретические познания.

Тогда-то Ленуар взялся за то, с чего ему следовало бы начать: он начал учиться. Конечно, он не поступал в университет, не брал уроков у профессоров. Он стал читать и размышлять, производить опыты, проверяя то, что узнавал. И вот здесь ему пришла в голову запоздавшая мысль, что, учась на патентах своих предшественников, он вместе с их дельными и важными соображениями впитывал в себя и их заблуждения, их ошибки. Он научился конструкторски мыслить, но шел по избитым, не оправдавшим надежд, не достигнувшим вполне цели чужим путем, не найдя своего. А между тем несомненно, опираясь не на патенты, а на обширную теорию тепловых явлений, он мог бы пойти к цели иным путем.

Ленуару понадобилось почти двадцать лет для того, чтобы преодолеть постепенно воспитанное чужими патентами мышление и взглянуть на свой двигатель по-новому. Только уяснив себе теоретическую сущность тепловых явлений, он, например, догадался, что выгоднее взрывать газ в цилиндре до начала хода поршня, в специальной «камере сгорания», чем при ходе поршня. В 1883 году он взял патент на такую «камеру сгорания». Кроме того, Ленуар стал отводить отработавшие газы для подогрева газовой смеси, следуя прямому указанию Карно. Эти существенные поправки, внесенные изобретателем в старую конструкцию, значительно повысили экономичность газовой машины.



Ленуару шел шестьдесят первый год, а творческая энергия его, питаемая притоком теоретических знаний, только теперь приобрела истинный размах. Он конструирует прибор, в котором смешивание газа и воздуха стало происходить в точно рассчитанном соотношении. Вслед за тем он делает попытки применять другие виды газообразного топлива в своем двигателе — попытки, которые в случае успеха должны бы иметь огромное значение для промышленности и транспорта.

Дело заключалось в том, что, приобретая двигатель Ленуара, промышленное предприятие ставило себя в зависимости от газового завода. Если в городе, в промышленном центре, такого завода не было, то не могло быть и речи о машине. Мысль о небольшом газогенераторе не приходила Ленуару в голову, да тогдашней технике он оказался бы и не под силу, а громоздкий газогенератор заводского типа был бы ничем не лучше парового котла.

Между тем, если бы удалось освободить двигатель от необходимости зависеть от газового завода, газовая машина могла получить гораздо большее распространение повсюду, и не только на промышленных предприятиях, но и на транспорте. Больше всего Ленуар мечтал о том, чтобы пустить газоходы по Сене для перевозки пассажиров.

Ленуар не добился успеха в получении газообразного топлива, хотя он перепробовал очень много всяких горючих веществ для достижения цели. Там, где опыты сулили успех, оказывалось невыгодно применять топливо, обходившееся в несколько раз дороже, чем светильный газ. К тому же в это время Ленуару пришлось посвятить себя деятельности, очень далекой от творческой. На Ленуара обрушилось сразу несколько судебных исков изобретателей газовых машин. Многие, увидев успех Ленуара, вспомнили о своих неиспользованных патентах и предъявили претензии.

Сначала выступил директор газового завода в Париже Югон, ссылавшийся на свой патент, взятый на два года раньше. К нему присоединился немецкий часовщик Райтман, патент которого был взят еще раньше. Любопытно, что как раз с этими двумя патентами Ленуар и не был знаком.

Изобретатель отбивался от конкурентов как только

мог. С Югоном судебный процесс окончился в пользу Лёнуара, так как было установлено существенное различие процессов, описанных в обоих патентах. Дело с Райтманом решилось в пользу Лёнуара скорее потому, что истцом был немец: для враждебно настроенных к немцам французских судей это имело решающее значение. Отделавшись от этих и еще целого ряда мелких претендентов, Лёнуар с новой энергией взялся за дело. Не ограничиваясь стационарными установками, которых в одной Франции уже насчитывалось более двухсот, он проделал опыт с постановкой двигателя на лодке.

Испытанное на Сене, судно это было приобретено паровой компанией для постоянных рейсов между Парижем и Шарантоном. Газ доставлялся сюда в сжатом виде, в специальных баллонах.

Шаг за шагом совершенствуемые двигатели Лёнуара, конечно, не могли полностью решить задачу, стоявшую перед техникой. Коэффициент их полезного действия колебался от трех до пяти процентов, мощность ограничивалась несколькими лошадиными силами. Самые крупные машины Лёнуара имели мощность в десять лошадиных сил. Потребляемый ими в качестве топлива светильный газ обходился дорого. Несмотря на их распространение, удовлетворявшее неотложную нужду, на будущее их рассчитывать было трудно.

И действительно, стоило только появиться на Парижской Всемирной выставке 1867 года газовому двигателю, выставленному немецкой фирмой «Отто-Дейтц» и оказавшемуся более экономичным, чем наделавшие много шума двигатели Лёнуара, как мало-помалу всякий спрос на них прекратился.

Прославленный изобретатель сошел со сцены. Всеми забытый, но до конца жизни сохранивший свой доход, Лёнуар умер в 1900 году в Равенне.

## 2. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ЦИКЛ

*О т т о*

Творческое воображение, способное выходить далеко за пределы действительности, столь же необходимо каждому изобретателю, как и умение практически осуществ-

вить свою идею. Но качества эти редко совмещаются в одном человеке. Подобно тому как паровая машина явилась результатом совместной работы Уатта и Болтона, а газовый двигатель Ленуара был детищем не только его, но и Мариони, современный четырехтактный двигатель внутреннего сгорания создан усилиями кельнского купца Отто и инженера Лангена.

Николай Отто родился 14 июля 1832 года в маленьком городке Хольцгаузене, в прусской провинции Нассау. Вырос мальчик в среде, нисколько не располагавшей к научным и исследовательским занятиям. Отец, сельский хозяин и почтмейстер, считал, что местной низшей школы и реального училища в близлежащем курортном местечке Лангеншвальбахе совершенно достаточно для того, чтобы из сына мог выйти хороший коммерсант. Идеалы семьи дальше этого не шли. И, хотя юный Отто интересовался физикой и технологией и хотел продолжить учебу дальше, отец предложил шестнадцатилетнему юноше отправиться в торговое предприятие «учиться зарабатывать деньги».

В течение трех лет вежливый и услужливый юноша постигал несложную науку продажи и купли. Отто получил свидетельство, в котором отдавалось должное его аккуратности, прилежанию и благонравию.

С таким свидетельством Отто направился в главный торговый центр страны — Франкфурт-на-Майне и здесь поступил приказчиком в магазин.

Занимая довольно скромные должности, молодой человек переходил из одного торгового дома в другой. Так он очутился наконец в Кельне.

Тайные мечты Отто шли, однако, дальше того положения, в котором он находился. И мечты эти далеко не соответствовали тому впечатлению о характере, которое обычно создавалось у людей, знавших этого молодого купца, с его тщательно расчесанными волосами, подстриженной бородкой и скромными манерами.

Если бы Отто был американцем, он, может быть, отправился бы на Аляску искать золото. Но он был немцем, а в Европе все уже было открыто, известно, запатентовано, и новые области деятельности, казалось, не существовали вовсе. Вот почему Отто, приглядываясь, мечтавая и выжидая, все еще скромно продолжал служить и работать то продавцом, то конторщиком, то бухгалтером.

Ему было уже около тридцати лет, когда в одной кельнской газете он прочел широковегательную рекламную статью о двигателях Ленуара. Восторженный автор, сообщая о невероятных успехах нового изобретения, ставил вопрос о применении двигателя во всех отраслях промышленности и транспорта: тут была речь и о газовых локомотивах, и о пожарных насосах, и о моторных судах, и даже об управляемых аэростатах. В заключение предсказывался конец паровым машинам и указывалась необычайная выгодность предприятий, которые займутся производством этих двигателей.

Надо думать, что Отто был все-таки плохим коммерсантом, потому что он отнесся с полнейшим доверием к рекламной статье и решил, что клад найден и будущее его обеспечено. С этой минуты и до конца своей жизни Отто действительно никогда уже ни о чем более не думал, как о газовой машине. Он нашел тут дело, которое отвечало и тайной его душевной склонности и явной его профессиональной деятельности.

Конечно, он поставил себе целью пойти значительно дальше Ленуара. Он мечтал построить универсальный газовый двигатель, способный не только конкурировать с паровой машиной, но и вытеснить ее из всех уже занятых ею областей промышленности.

Впервые, когда Отто заговорил о своем плане с друзьями, этот благообразный, прилизанный, причесанный коммерсант произвел на них впечатление человека, внезапно помешавшегося.

— Послушай, — отвечали они ему тихо и испуганно, как больному, — но ведь у тебя нет ровно никаких знаний, никакого опыта в технике... Ты стоишь на хорошей дороге, собираешься жениться. Что это за безумие братья за дело, которое может оказаться мыльным пузырем и в котором ты ровно ничего не понимаешь? Даже если у тебя хватит терпения заново учиться, где ты возьмешь средства на жизнь, на семью, на дело? . .

Отто слушал и кивал головой в знак согласия. Да, у него не было никаких научных познаний. Все, что он знал из области физики, механики, естествознания со школьной скамьи, было немногим дополнено за последние годы из случайно прочитанных книжек. О двигателе Ленуара он знал не больше того, что прочел в газете.

Что же из этого следовало? Из этого следовало то, что надо не только размышлять о способах осуществления идеи, но и прежде всего учиться, учиться и учиться, а вместе с тем и работать.

И вот Отто отмахнулся от рассудительных друзей, отказался от женитьбы и карьеры и погрузился в изучение вопроса, который поставил себе целью разрешить. Имея связи и знакомства в деловом и промышленном мире, Отто без труда получил доступ к газовым двигателям, работавшим на мелких предприятиях, и тут на месте он стал изучать, как они ведут себя на производственной работе. Отто не стеснялся обнаруживать свое незнание с делом, расспрашивал машинистов и хозяев о недостатках двигателей и их достоинствах и довольно скоро составил себе ясное представление об этих машинах. Конечно, попутно он старался пополнить свои познания в области физики, техники и машиностроения, чтобы стать вполне на уровне тогдашней науки и техники.

В нетерпеливом стремлении приступить к работе Отто построил при помощи кустарной мастерской маленькую опытную газовую машину. Она приблизительно копировала двигатель Ленуара, но, чтобы удобнее производить с ней опыты и, кстати, упростить и удешевить конструкцию, Отто отказался от сложного золотникового распределения, а попросил мастера сделать в цилиндре машины клапаны для впуска горючей смеси и выпуска отработавших продуктов сгорания.

Когда Отто получил свою машину и начал ее испытывать, он понял, какая пропасть лежит между идеей и ее осуществлением. Очень редко удавалось ему заставить машину работать. Однако, не падая духом, он продолжал производить бесчисленные опыты, не столько доделывая машину, сколько изучая ее.

Днем этот благообразный купец считал, мерил, подводил итоги, а вечером бежал в свою лабораторию и проверял на опыте мысли, приходившие к нему днем, за работой.

Иногда, проведя ночь в лаборатории, он к утру возвращался на службу, едва успев приобрести свой благообразный вид, и снова считал, мерил, отпускал, не переставая раздумывать о ночных занятиях. Теоретически Отто, кажется, совсем не разбирался в вопросе, но прак-

тически он шел по правильному пути к чисто научной постановке опытов.

Отто заставлял машину засасывать смесь воздуха и газа в самых разнообразных пропорциях, производил взрыв смеси при самых различных положениях поршня и после каждого опыта записывал, рассчитывал, подытоживал и соображал. Уважение к расчету, привитое торговым делом, Отто перенес и в свое техническое предприятие. Таким образом, этот купец, в сущности говоря, вел правильную научную работу, изучая условия, в которых выгоднее и лучше работает газовый двигатель.

В результате Отто убедился, что взрыв надо производить при самом начале хода поршня. И вот однажды, выключив зажигание и желая вернуть поршень к крайнему его положению, Отто повернул маховое колесо, а затем уже дал искру. Возвращаясь к своему верхнему крайнему положению, поршень, естественно, резко сжал находившуюся в цилиндре горячую смесь газа и воздуха. Произведя затем взрыв, Отто, к великому своему удивлению и радости, увидел, что маховое колесо при обычном расходе горючего получило чрезвычайно энергичный толчок и сделало значительно больше оборотов, чем обыкновенно.

Это было одно из величайших открытий в теплотехнике: горючая смесь, подвергнутая предварительно сжатию, совершила гораздо большую работу. Отто понял это, но, как мы увидим дальше, не умея теоретически объяснить это явление, он не оценил своего открытия в полной мере и воспользовался им только много лет спустя, когда начал теоретически разбираться в сущности теплотехнических процессов. Никогда не читавший книги Карно, Отто практически столкнулся с истинной причиной неудач своих предшественников. Она заключалась не в конструктивных недостатках, а в неумении создать наивыгоднейший рабочий процесс в двигателе внутреннего сгорания. Но как раз этого и не мог понять Отто, не знавший теории тепловых процессов и считавший, что все беды происходят от недостатков конструкции. Практицизм часто называют узким, а одностороннюю практическую направленность творческой способности — «делачеством» именно потому, что практицизм, не опирающийся на глубокое и широкое понимание дела, вредит сам себе, заставляя

человека делать несравненно меньше, чем он мог бы сделать в интересах того же самого практического дела.

Опыты с маленькой машиной научили кушца и механика Отто многому, но то, что они могли бы дать теоретику и исследователю, прошло мимо него.

Отто узнал в своей лаборатории самое главное: смесь перед зажиганием надо подвергать сжатию, взрыв выгоднее всего производить в крайнем положении поршня, когда ему соответствует мертвое положение кривошипа. Наконец он мог убедиться в том, что всасывание, сжатие, сгорание и выхлоп отработавших газов можно производить последовательно в одном цилиндре с помощью одного поршня и все это — за счет рабочего хода, развивающего достаточную движущую силу и приводящего в движение маховое колесо. Стало быть, слепо копировать паровую машину не было никакой надобности, а следовало создать совершенно новую конструкцию, опираясь на сделанные выводы.

Опытная машина Отто подсказывала все основные черты конструкции двигателя внутреннего сгорания, и не стоило большого труда развить и усовершенствовать ее. Но тут изобретатель стал жертвой своего практицизма. Он испугался слишком энергичных толчков поршня своей машины и решил, что, сжимая и взрывая смесь в одном и том же цилиндре, невозможно добиться равномерного вращательного движения в двигателе и машина будет работать рывками, которых не сможет сгладить даже тяжелое маховое колесо. И вот, чтобы избежать предполагаемой неравномерности работы машины, Отто решил осуществить рабочий процесс при помощи четырех цилиндров, работающих на один вал.

Задуманную таким образом конструкцию Отто не мог сам ни выполнить, ни вычертить. На его счастье, в Кельне в собственной мастерской работал превосходный мастер и механик Цонз, умевший понимать заказчика с полуслова. Ему-то и заказал Отто свой двигатель с четырьмя цилиндрами, работающими на один коленчатый вал. По расчету Отто, в то время как первый цилиндр будет засасывать смесь, во втором смесь подвергнется сжатию, в третьем произойдет взрыв, а из четвертого будут выбрасываться отработавшие газы. Такое последовательное распределение теплотехнического процесса, по мнению

Отто, должно было повести к тому, что резкое движение поршня в одном цилиндре, где происходит взрыв, будет смягчено работой поршней в других цилиндрах и в результате машина даст плавное, надежное и мощное вращательное движение на валу двигателя.

Эту машину Цонз, подгоняемый нетерпеливым заказчиком, построил в конце 1862 года. Но опыты, произведенные с нею, совершенно разочаровали заказчика: толчки от взрывов оказались настолько резкими, что о регулярном ходе машины нельзя было и думать, а когда Отто убавлял количество газа в смеси, взрыва вовсе не получалось. Все, кому показывал свой двигатель изобретатель, соглашались, что машина никуда не годится. Решая вопросы исключительно опытным путем, Отто отказался от своей конструкции, хотя, очевидно, она нуждалась в каких-то теоретически продуманных доделках, потому что, по сути дела, являлась не чем иным, как четырехцилиндровым газовым двигателем, который Отто спустя много лет осуществил по той же конструктивной схеме.

Практицизм погубил прекрасное начинание Отто. Доверившись опыту и таким же практикам, забравшим конструкцию, Отто пошел к своей цели совершенно иным путем. Он вспомнил, что отработавшие газы в его опытной машине охлаждались так быстро, что поршень, уступая наружному давлению атмосферы, опускался назад с силой, способной производить полезную работу, и решил воспользоваться этим свойством газовой машины. Так он вернулся к идее давно известного атмосферного двигателя.

Маленькая атмосферная газовая машина, построенная по указаниям Отто тем же Цонзом, работала так хорошо, что изобретатель, забыв о своем важном открытии, принялся брать на нее патенты, чтобы начать производство своих двигателей. В Англии, Бельгии и Франции патенты были получены Отто очень просто и без всякой задержки. Но в Германии, где не существовало единого закона о привилегиях, а нужно было брать патент в каждом отдельном немецком княжестве, дело это потребовало много времени и хлопот.

В самом большом государстве Германии, Пруссии, где правительство стремилось как можно меньше связываться с изобретателями, Отто так и не удалось получить патента.



Отказ мотивировался тем, что изобретение «просителя» не представляет ничего нового и не вносит никаких изменений в рабочий процесс, применявшийся многими прежними изобретателями атмосферных двигателей.

К началу 1864 года Отто располагал патентами во всех важнейших странах Европы и имел некоторый опыт применения своего двигателя на производственной работе. Коммерчески, таким образом, все было подготовлено для извлечения выгод из предприятия. Изобретатель не решил только, с чего начать. Он мог передать права на свои патенты другим, а мог и сам начать производство двигателей и продажу их.

Разумеется, второй путь казался изобретателю более привлекательным. Отто стал подыскивать себе компаньона, располагающего не только деньгами, но и прежде всего техническими познаниями и опытом в машиностроении. С коммерческой стороны дела Отто сам мог справиться не хуже другого. Но без техника-инженера начать производство машины, требовавшей доделок и усовершенствований, он не мог.

В поисках компаньона Отто оказался счастливее Уатта: первый же человек, с которым он столкнулся, оказался именно тем, кого он искал.

Эуген Ланген, молодой инженер, был почти сверстником Отто. Его отец состоял пайщиком рафинадного завода в Кельне и имел полную возможность дать сыну превосходное образование. Ланген учился в Политехникуме в Карлсруэ под непосредственным руководством выдающегося физика того времени, механика и одного из основателей науки машиностроения Фердинанда Редтенбахера, умевшего вызвать в своих учениках глубокую и прочную любовь к технике. Впоследствии Ланген не раз говорил об огромном влиянии, оказанном на него учителем.

Лангену не удалось окончить курса. Отец потребовал сына к себе в помощь на завод. Все же юноша получил в школе основные знания, которые обеспечили ему будущее как механику и машиностроителю.

Редтенбахер, прощаясь со своим студентом, сказал ему:

— Жаль, жаль, что вы так рано уходите от нас! Из вас могло бы со временем выйти что-нибудь.

Еще студентом, во время практики на заводе, Ланген

сконструировал колосниковую решетку для бездымного сжигания топлива. Она получила потом название «решетки Лангена». Прежде чем начать производство своих решеток, Ланген побывал в Англии, Испании, Франции, завязал там знакомства и подготовил сбыт своей продукции.

Очутившись на предприятии отца в роли технического советника, Ланген довольно скоро заметил, что надо улучшить, что изменить в производстве.

Он по-новому поставил процесс сахароварения, и предприятие стало работать с небывалым еще успехом.

Располагая средствами, молодой инженер интересовался новостями прикладной техники в поисках выгодного и надежного помещения капитала.

«Тот, кто всегда только изобретает, — не изобретатель», — говорил он, знакомясь с патентами.

Узнав о машине Отто, Ланген познакомился с ним. При огромной потребности мелкой промышленности в маленьком, удобном, легком, простом двигателе дело это представляло несомненный интерес. Ланген, конечно, видел, что для широкого распространения машины в нее понадобится вложить немало труда. Но ведь он и искал как раз такое дело, которое могло бы поглотить не только его деньги, но и конструкторский талант.

И вот 13 марта 1864 года Отто и Ланген заключили между собой договор с целью совместно эксплуатировать изобретение. Ланген обязался внести деньги и руководить предприятием, а Отто вложил в дело свои патенты и оборудование своей мастерской. Он должен был работать не только в качестве конструктора, но и вести коммерческую часть предприятия. Фирма получила название «Отто и компания».

На улице Сервис в Кельне было взято в аренду помещение, подысканы опытные рабочие, и новая фирма приступила к постройке практически годного для производственной работы двигателя. Компаньоны не спешили. Они хотели показать товар лицом. Только через два года решили они наконец показать свою машину и пустить ее в продажу.

Выпущенный Лангеном и Отто двигатель представлял собой атмосферную вертикальную машину, работавшую таким образом: всасываемая в цилиндр смесь светильного

газа и воздуха зажигалась электрической искрой, и продукты сгорания, с большой силой давя на поршень, подбрасывали его вверх; вследствие инерции движущегося поршня расширение продуктов сгорания в цилиндре доходило до давления менее атмосферного, так что к концу подъема поршня под ним образовывался незначительный вакуум, однако вполне достаточный для того, чтобы под действием давления атмосферы и собственного веса поршень опускался вниз, производя при этом полезную работу.

Передача работы поршня на вал двигателя осуществлялась через механизм, состоявший из зубчатой рейки и зубчатого колеса. Надо заметить, что сильный шум быстро движущейся рейки производил крайне невыгодное впечатление. Только после того как было установлено, что коэффициент полезного действия этой странной машины, столь не похожей на все известные двигатели, достигает четырнадцати процентов, некий механик Шеттер решился купить машину для своей мастерской.

Дела новой фирмы шли плохо. За три года компаньоны вложили в предприятие столько труда и денег, что купить их продажей нескольких машин было невозможно. Расчеты на продажу патентов не оправдались. Охваченный сомнениями и готовый бросить все дело, Ланген согласился все же еще на один решительный шаг — продемонстрировать машину на Парижской выставке. Для выставки построили специальную машину, в конструкцию которой Отто внес некоторые изменения, главным образом чтобы уменьшить шум и придать двигателю более привлекательный вид.

На Парижской выставке 1867 года демонстрировалось полтора десятка газовых двигателей разных систем. Центральное место занимали машины Ленуара и Югона, конкурировавшие друг с другом. Возле них, очень приятных на вид и внешне ничем не отличавшихся от обычной паровой машины, к которой уже привык глаз, вертикальная машина Отто с громяющей рейкой и взлетающим поршнем производила неприятное впечатление.

Жюри выставки прошло бы мимо этой немецкой машины, если бы в числе судей не находился друг Лангена, инженер Франц Рело, специалист по теории машин и механизмов, профессор Берлинского университета.

Рело потребовал от жюри, чтобы машина Отто была испытана.

«Невозможно оценить новое изобретение по внешнему виду, — писал он в своем заявлении по этому поводу. — Решение жюри должно основываться не на внешнем виде машины, а на ее достоинствах и прежде всего на ее экономической выгодности».

Мнение Рело победило, хотя французы, входившие в состав жюри, и не очень благосклонно относились к немецкой машине. Испытания были произведены и дали неожиданные результаты: машина Отто расходовала лишь третью часть газа и половину смазочного материала, потреблявшихся машинами Лемуара и Югона.

Жюри присудило золотую медаль двигателю Отто, а серебряную — Лемуару. Решение жюри привлекло к новой машине внимание. Компаньоны вздохнули облегченно, увозя с собой из Франции ряд заказов.

Разумеется, потребовалось расширение производства. В дело был вовлечен отец Лангена. Новые компаньоны организовали завод газовых двигателей в местечке Дейтц, возле Кельна. Здесь и было начато серийное производство машин под маркой «Отто-Дейтц».

К концу года Отто сдал заказчикам двадцать две машины. Он мечтал теперь о выпуске дешевого, не очень громоздкого газогенератора, чтобы расширить возможность применения двигателя. Но до полного торжества было еще далеко. Предприятие требовало постоянно новых и новых средств, все еще не принося дохода. Компаньоны частенько опускали руки, и если Ланген не бросил в это время дела, то только благодаря постоянной поддержке Рело, который писал ему:

«Прошу тебя, выдержи все, пока еще позволяет финансовое положение. Ведь дело подвинулось настолько, что главные трудности преодолены. Если ты теперь все бросишь, то прибыль уйдет в чужие руки, как и слава, не говоря о большем. Идеи требуют жертв — это доказано на протяжении всей истории техники не раз. Только жертвы ставят нас на высоту, которую потом оценят люди. Читаю ли, пишу ли или размышляю о паровой машине, я сто раз вспоминаю вашу машину и преисполняюсь гордостью за тебя... Подумай о том времени, когда

через полвека газовая машина достигнет развития, как паровая машина...»

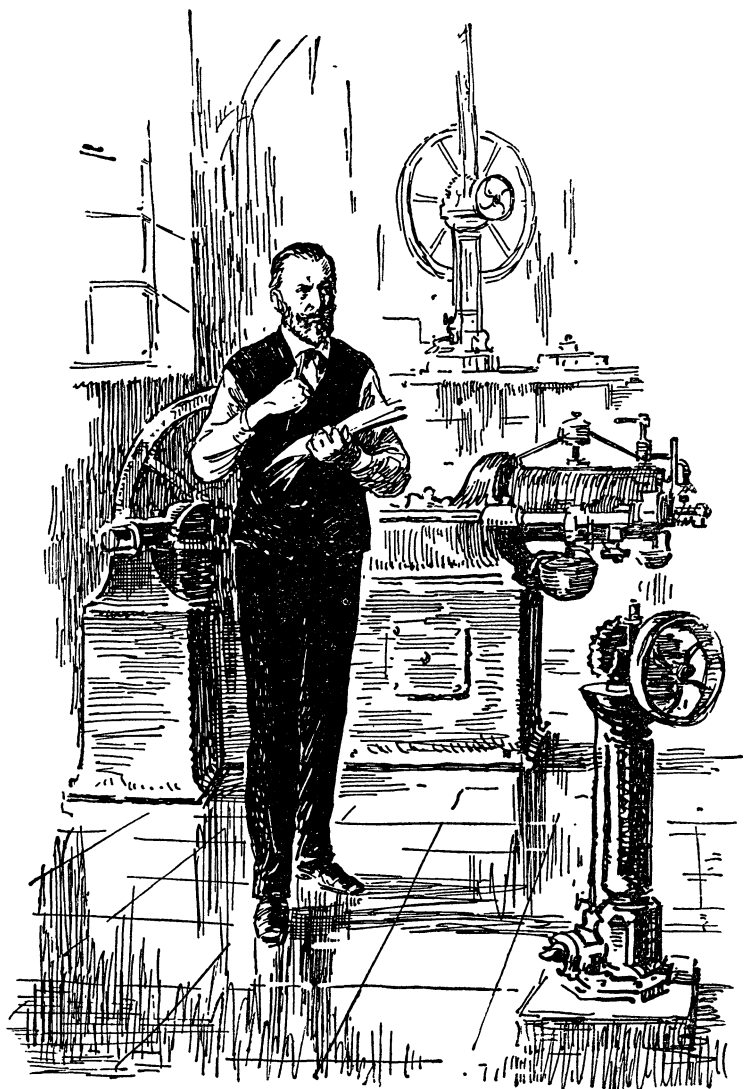
В январе 1872 года последовала новая реорганизация фирмы, превращенной в «Акционерное общество газомоторной фабрики Отто-Дейтц». Для постановки производства Ланген пригласил инженера Готлиба Даймлера. Даймлер набрал штат высококвалифицированных рабочих и внес в дело свою собственную изобретательность, опыт и знания.

Теперь, когда Отто располагал помощью таких машиностроителей, как Ланген и Даймлер, он решил вернуться к своей старой идее — создать газовый двигатель прямого действия.

В течение многих лет посреди небольшого, угрюмого, типичного для капиталистического предприятия фабричного двора, в специальной конторе на возвышении, за стеклянными стенами сидел Николай Отто и прилежно, как аккуратный купец, вел торговые дела фирмы. С чувством удовлетворения смотрел он через стекла по сторонам, радуясь шуму и суете вокруг себя. Завод едва успевал выполнять в срок заказы. Хотя мощность выпускаемых машин не превышала двух-трех лошадиных сил, они находили себе широкий спрос в мелкой промышленности — в типографиях, кустарных производствах, мастерских, небольших насосных установках.

Конструктивно атмосферный газовый двигатель был закончен. Мысли Отто давно уже не возвращались к нему. Он мечтал об ином деле, и сердце его было все-таки не здесь, не в стеклянной конторе, а в маленькой лаборатории, построенной в недоступном для посторонних глаз углу фабрики, за толстой каменной стеной. Здесь проводил Отто свободные часы. Сюда свозились все газовые машины, созданные отдельными конструкторами и построенные различными фирмами; тут они изучались неутомимым изобретателем, испытывались и сдавались потом в музей, ставший впоследствии одной из достопримечательностей фирмы.

История создания газового двигателя и методы работы Отто чрезвычайно характерны для своего времени. Не имея ни теоретического багажа, ни серьезного практического опыта, Отто ощущал только в полной мере запрос своего времени и стремился к тому, чтобы нажить на



*Свободные часы Отто проводил в своей маленькой лаборатории.*

нем. В его работах нет блеска гения, сверкающего проникновением в природу вещей, но зато они исполнены постоянством стремления.

Все чаще и чаще в эти поздние вечера и бессонные ночи мысли Отто возвращались к его первоначальной идее — четырехтактной газовой машине прямого действия. Атмосферный двигатель принес изобретателю большой опыт. Теперь он знал, что спокойный ход двигателя достигается только при работе на бедной газовой смеси, хотя при такой смеси часто и не получается своевременного взрыва. Первая задача поэтому сводилась к тому, чтобы достичь надежного зажигания в цилиндре при работе бедной газом смесью. Решение этой задачи долго не давалось запертому в своей стеклянной конторке купцу.

Но вот однажды, глядя через стекла конторки на дым фабричной трубы, выходявший сначала густыми клубами, а затем постепенно рассеивавшийся, Отто вдруг сообразил, что можно впускать в цилиндр в такой же последовательности горючую смесь, сначала бедную, а затем более насыщенную газом, с тем чтобы в момент зажигания, в месте его действия, находилась как раз богатая газом смесь.

Как только эта догадка явилась, торговые книги были отложены в сторону и Отто всецело ушел в работу над изучением рабочего процесса в двигателе с неоднородной газовой смесью. Прежнюю идею четырехтактного двигателя Отто ведь и оставил только потому, что не мог добиться спокойного хода. Теперь, когда, казалось, задача была решена, Отто принялся за разработку своей первоначальной конструкции.

В начале 1876 года построенная Даймлером по указаниям Отто опытная машина была доставлена ему в лабораторию и здесь подверглась предварительным испытаниям. Испытания прошли блестяще. В следующем, 1877 году Отто взял патент на рабочий процесс двигателя, состоящий из четырех моментов: всасывания газовой смеси в цилиндр, сжатия смеси, взрыва ее и выпуска отработавших продуктов сгорания.

Надо заметить, что Отто отнес успех новой конструкции за счет замедленного сгорания. В действительности весь успех новой машины зависел от предварительного сжатия. От замедленного сгорания очень скоро пришлось

вовсе отказаться, так как при дальнейших опытах выяснилось, что оно на деле не достигается и только усложняет конструкцию.

В этой ошибке было одно достоинство: она вернула машиностроителей к новой попытке осуществить четырехтактный рабочий процесс. На этот раз, при помощи Даймлера и Лангена, Отто и удалось построить одноцилиндровый четырехтактный газовый двигатель.

В 1878 году предстояло открытие третьей Всемирной выставки в Париже. Компаньоны решили впервые показать новый двигатель именно здесь. Конечно, к этому толкали успех атмосферного двигателя на предыдущей выставке и приглашение Рело.

Легко себе представить, с какой тщательностью был сконструирован этот выставочный двигатель, над которым работали Даймлер, Ланген и Отто. Успех нового двигателя был обеспечен. Двигатель Отто Рело объявил «величайшим изобретением в области двигателей со времен Уатта, которое будет иметь влияние на все будущее развитие двигателей».

Действительно, возможность использования газовых двигателей как универсальных двигателей крупной промышленности явилась только теперь, когда был изменен рабочий процесс в двигателе внутреннего сгорания, а именно: было введено предварительное сжатие смеси перед зажиганием. Этот принцип лег в основу всего последующего моторостроения. С этого момента открылось истинное значение двигателей внутреннего сгорания и началось внедрение их во все области промышленности и транспорта.

Рабочий процесс, совершившийся в цилиндре нового двигателя, получил название «цикла Отто». Цикл этот заключается в следующем.

Допустим, что в цилиндре двигателя поршень находится в верхнем крайнем своем положении. В этом положении между поршнем и крышкой цилиндра остается промежуток, представляющий камеру сжатия. В дне цилиндра имеются грибообразные клапаны, головки которых прикрывают отверстия. Клапаны удерживаются в закрытом состоянии пружинами. В нужный момент они открываются при помощи кулачков на валу. Кулачки приводятся в движение самой же машиной.



Двигатель пускается в ход посторонней силой. Пока поршень движется вниз, выпускной клапан остается закрытым, впускные же клапаны приподнимаются, и через один из них всасывается в цилиндр газ, через другой — воздух. Газ и воздух образуют в цилиндре горючую «рабочую» смесь. Этот первый ход поршня называется «первым тактом» или «ходом всасывания».

К концу первого хода впускные клапаны закрываются, а поршень движется вверх, сжимая при этом рабочую смесь, запертую в цилиндре в камере сжатия, примерно до одной пятой ее первоначального объема. Это — второй такт, или ход сжатия.

Когда смесь подверглась сжатию, она зажигается в камере сжатия электрической искрой и взрывается, то есть быстро сгорает, выделяя при этом теплоту. Благодаря выделению теплоты происходит расширение газообразных продуктов сгорания, вследствие чего максимальное давление получается в тот момент, когда поршень находится в крайнем верхнем своем положении и газы с силой толкают поршень. Это — третий такт, или рабочий ход. При нем все клапаны закрыты. Поршень приводит в движение через кривошип вал двигателя с маховиком.

Когда поршень дошел до конца, открывается выпускной клапан, и поршень, двигаясь обратно, выгоняет отработавшие газы наружу. Это — четвертый такт, или выхлоп.

Четыре такта и составляют рабочий процесс. Далее приводимый в движение уже инерцией маховика двигатель повторяет снова весь цикл. В этом цикле, как видно, имеется лишь один рабочий ход на четыре хода поршня. Но на валу двигателя получается спокойное и равномерное вращательное движение благодаря маховому колесу большого веса.

Сжатие рабочей смеси перед зажиганием чрезвычайно повысило коэффициент полезного действия в новом двигателе Отто. Уже первые машины, выпущенные заводом «Отто-Дейтц», по коэффициенту полезного действия на семнадцать-восемнадцать процентов превосходили паровые машины такой же мощности.

Атмосферные машины были сняты с производства. За это время завод выпустил их свыше десяти тысяч. Тем не менее с ними было покончено навсегда: никто из последующих конструкторов и не пытался возродить их

к жизни, ибо нельзя было внести в них ничего нового, что могло бы поставить их вровень с четырехтактными двигателями.

Сначала завод выпускал маломощные двигатели — они заменяли атмосферную машину. Но затем развитие четырехтактного газового двигателя пошло по линии увеличения мощности. Появились двигатели мощностью в 10 лошадиных сил, через два года были построены двигатели в 50 лошадиных сил с двумя цилиндрами. Распространение новых двигателей шло с невероятной быстротой. В течение последующих двадцати лет по патенту Отто было построено сорок две тысячи двигателей, общая мощность которых составляла, однако, только 170 тысяч лошадиных сил. Это был двигатель мелкой, кустарной промышленности, и в этом крылся секрет его успеха.

Английские и французские предприниматели, строившие двигатели по патенту Отто, не слишком долго выплачивали изобретателю премию за пользование патентом. Со всех концов мира к Отто начали предъявлять претензии многочисленные изобретатели двигателей, работавших на светильном газе. Деятельность этих изобретателей не пошла дальше получения патентов. О них никто не вспоминал до той поры, пока патенты не понадобились для предъявления исков счастливому немцу.

Претензии отдельных лиц энергично поддерживали промышленники: они добивались свободного производства машин, оказавшихся столь ходкими. Претензии эти могли иметь место тем более, что основные принципы двигателя Отто не были совершенно новыми и неизвестными. В своих двигателях двойного действия Барнет также подвергал смесь сжатию. Оказалось, что и весь четырехтактный цикл с точным указанием на принцип сжатия несколько раньше описал профессор Бо де Роша, выпустивший во Франции еще в 1862 году литографированную брошюру по этому вопросу.

Предшественники Отто не смогли преодолеть трудностей при осуществлении своих идей, а иногда, как Бо де Роша, только ограничивались их изложением.

Идеи эти были прочно забыты, и, во всяком случае, для самого Отто литографированная тетрадка Бо де Роша явилась совершенной новостью.

Все эти забытые патенты и рукописи извлекли из не-

бытия услужливые агенты конкурирующих фирм, для того чтобы добиться аннулирования патентов Отто по суду.

Начались бесконечные процессы. Жизнь Отто была отравлена. Не будучи ни в чем виноватым, он чувствовал себя преступником. Напрасно Ланген убеждал его относиться спокойно ко всем этим судебным процессам, которые обязательно сопровождают всякий успех. Отто, мечтавший дожить до последнего дня своей жизни с репутацией честного купца, забросив свои остальные дела, занимался теперь только оспариванием исков. Он не мог ни о чем больше думать, ни о чем говорить. Он доставал документы, разыскивал свидетелей своих первых опытов. Все было напрасно. Как ни ясны были для всех заслуги Отто, как ни подтверждал он свои права на изобретение, в результате длительного судебного процесса германский патент Отто был аннулирован.

Аннулирование патентов Отто дало возможность беспрепятственно строить газовые двигатели повсюду. Но дела фирмы «Отто-Дейтц» нисколько не пострадали. Большая часть заказчиков предпочитала иметь дело с фирмой, уже зарекомендовавшей себя качеством своей продукции.

Исход процесса нисколько не повлиял и на отношения компаньонов. Но решение суда произвело ужасное впечатление на самого Отто. С этих пор вся последующая его жизнь ушла на ведение бесплодных и унижительных споров о том, кому принадлежит в действительности честь изобретения.

Между тем, не замечаемый больше самим изобретателем, успех газовых двигателей возрастал беспрестанно. Они обслуживали теперь не только мелкие предприятия, но и городские электростанции, где двигатели непосредственно соединялись с динамо-машинами. Наконец осуществилась интересная попытка применить газовый двигатель на железнодорожном транспорте.

В 1890 году немецкий инженер Люриг построил вагон с газовым двигателем. Вагон курсировал на Дрезденской городской железной дороге. В нем помещалось несколько резервуаров с газом, сжатым до шести атмосфер. Специально сконструированные на заводе «Отто-Дейтц» двигатели находились под сиденьями в середине вагона. Валы их связывались с осями посредством цепей Галля. На

крыше вагона находился резервуар с водой для охлаждения цилиндра. Опытный вагон работал хорошо. На газовые железные дороги возлагались большие надежды, и вскоре появилась специальная линия с газоходами в Дессау. Газ к станции подводился от городского газового завода. Линия имела длину в четыре с половиной километра и обслуживалась десятью вагонами-газоходами системы Люрига. Однако дальнейшего развития газовый транспорт не получил. Газоходы были вытеснены с городских дорог электрическими трамваями.

С появлением новых систем тепловых двигателей газовые двигатели продолжают занимать почетное место среди них. В настоящее время они достигли больших мощностей, до 10 000 лошадиных сил. С особым успехом они применяются там, где имеются дешевые природные газы и газы, являющиеся отходами производства, как, например, колошниковые газы доменных печей.

Применение газовых двигателей еще при жизни Отто вышло далеко за пределы городов, где имелся светильный газ. Они перешли на работу «генераторным» газом во многих областях промышленности, но революцию в транспорте произвели двигатели, работающие на жидком топливе.

Отдавая должное заслугам Отто, «Немецкое общество инженеров» назначило свой очередной годовой съезд в Кельне, чтобы чествовать Отто по случаю присуждения ему Вюрцбургским университетом почетного звания доктора-инженера.

Но силы изобретателя подходили к концу. За месяц до съезда, 26 января 1891 года, Отто умер.

### **3. НИЗКИЕ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ**

#### *Даймлер*

Готлиб Даймлер, главный инженер завода «Отто-Дейтц» в Кельне, не был похож на своих современников. Вооруженный большими теоретическими знаниями и огромным конструкторским опытом, он не производил, как его предшественники, разнообразных экспериментов в поисках пути к осуществлению той или иной идеи. Он ока-

зался одним из первых инженеров, подошедших к разрешению технических задач во всеоружии широкого технического кругозора и международного практического опыта машиностроения.

Вся жизнь его была только школой, в которой он учился своему мастерству.

Даймлер родился 17 марта 1834 года в Шорндорфе, маленьком селении королевства Вюртембергского, в семье пекаря и виноградаря Иоганна Даймлера.

По окончании средней, так называемой «латинской», школы, подготавливавшей мелкое чиновничество для немецких бюрократических учреждений, он должен был стать секретарем городского совета. Этого очень хотелось его отцу. Кустарь-пекарь считал, что большей чести семье сын не мог бы принести, как заняв эту должность.

Однако маленький веснушчатый, рыженький Готлиб Даймлер нисколько не стремился к канцелярской работе. Его влекла к себе механика. Уступая страстному желанию сына, махнув рукой на свои несбывшиеся мечты, отец отдал четырнадцатилетнего мальчика в ученики к оружейному мастеру Райтелю.

За три года пребывания у Райтеля Даймлер постиг все тонкости оружейного мастерства и, получив соответствующий диплом, поступил в оружейную мастерскую Вильке в Штутгарте. Здесь урывками он стал посещать политехническую школу и в двадцать пять лет, сдав экзамены, получил свидетельство об окончании в ней курса.

Объятый любопытством и жаждой практических знаний, не имея никаких средств и полагаясь лишь на свое ремесло, он отправился во Францию и оттуда в Англию, где работал на разнообразных машиностроительных заводах.

Он пробыл в Англии около четырех лет, познакомился со всеми отраслями машиностроительной техники и вернулся в Германию одним из самых сведущих и передовых инженеров. В Карлсруэ, где он начал работать, репутация эта за ним утвердилась очень прочно. И, когда Эуген Ланген, тщательно перебирая всех кандидатов, искал для своего предприятия инженера, способного перестроить производство при расширении завода «Отто-Дейтц», выбор его остановился на Даймлере.

Он не ошибся в своем выборе.

Даймлер начал работать с Отто и Лангеном в 1872 году и оставался на заводе десять лет. Ему как конструктору был многим обязан Отто. Даймлеру же как организатору, поставившему производство на небывалую высоту, обязан был своим успехом и завод. И тем не менее этому мастеру техники все-таки пришлось покинуть предприятие, где бережливость, осторожность и узкий расчет душили инициативу, связывали изобретателя по рукам и ногам. Даймлер рвался осуществлять собственные идеи, а его заставляли работать над воплощением в жизнь идей Отто и Лангена, как рядового конструктора и механика. Высокий оклад и почетное положение не могли его вознаградить. Техника была его душевной страстью.

Компаньоны очень высоко ценили своего главного инженера, вдохновляющего предприятие, но немножко презирали его за непрактичность в денежных делах. Даймлер был бы совершенно одиноким среди людей, не замечавших, не понимавших ограниченности своего класса, если бы не опирался духовно на подобранный им штат помощников.

Здесь, в Дейтце, Даймлер близко сошелся с Майбахом, которого он рекомендовал фирме и привез с собой из Карлсруэ в качестве конструктора.

Майбах прошел своеобразную жизненную школу. Он родился в семье столяра из Нейльбронна и воспитывался в «Братском доме» как сирота. В пятнадцать лет его отправили на принадлежавший «Братскому дому» машиностроительный завод в Кетлингене учеником чертежного бюро. Здесь он учился в вечерней школе, и этим закончилось бы его образование, если бы он сам не занялся его продолжением, посещая уроки частных преподавателей.

Членом правления «Братского дома» в это время был Даймлер. Встретившись с молодым чертежником, он угадал в нем незаурядного человека и перевел Майбаха на производственную работу, затем пригласил в Карлсруэ и оттуда в Дейтц.

Конечно, Даймлер имел на своего товарища огромное влияние. Следуя его заразительному примеру, Майбах во время пребывания в Дейтце предпринял поездку в Америку с целью пройти там на заводах практический курс машиностроительного искусства.

Он посвятил себя настолько полно достижению этой

единственной цели, что, когда после возвращения на родину его спросили, лучше ли немецкое пиво, чем американское, он ответил смущенно:

— Я не знал, что там есть пиво! Мне это не приходило в голову.

Даймлер не ошибся. Конструкторский талант Майбаха пригодился не только Отто и Даймлеру. В конце своей жизни Майбах помогал графу Цеппелину, построившему знаменитые дирижабли, в установке на них двигателей.

Ланген и Отто смотрели на созданный ими газовый двигатель глазами предпринимателей и видели в нем только объект производства. Даймлер и Майбах подошли к двигателю внутреннего сгорания как инженеры, вооруженные широким техническим кругозором. Естественно, что они видели все в ином свете, чем владельцы завода.

Подобно тому как паровая машина всецело связана с паровым котлом, газовый двигатель находится в теснейшей зависимости от газогенератора. Распространению газовых двигателей во многих областях промышленности препятствовали отсутствие на месте газового завода и необходимость обзаводиться громоздкой газогенераторной установкой для переработки того или иного топлива в генераторный газ.

Поэтому уже при возникновении газовых двигателей стали думать о постройке удобных, простых, легких газогенераторов. Одновременно начались попытки применять вместо светильного газа газообразные пары жидкого топлива — бензина и керосина прежде всего.

Опыты такого рода производил уже Ленуар. Один типографщик во Франкфурте-на-Майне, по имени Крутгоффер, первый покупатель атмосферного двигателя, пытался заменять светильный газ водородом и этиленом.

Довольно известный венский изобретатель Маркус вырабатывал нужный для двигателя газ из керосина. Для этого он сконструировал специальный аппарат, смешивавший пары керосина с воздухом при впуске его в цилиндр.

В Дейтце также делались попытки подобного рода. Больше всего испытывались пары бензина. Опыты производились довольно грубо. Брали паклю, намоченную бензином, и просто держали ее перед всасывающим клапаном. Один из таких опытов окончился взрывом, к счастью не причинившим большого вреда. Даймлер отделался вол-

дырями на руках, Отто на месяц лишился своей благообразной бороды.

Впоследствии Ланген сконструировал испарительный аппарат и даже установил в своем имении для водоснабжения атмосферный двигатель, работавший парами бензина, а не генераторным газом.

Все эти опыты не преследовали никакой определенной цели и не имели практического значения до тех пор, пока Даймлер не связал их с идеей применения двигателя внутреннего сгорания на транспорте.

Времена Тревитика, когда не было для автомобиля ни дорог, ни покупателей, давно прошли. Городское население возросло повсюду настолько, что транспорт для поездки с одного конца большого города на другой стал первейшей необходимостью. Трамваи и «конки» — вагоны с конной тягой — не могли удовлетворить всем разнообразным потребностям движения. К тому же ускорившийся темп жизни требовал быстроходного транспорта не только на городских улицах. Нужда в скорой междугородной связи возрастала вместе с ростом населения в европейских странах.

Легкий, быстроходный, удобный транспорт был нужен как воздух. Паровые и электрические автомобили не могли разрешить задачу даже вполнину. Неуклюжие паровые автомобили использовались лишь на немногих пригородных линиях. Лондонская полиция обзавелась электрическими экипажами, где электродвигатели питались током от аккумуляторов.

Городское и пригородное движение, как пассажирское, так и грузовое, в основном продолжал обслуживать довольно нечистоплотный, медлительный и маломощный конный транспорт.

Мысль применить двигатель внутреннего сгорания для самодвижущейся повозки, которая была столь необходима городскому транспорту, возникла у Даймлера и нашла себе поддержку у Майбаха.

— Я думаю, над этим стоит поработать, — сказал он. — И это будет нам по силам.

Легко было согласиться с техническими идеями учителя, но вопрос о самостоятельном осуществлении их заставил осторожного Майбаха задуматься. Тяжелая жизненная школа сделала из него человека осмотритель-



ного. Он предпочитал опираться на других, нежели идти самостоятельно.

— Хватит ли наших средств? — заметил он. — Не лучше ли предложить заняться этим вместе с нами Отто и Лангену?

Мысль эта приходила в голову и Даймлеру. Он не был уже столь молодым и беспечно-самонадеянным, чтобы верить без колебаний и сомнений в успех своего предприятия. К тому же превосходное оборудование завода и штат прекрасных мастеров могли бы очень облегчить и ускорить работу в Дейтце. Он усмехнулся, погладил свою лысину, напоминая ему о возрасте, и ответил:

— Десять лет назад, конечно, я не стал бы об этом думать, но сейчас... Пожалуй, ты прав, старый приятель! Попробуем столкнуться с нашими патронами.

Переговоры с Отто и Лангеном, однако, не привели ни к чему. Завод не нуждался в новых объектах производства, он едва справлялся со своими заказами. Возня с новой машиной, как отлично по опыту знали компаньоны, могла привести столько же к успеху, сколько и к неудаче. Но уже обязательно с ней были связаны риск и большие расходы.

— Пусть занимается этим кто-нибудь другой! — решительно отвечал Ланген за себя и своего компаньона. — Я не только не возьму на себя нового дела, но не посоветую братья за него ни одному своему приятелю.

Даймлер все-таки остался при своем. Он заявил, что бросает службу в Дейтце. Компаньоны предпочли расстаться с главным инженером, нежели рисковать вместе с ним.

В 1882 году Даймлер и Майбах покинули Дейтц.

Собрав все свои средства, Даймлер приобрел мастерские в Каннштатте, близ Штутгарта, и, не медля ни дня, ни часа, взялся за работу.

Друзья работали недолго. Осуществление нового двигателя было подготовлено предшествующим развитием моторостроения, а нуждался в нем не только наземный, но и нарождавшийся воздушный транспорт. Для установки двигателя на повозке нужно было только уменьшить его вес, увеличить число оборотов и освободить от газогенератора. Огромный опыт Даймлера помог преодолеть затруднения.

Сначала был построен опытный стационарный двигатель с простейшим испарительным аппаратом и калильной трубкой для зажигания. Работал он на бензине. Горючая смесь также подвергалась предварительному сжатию, но невысокому, не более чем в пять раз против первоначального объема при впуске. Двигатель Даймлера сохранил основные черты газового двигателя и работал по тому же четырехтактному циклу, но число оборотов Даймлер довел до восьмисот в минуту. Этот одноцилиндровый двигатель был снабжен карбюратором — аппаратом, в котором испарялся и в нужной пропорции смешивался с воздухом бензин. Карбюратор был элементарно прост и представлял собой ящик, в который наливался бензин. Через слой бензина двигатель засасывал воздух, который при этом и насыщался парами бензина. Предполагалось, что вследствие тряски при движении экипажа бензин будет взбалтываться и парообразование бензина пойдет еще энергичнее, а смесь, поступающая в цилиндр, будет еще более однородной и насыщенной.

При всем своем несовершенстве опытный двигатель оказался вполне работоспособным. Опыты с ним прошли так хорошо, что Даймлер весело принялся за постройку транспортного двигателя, причем он точно еще не знал, что это будет за транспорт.

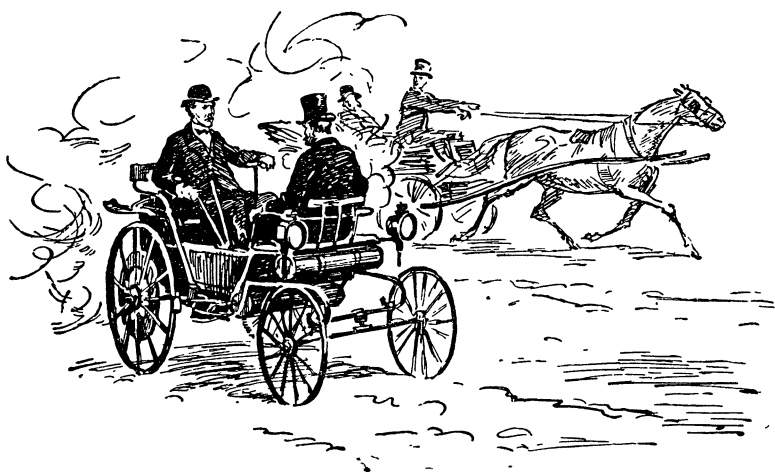
Взяв в 1885 году патент на применение своего бензинового двигателя для транспорта вообще, Даймлер одновременно построил локомотив для узкоколейных заводских подъездных путей, а также моторный пассажирский вагон. Пробный вагон курсировал в Вюртемберге на Кирхгеймской железной дороге, а локомотив некоторое время обслуживал внутривозводской транспорт на заводе «Отто-Дейтц». В то же время у себя в Каннштатте Даймлер построил моторный велосипед и вслед за тем установил двигатель на обыкновенном извозчиьем экипаже.

В ноябре 1885 года первый мотоцикл бойко пробежал по саду, окружавшему мастерскую Даймлера. Изобретатель, управлявший им, и Майбах, бежавший вслед, были в восторге.

— Ну, дело сделано! — сказал Майбах, помогая другу сойти с тряского экипажа. — Теперь будем изучать недостатки и займемся их устранением!

После недолгих опытов с мотоциклом изобретатели

приобрели обыкновенную извозчицью дышловую пролетку и установили на ней свой двигатель с карбюратором. Автомобиль был далек от совершенства — колеса остались деревянные, передачу от мотора к оси сделали ременной — но на пробных поездках автомобиль все же развивал скорость до восемнадцати километров в час.



*Изобретатели приобрели извозчицью пролетку и установили на ней свой двигатель.*

Как видите, бензиновый двигатель был связан с автотранспортом уже в час своего рождения. Даймлер указал все области применения своего двигателя, построив коляску, вагон и локомотив, но этот эффектный жест, обнаруживший в изобретателе человека с огромным размахом и инициативой, не избавил изобретения от обычной участи. Никто не спешил в Каннштатт покупать патент Даймлера, никто не слал телеграмм с заказами.

— Мы постучали во все двери, — сказал, смеясь, Даймлер, — но, может быть, нас не услышали. Давай стучать изо всех сил!

Найти предпринимателей, которые заинтересовались бы локомотивом или моторным вагоном, так и не удалось. Даймлер возложил все надежды на автомобили и стал

строить их в своей мастерской в Каннштатте. Дело это носило, однако, столь кустарный характер, что на большой успех рассчитывать было смешно.

Однако потребность в автомобиле ощущалась повсюду и не одним Даймлером. Почти одновременно с ним другие конструкторы — Маркус, Карл Бенц, Опель — патентовали автомобили, построили их, хотя и с меньшим успехом, чем Даймлер: особенно плохо работало электрическое зажигание горючей смеси. Однако впоследствии, начав промышленное производство своих автомобилей, Опелю и Бенцу удалось устранить недостатки первых машин и в распространении их значительно обогнать Даймлера.

Еще дальше своих европейских товарищей в этом направлении пошел Генри Форд, американский предприниматель и конструктор. В своей книге «Моя жизнь и мои достижения» Форд рассказывает, что еще двенадцатилетним мальчиком, увидев как-то на ферме своего отца паровой локомобиль, передвигавшийся собственными силами по простой дороге, он подумал о том, что можно ведь построить и для перевозки людей экипаж, приводимый в движение машиной, находящейся на нем самом.

Спустя несколько лет, работая экспертом по сборке и починке локомобилей, Форд пытался сконструировать легкий паровой автомобиль, но убедился, что паровая машина для него мало пригодна. В 1885 году, разбирая в Детройте двигатель Отто, Форд заинтересовался вопросом, как применить этот двигатель для транспорта. Прежде всего надо было облегчить его вес. Форд выбросил маховое колесо, ввел два цилиндра и в 1893 году пустил в ход свою первую «газолиновую тележку».

Если бы Форд знал получше творческую историю двигателя, он, конечно, не приписывал бы себе больших заслуг в этом деле как изобретателю.

Не встретив у себя на родине никакого сочувствия, двигатель Даймлера заинтересовал французскую машиностроительную фирму «Панар-Левассер». По лицензии Даймлера она начала строить автомобили. Став промышленным изделием, автомобили «Панар-Левассер» быстро улучшились во всех отношениях и нашли себе широкий сбыт.

Первые автомобили были простыми, обычного извозчичьего типа экипажами, в задней части которых поме-

щался двигатель. Прошло не менее двух десятков лет, прежде чем автомобиль начал приобретать современный вид.

Желая избавить пассажиров от запаха бензина, первые конструкторы помещали двигатель позади сиденьев. Говорят, однако, что смешной случай, происшедший с одним пионером автомобилизма, заставил перенести двигатель вперед. Автомобили не имели холостого хода, и, запустив двигатель, нужно было успеть вскочить в коляску, которая тотчас же трогалась с места. Анекдотический шофер, запустив двигатель, не успел сесть в свою машину, и она ушла от него при громком хохоте зрителей. Шла она с такой быстротой, что догнать ее было невозможно, и дело кончилось катастрофой: машина свалилась в канаву и разбилась.

В 1890 году Даймлеру удалось и на родине найти людей, согласившихся вступить с ним в компанию. Они организовали «Акционерное общество двигателей Даймлер» и начали производство автомобилей и бензиновых двигателей с низкими степенями сжатия, получившими ныне огромное распространение.

С этого времени развитие автомобильной промышленности пошло вперед такими темпами, что к пятидесятилетию создания первого автомобиля в мире насчитывалось уже тридцать пять миллионов автомобилей, и в некоторых странах сеть автомобильных сообщений значительно превосходила железнодорожную. Сейчас в мире насчитывается более ста миллионов автомашин.

Нововведения и усовершенствования, вводимые отдельными конструкторами, повышали технические и эксплуатационные свойства автомобиля чрезвычайно быстро. Трудно найти другую область промышленности, которая могла бы по скорости своего развития сравниться с автостроительной.

Скорость автотранспорта возрастала с изумительной быстротой.

За год до смерти Даймлера гонщик Шаррон на автомобиле «Панар-Левассер» прошел расстояние между Парижем и Бордо уже со средней скоростью в пятьдесят километров в час.

— Мы неплохо сделали свое дело, Майбах, — говорил Даймлер своему другу, — не совсем зря прожили жизнь.

Я думаю, что мы положили начало громадному делу и нас с тобой не забудут.

6 марта 1900 года там же, в Каннштатте, Даймлер умер.

Он был прав. Как только была найдена основная область применения бензинового двигателя — транспорт. — распространение его пошло быстрыми темпами.

Бензиновый двигатель положил начало механизации сельского хозяйства введением трактора. Появились грозные военные машины — танки. Наконец благодаря созданию бензинового двигателя была осуществлена и тысячелетняя мечта человечества — авиация. Однако и до сих пор в этих двигателях степень сжатия не превышает пяти — семи, то есть горючая смесь перед воспламенением сжимается до одной пятой — одной седьмой своего объема; при таком предварительном сжатии после сгорания давление расширяющихся газов значительно возрастает.

Точные подсчеты показали, что чем больше смесь сжимается перед зажиганием, тем большая часть теплоты превращается в работу: при высокой степени сжатия получается большее расширение газов после воспламенения и уменьшается потеря теплоты.

Казалось, что конструкторы новых двигателей и должны были идти все дальше и дальше в увеличении степени сжатия. Однако степень сжатия оставалась и остается до сих пор в двигателях, работающих по циклу Отто, не выше семи. Дело в том, что с увеличением сжатия слишком разогревающаяся смесь взрывается раньше времени, что резко уменьшает мощность двигателя.

Таким образом, изобретательская мысль замкнулась в определенном круге технических возможностей, и последователям Отто оставалось лишь развивать его идею.

Найдя себе широчайшее применение в автомобильном и воздушном транспорте, бензиновые двигатели не привились в качестве стационарных двигателей главным образом вследствие их небольшой мощности, малой экономичности, сложности устройства зажигания и дороговизны топлива.

В то же время в России инженером Е. А. Яковлевым был создан еще один тип двигателя внутреннего сгорания — керосиновый двигатель.

Русский конструктор исходил из потребностей мелкой кустарной промышленности и сельского хозяйства, нуждавшихся в небольшом, экономичном, легко переносимом универсальном двигателе, с одной стороны, а с другой — из наличия в стране превосходного по качеству знаменитого «русского керосина», выработку которого, как известно, первыми в мире начали братья Дубинины на Северном Кавказе в 1823 году.

Братья Дубинины предложили способ «очистения черной нефти», превращения нефти в «белую нефть», то есть керосин, и тем положили начало новой огромной отрасли промышленности.

Крупный деятель нефтяной промышленности прошлого века инженер-химик В. А. Рагозин справедливо писал по этому поводу в своей книге «Нефть и нефтяная промышленность»:

«В то время, когда еще патентованные ученые Европы смотрели на нефть как на материал, годный лишь для «обмазки колес и других машин», в горах Северного Кавказа люди, ближе стоящие к жизни и наблюдавшие вещи непосредственно, работали уже над «превращением черной нефти в белую», то есть над перегонкой нефти и получением из нее продуктов дистилляции, более пригодных для освещения, чем сырая нефть. Люди эти — братья Дубинины, крестьяне графини Паниной, Владимирской губернии, Гороховецкого уезда, села Нижнего Ландика, и им принадлежит по праву имя основателей керосинового производства».

Демонстрировавшиеся на всех выставках Петербурга и Москвы двигатели Яковлева представляли собой четырехтактные вертикальные двигатели внутреннего сгорания, топливом которым служил обыкновенный керосин. Очень интересно была разрешена конструкция испарителя, в котором для нагревания испарительной чугунной коробки была использована теплота отработавших в цилиндре газов. Самый испаритель представлял собой чугунную коробку, состоящую из ряда наклонных плоскостей, по которым стекал поступающий в испаритель керосин. Так как нагревание испарителя шло через стенки отработавшими газами, то смешение паров керосина с этими газами было невозможно.

Те же отработавшие газы Яковлев использовал и для

подогрева воздуха, поступающего в испаритель, что, в общем, вело к повышению температуры горючей смеси еще до ее воспламенения. Зажигание смеси в двигателе Яковлева производилось раскаленной фарфоровой трубкой, которая поддерживалась в раскаленном состоянии керосиновой горелкой, помещавшейся в кожухе, выложенном асбестом.

В отличие от всех других двигателей внутреннего сгорания того времени, в двигателе Яковлева регулировалась не подача газа или бензина, а сама поступающая в цилиндр горючая смесь.

Совершенно оригинально были сконструированы Яковлевым клапанная коробка, клапаны и прочие детали двигателя.

Керосиновые двигатели были экономичнее паровых и одинаковы с газовыми, но представляли значительно большие удобства для мелкой промышленности и сельского хозяйства, особенно в России, где газовых заводов было не более десятка и обслуживали они только освещенные в крупнейших городах.

Распространению этих двигателей, однако, помешали появившиеся вскоре дизель-моторы, получившие теперь название двигателей тяжелого топлива, в отличие от керосиновых и бензиновых двигателей, относящихся к разряду двигателей легкого топлива.

## 4. ВЫСОКОЕ СЖАТИЕ

### *Дизель*

Ранней весной 1878 года Карл Линде, профессор и изобретатель холодильной машины, читал в Мюнхенской высшей технической школе свою обычную лекцию по термодинамике.

В это солнечное утро профессор Линде рассказывал слушателям необычайные вещи. Со свойственным ему искусством он излагал теорию идеального теплового двигателя Карно. Высокий показатель полезного действия теплового двигателя, по мнению Карно, возможен был лишь в одном случае: если процесс сгорания в двигателе будет происходить «по изотерме», то есть при постоянной



температуре, не изменяющейся во все время рабочего процесса. Обратив внимание слушателей на исключительную экономичность идеального двигателя Карно, лектор указал на поразительно малый коэффициент полезного действия паровых машин.

— Наши паровые машины, — заметил он, — над которыми в течение столетия работали лучшие умы человечества, имеют коэффициент полезного действия всего в десять — двенадцать процентов, и то при условии, если мощность их не ниже тысячи лошадиных сил. Машины меньшей мощности имеют еще более низкий коэффициент. Лучший наш паровоз, — смеясь, добавил он, — работающий без конденсатора, превращает в полезную работу только пять процентов всего тепла горения. Из этих пяти процентов одна пятая часть теряется еще на трение механизмов, так что только четыре процента первоначальной теплоты превращаются в механическую работу, остальные девяносто шесть процентов в полном смысле слова вылетают в трубу...

Столь ничтожное использование тепловой энергии сжигаемых в топках паровых котлов угля и нефти привело аудиторию в изумление. Один из слушателей был совершенно потрясен. Он наклонился к своей тетради, где записывал вычисления и формулы, и на полях ее торопливо записал:

«Изучить возможность применения изотермы на практике».

Этот слушатель был Рудольф Дизель.

В те годы студенты в аудиториях рассаживались на скамьях по алфавиту. Рядом с Дизелем сидел маленький русский слушатель Георгий Филиппович Депп. Он искоса взглянул на своего соседа и на запись, сделанную им. Конечно, ему, как и самому Дизелю, не пришла в голову мысль о том, что эта беглая запись в студенческой тетради определила в тот час жизненный путь Рудольфа Дизеля, положила начало размышлениям, в результате которых много лет спустя явился удивительный плод теории, открывший новую страницу в истории мировой техники.

Рудольф Дизель родился 18 марта 1858 года в Париже, где жил и рос, как француз, хотя был он сыном немецкого ремесленника, владельца переплетной мастерской, двадцать лет назад поселившегося во Фрапции.

Это был тихий, немножко угрюмый и замкнутый, но умный, аккуратный, послушный и исполнительный мальчик. Он был трудолюбив, настойчив и любил доделывать все до конца. Возвращаясь из школы, он помогал отцу в мастерской или разносил исполненные заказы по отдаленным уголкам огромного города. Париж он знал так же хорошо, как улицу, на которой жил. Этот город, суетливый и шумный, мальчик любил не менее своего отца. И отец и сын, конечно, были более французами, чем немцами.

Однако во время франко-прусской войны Теодору Дизелю и его семье пришлось бежать из Парижа.

Дизели поселились в Англии, думая переждать здесь грозное время и скоро вернуться в свою брошенную мастерскую. Надежды эти не оправдались. Без средств и работы беженцы застряли здесь надолго.

Чтобы избавиться от лишнего рта в семье, родители вынуждены были отправить маленького Рудольфа в Германию к родственникам, которые могли позаботиться о его будущем. И вот двенадцатилетний мальчик, правда отлично разговаривавший по-немецки, по-французски и по-английски, один отправился на родину своего отца. Невероятный путь этот не был забыт путешественником никогда. Именно из этого путешествия вынес Дизель не покидавшее его впоследствии никогда золотое убеждение в том, что нет в жизни непреодолимых трудностей и рано или поздно может быть достигнута намеченная цель.

Юноша поселился в доме своего дяди, профессора Барникеля, в Аугсбурге. Здесь он окончил реальное училище, а затем поступил в техникум. Отсюда, как выдающийся ученик выпускного класса, он был переведен в Мюнхенскую высшую политехническую школу, где ему дали стипендию. Новый студент удивил блестящим знанием французского языка директора школы, и тот пригласил Дизеля сопровождать его семью в Париж. Получив с побежденной страны огромную контрибуцию, Германия теперь стремилась к установлению с французами экономических отношений, и поездки в Париж были модным развлечением немецких буржуа.

К этому времени родители Дизеля вернулись во Францию. Рудольф принял предложение и отправился в Париж.

Огромный город оправлялся с изумительной быстротой.

Разгромленный в гражданской войне пролетариат не мог оказать сопротивления нападающему капиталу. Беспощадная эксплуатация процветала всюду. Дельцы спешили использовать положение победителей.

Но маленькие дела Теодора Дизеля были плохи. Разбитый, жалкий старик согласился отправиться с сыном в Мюнхен. И вот для Рудольфа Дизеля наступила пора постоянных забот и беспокойства за себя, за отца и мать, очутившихся на его руках. Эти горькие годы усиленных занятий по ночам, беганья по грошовым урокам, выпрашивания стипендий всю жизнь потом напоминали о себе Рудольфу Дизелю головными болями и безумным страхом перед бедностью и нищетой.

Маленькой заметкой на полях студенческой тетради, сделанной на лекции Линде, Рудольф Дизель определил весь свой дальнейший жизненный путь. В том же 1878 году он окончил школу в Мюнхене. По рекомендации своего учителя Дизель отправился на машиностроительный завод фирмы «Братья Зульцер» в Винтертур в качестве практиканта.

«Я оставил высшее учебное заведение, — писал он впоследствии об этом времени, — пошел на практику и должен был завоевывать себе положение. Но мысль о моей задаче, о программе моей жизни преследовала меня беспрерывно. Свободное от работы время я всецело посвящал тому, чтобы всесторонне расширить свои знания по термодинамике».

Как ни стремился молодой инженер к научной деятельности, необходимость заставила его занять, по приглашению Линде, должность инженера холодильного завода в Париже. Материальное положение его было, однако, плохо. Через год, будучи уже директором завода, он получал всего сто франков в месяц. Отправляя треть жалованья в Мюнхен родителям, он мог тратить не более двух франков в день. Он взял на себя представительство фирмы Линде для Франции и Бельгии. Постоянные разъезды по европейским странам помогли ему познакомиться со всем, что было достойно внимания в области машиностроения и теплотехники. Вместе с тем он понял, как нуждалась промышленность в том экономичном двигателе, о котором мечтал Карно и который пытались осуществить Ленуар и Отто.

Дизель пошел в поисках разрешения задачи путем, указанным светлым гением Карно. Это был путь тяжелый и трудный, но он не был связан с ворохом привычных воззрений, которые стояли помехой на пути многих талантливейших людей. Гений Дизеля вел его от научной критики работы паровых машин, начатой Карно, к поискам новых материалов, могущих заменить водяной пар и стать рабочим телом нового двигателя. Молодой инженер начал в часы досуга на самодельных приборах в заводской лаборатории производить опыты с парами аммиака. Создать давление в пятьдесят — шестьдесят атмосфер, нужное для аммиачных паров, оказалось настолько трудным, что Дизель перешел на опыты с обыкновенным атмосферным воздухом.

Тогда-то у него и явилась мысль, что воздух одновременно может служить и химическим реагентом и средством зажигания горючего. Возможность применения самовоспламенения топлива в раскаленном воздухе была высказана Бо де Роша еще двадцать лет назад. Но только теперь молодым изобретателем был найден остроумный способ его осуществления: воспламенение топлива, введенного в цилиндр двигателя, должно было происходить само по себе в обыкновенном атмосферном воздухе, подвергнутом предварительно очень сильному сжатию. При таком сжатии температура воздуха легко могла достигнуть температуры, нужной для самовоспламенения топлива.

Счастливая мысль повлекла за собой вереницу новых размышлений. Оставив мысль об аммиачном двигателе, Дизель принялся за разработку идеи совершенно нового теплового двигателя. Это были счастливейшие дни изобретателя: творческому воображению не было преград, все казалось возможным, идеальный двигатель Карно был накануне осуществления.

В течение пятнадцати лет, с тех пор, как была сделана запись в студенческой тетради, ни одного дня, ни одного часа не прожил Рудольф Дизель, не учась, не размышляя, не приближаясь к выполнению «программы жизни». Никогда не изменяя деловому распорядку своего дня, он находил время и место для всего, что его интересовало. Он вставал очень рано и тратил лучшие часы на самую серьезную работу. После обеда он засыпал и снова воз-

вращался к занятиям, так что из суток выходило два рабочих дня. Не только служба, опыты с двигателем, проверка термодинамических расчетов, выставки, фабрики и заводы, но и музыка, литература, живопись — все входило в круг его интересов, и даже удвоенных суток не хватало этому человеку, с таким невероятным любопытством и жадностью взиравшему на мир.

Внешние условия жизни Дизеля складывались благоприятно. Он переехал в Берлин и вступил в члены Правления акционерного общества холодильных машин. Однако он тотчас же бросил службу, когда закончил свою работу и выпустил ее в свет.

Изданная в 1893 году брошюра его носила смелое название: «Теория и конструкция рационального теплового двигателя, призванного заменить паровую машину и другие существующие в настоящее время двигатели». Одновременно с окончанием теоретических расчетов Дизель взял в феврале 1892 года патент на «Рабочий процесс и способ выполнения одноцилиндрового и многоцилиндрового двигателя» своей системы.

«Рабочий процесс в моих двигателях внутреннего сгорания, — говорилось в этом патенте, — характеризуется тем, что поршень в цилиндре настолько сильно сжимает воздух или какой-нибудь другой индифферентный газ с воздухом, что получающаяся при этом температура сжатия находится значительно выше температуры воспламенения топлива. При этом сгорание постепенно вводимого после мертвой точки топлива совершается так, что в цилиндре двигателя не происходит существенного повышения давления температуры. Вслед за этим после прекращения подачи топлива в цилиндре происходит дальнейшее расширение газовой смеси».

В брошюре же своей Дизель заявлял:

«Двигатель Дизеля — это та машина, которая без всякого предварительного процесса непосредственно в самом цилиндре превращает горючее в работу и использует его настолько, насколько это вообще возможно с точки зрения современной науки. Он является, таким образом, самым простым и одновременно самым экономичным двигателем. Успех лежит в новом принципе внутреннего рабочего процесса, а не в конструктивных усовершенствованиях или изменениях старых систем машин».

Брошюра никому не известного рядового инженера холодильного завода вызвала любопытство специалистов, несмотря на то что речь шла лишь о теоретическом построении, без осуществления конструкции. Однако впечатление, произведенное книгой, было не одинаково. Большая часть критиков отнеслась к идее Дизеля как к неосуществимой. Многие обвиняли автора в легкомыслии и иронически предлагали ему перейти от слов к делу. Однако никто почти не спорил с тем, что подобный двигатель в случае своего осуществления произведет революцию в области двигателестроения и сметет с лица земли не только старые машины Уатта, но и новые газовые и бензиновые двигатели всех систем.

В самом деле, проектируемый Дизелем двигатель допускал расход горючего от одной шестой до одной десятой количества горючего, расходуемого наилучшими двигателями того времени. Он не нуждался ни в паровом котле, ни в газовом заводе, ни даже в карбюраторе. Кочегары ему были не нужны. Двигатель работает без зажигательных приборов. Он мог питаться любым топливом, начиная от угольной пыли и нефти и кончая каменноугольной смолой и пальмовым маслом. Он с одинаковым успехом мог быть установлен и на заводе и на электростанции, он мог вращать и гребной винт судна и колеса локомотива.

Это была отлично придуманная, теоретически обоснованная, подробно разработанная сказка, читая которую можно было смеяться или замирать от волнующих перспектив.

Все машиностроительные фирмы, к которым обратился Дизель с предложением построить его двигатель, отвечали отказом. Из груды писем, полученных им в ответ на посылку брошюры от множества отдельных лиц и предприятий, Дизель выделил только три. Но они не имели никакого практического значения: то были письма старых учителей Дизеля и коротенькое письмо знаменитого теоретика машиностроения Цейнера. И Линде и Цейнер признавали, что «взятый Дизелем путь есть единственно верный путь для достижения цели», но они не были уверены, что цель будет достигнута.

И только Мориц Шретер написал своему бывшему ученику безоговорочное письмо.

«Я прочел вашу работу с огромным интересом! — писал он.— То, что она будет исходить из теоретически здоровых оснований, я ожидал от вас с самого начала. Но ваши новаторские выполнения только теперь доказали мне неосновательность моих сомнений, которые, впрочем, и ранее относились всецело к выполнению, а не к идее. Так радикально, так смело еще никто из всех предсказывавших закат паровой машине не выступал, как вы, а такой смелости будет принадлежать и победа!»

Запятав в бумажнике эти письма, несмотря на то что Аугсбургский завод уже ответил ему отказом, Дизель отправился в Аугсбург для переговоров с дирекцией.

Этот человек, для которого техника была естественной страстью ума и сердца, оказался совсем не прожектором, каким его представил директору завода старый технический советник Крумпер. Фон Буц, осторожный и расчетливый человек, стоявший во главе предприятия, пожалел о своем доверии к техническому советнику и об отосланном месяц назад изобретателю письме. Речь Дизеля подавляла своей убедительностью. Его познания казались неисчерпаемыми. Он ссылался на имена, указывая фирмы, напоминал о выставках. Приводя примеры, он брал карандаш и бумагу, чертил, считал, подытоживал и наконец с улыбкой сострадания поднимая блестящие глаза на растерянного собеседника, ждал новых возражений и вопросов. Если их находили, он осыпал противника фейерверком блестящих доказательств и, умолкая, ждал снова. Он умел перекидывать мост между самыми резкими противоречиями, находя способ их устранить. Этому свойству технически изощренного ума более всего была обязана своей неотразимостью аргументация молодого инженера.

Крумпер остался до конца жизни противником дизель-мотора, даже и подписывая протокол его блестящих испытаний. Но директор завода уже после первых встреч решительно стал на сторону изобретателя.

— Я готов принять на себя выполнение вашего двигателя, — заявил он наконец, — но при условии, если вы найдете компаньона. От него мы хотим только финансовой помощи. Мы же предоставим вам наши мастерские, рабочих, конструкторов... Опыт может затянуться на годы, нельзя предвидеть все осложнения, которые могут

возникнуть в совершенно новом деле. Мы же, раз взявшись, не можем бросить дело на полдороге, в ущерб нашей репутации. Отчего бы вам не познакомить со всем этим предприятием господина Круппа?

Дизелю ничего не оставалось, как последовать совету. Пушечный король быстро оценил предложение явившегося к нему элегантного инженера. Из всех предприятий Круппа только один машиностроительный завод не имел в это время специального объекта производства и нуждался в новой, ходкой машине. Крупп понимал, что германская промышленность, разбитая на множество мелких предприятий, испытывала огромную нужду в экономичном, небольшом двигателе. Двигатель Дизеля, рассчитанный на угольное топливо, вполне соответствовал энергетическим ресурсам Германии. Но, допуская теоретически потребление и всякого другого топлива, он мог стать предметом экспорта наравне с пушками. В этом смысле новый объект производства пришелся как нельзя более по вкусу опытному дельцу.

Все взвесив и обсудив, капиталисты предложили Дизелю заключить договор. По этому договору, подписанному в феврале 1893 года, Дизель уступал свои права на патент обоим предприятиям, а сам получал возможность осуществления своего двигателя в аугсбургских мастерских. Связывая в один крепкий узел интересы двух крупнейших предприятий со своими собственными, он мог рассчитывать на успех работы, обеспеченной техническими и материальными средствами.

Через неделю он уже был в Аугсбурге и организовывал мастерские для постройки опытных машин.

Работы в Аугсбурге продолжались пять лет. За это время изобретатель последовательно отступал от некоторых первоначальных положений.

Уже расчет первого опытного двигателя показал, что для соблюдения изотермического сгорания в цилиндр двигателя надо вводить такое незначительное количество угольной пыли, при котором двигатель окажется не в состоянии работать.

Угольное топливо, стоявшее на первом месте в патенте Дизеля, являлось и первым препятствием для осуществления двигателя. Тогда Дизель отказался от применения твердого топлива и перешел на жидкое.



В июле 1893 года Дизель соорудил первый опытный двигатель. Этому предшествовал ряд опытов с достижением высоких степеней сжатия. К сильным сжатиям Дизель стремился прежде всего, справедливо видя в повышении степени сжатия путь к высокой экономичности двигателя.

Крумпер, посещавший мастерские во время опытов, издеваясь, твердил:

— Сжатия до предлагаемых вами степеней немислимы! Поймите же, что прочность материалов и технические возможности ограничены.

Действительно, о сжатиях в двести атмосфер, как предполагал Дизель, нечего было и думать. Крумпер, стоявший на страже интересов старых машин Уатта, торжествовал.

Однажды в присутствии директора завода и многих инженеров, чрезвычайно интересовавшихся опытами, он с ожесточением плюнул и, вытирая рукавом седые, прокуренные усы, воскликнул:

— Но ведь это же удивительно, как это ученые люди, образованные инженеры могут допустить мысль, что движением поршня можно сжать воздух хотя бы до двадцати атмосфер!

Фон Буц, прислушиваясь, оглянулся на упрямого советника. Присутствующие возмутились. Рудольф Павликовский, пламенный юноша, обожавший Дизеля, готов был вытолкать старика за двери.

— Но ведь в такой обстановке невозможно работать! — истерически кричал он.

Буц наконец решил отстранить Крумпера от участия в опытах Дизеля и предложил ему не посещать мастерских.

Упрямо добиваясь повышения сжатий и начав с восемнадцати атмосфер, Дизелю удалось достигнуть двадцати и тридцати. Когда успешно было освоено сжатие в тридцать четыре атмосферы, Дизель решил пустить двигатель в ход.

Это было 10 августа. Для первого опыта применили бензин. В величайшем волнении следил изобретатель за приготовлениями.

Возле него находился старый институтский приятель, Люсьен Фогель, теперь руководивший мастерскими. Ма-

шину привели в движение трансмиссией. Дизель распорядился подать в цилиндр порцию бензина. Монтер впрыснул бензин после того, как движением поршня двигатель засосал чистый воздух, а обратным движением сжал его в запертом цилиндре до тридцати четырех атмосфер. По расчетам Дизеля, от этого сжатия воздух в цилиндре должен был накалиться до такой температуры, при которой всякое топливо должно было вспыхнуть само по себе.

Друзья молча смотрели на индикатор, указывавший высоту давления в цилиндре. Фогель думал, сомневаясь, о том, произойдет ли в действительности вспышка. Дизель в этом не сомневался. Он ждал движения стрелки индикатора, чтобы определить силу давления газов после сгорания. Едва лишь монтер ввел бензин, как он сказал:

— Вспышка есть!

В то же мгновение стрелка шарахнулась ввысь. Описывая полукруг по циферблату, она поднялась до деления в восемьдесят атмосфер, свидетельствуя о происходящем в цилиндре давлении расширяющихся продуктов сгорания. Но давление было в действительности значительно выше: индикатор разлетелся на куски.

Свистящий воздух оставил след на виске. Дизель едва не получил удар в голову. Бледный Люсьен с испугом отшатнулся. Несколько секунд они смотрели друг на друга, ошеломленные взрывом и еще более удачей первого опыта. Ведь несчастный случай прежде всего доказывал, что чистый воздух, подвергнутый высокому сжатию, в самом деле доводится до температуры самовоспламенения топлива и введенному в этот воздух горючему не надо ни огня, ни электрических искр, чтобы гореть. Это было первое доказанное преимущество двигателя Дизеля перед двигателями Отто.

— Ты прав, Рудольф, — сказал наконец Фогель, почти глядя на друга.

Сам Дизель не придавал принципу самовозгорания топлива в цилиндре слишком большого значения. Он стремился к высоким сжатиям. Однако несовершенство технических средств вынуждало его к одному отступлению за другим. Отказавшись от сжатия в двести атмосфер, конструктор стал добиваться сжатий в девяносто атмосфер. Не достигнув девяноста, он примирился на сорока. Дизель не показывал виду, каким ударом падало ему на душу

каждое новое отступление, но вряд ли существовал в мире человек, переживавший с большей болью измену возлюбленной. Тут была истинная страсть, резавшая лоб морщинами и осыпавшая голову хлопьями седеющих волос. Дизель, сжав зубы, молчал, не смея жаловаться, не смея просить помощи, не смея даже сознаться в измене своей теории, чтобы не потерять доверия своих хозяев.

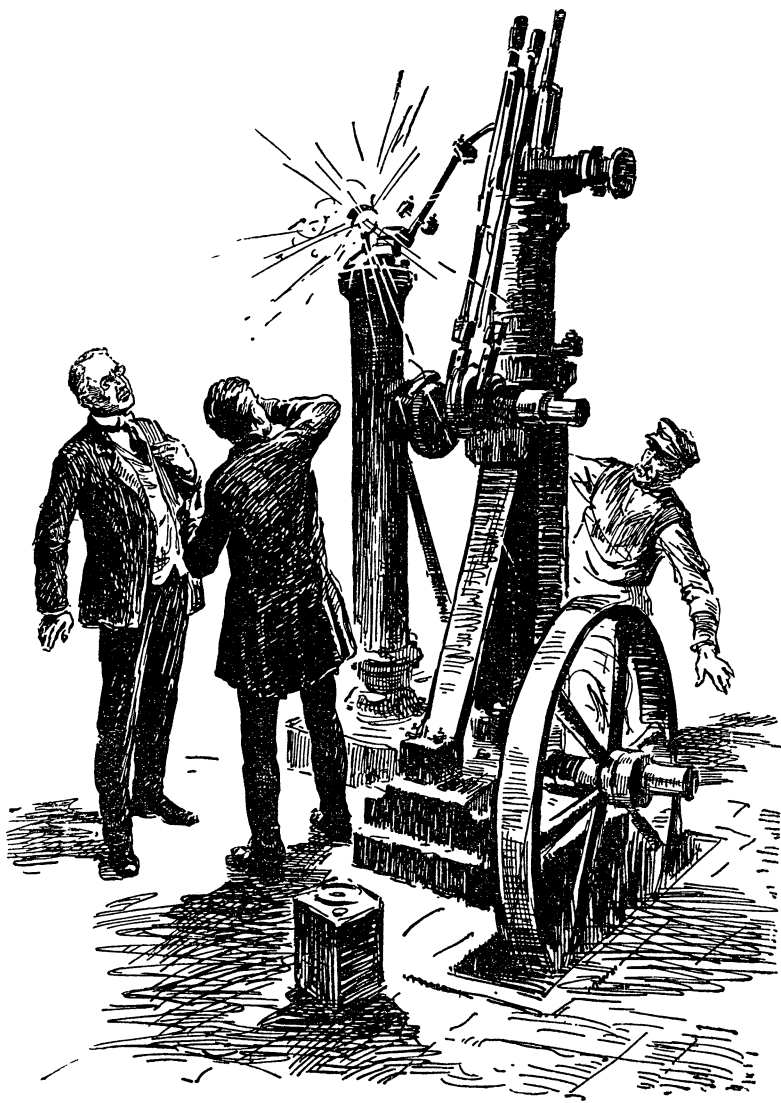
Двигатель был исправлен. Вдохнуть в него жизнь все же не удалось. Эта первая машина оказалась неработоспособной. Дизель начал строить второй опытный двигатель. Вопреки прежним своим убеждениям, теперь он должен был согласиться, хотя и со множеством формальных оговорок, внешне прикрывающих горечь отступления, что «изотермическое сгорание» при данном состоянии теоретической и конструкторской техники осуществить невозможно.

Не заявляя вслух о своем отказе от первоначальной идеи, Дизель взял новый патент. Фактически в нем уже содержался отказ от изотермического сгорания. Действительность и опыт вносили свои поправки в теорию. Дизель делал эти поправки, но дневной труд и отдых его были отравлены. Он жил замкнуто, чтобы не видеть запрятанного под маску сочувствия злорадства окружающих.

Напряженная работа над новым проектом временами еще увлекала его. Но мучительные головные боли, необъяснимые и непонятные даже врачам, все чаще и чаще отрывали его от занятий. Он уехал в Италию и через месяц вернулся в Аугсбург с новым запасом сил.

В январе 1894 года Дизель начал опыты со вторым опытным двигателем. На этот раз работал он один, пользуясь услугами монтеров холодильных машин, которых знал по прежней своей службе. Это были опытные, трудолюбивые, преданные люди из числа тех самоотверженных самоучек, которые молчаливой наблюдательностью, вниманием и старательностью возмещают недостаток своих знаний. Дизель представлялся им человеком необыкновенным. В осуществимость его идей они верили безоговорочно.

Окруженный холодным скептицизмом администрации завода, уже переставшей посещать мастерские, Дизель начал опыты. В новом двигателе удалось доводить сжатие до сорока атмосфер. Первые опыты с горючим дали правильную диаграмму. Наконец 17 февраля двигатель



*Индикатор разлетелся на куски.*

впервые работал в течение одной минуты, дав восемьдесят восемь оборотов.

Сам Дизель не заметил этих первых самостоятельных оборотов машины. Но монтер, обслуживавший клапан для керосина, находясь на железной галерее, окружавшей двигатель, вдруг обратил внимание, что ремень трансмиссии, приводивший в действие двигатель при опытах, натягивается в обратную сторону, и таким образом узнал о том, что двигатель работает сам по себе. В это мгновение он молча обнажил голову и только этим обратил внимание изобретателя на происходившее. Дизель молча пожал ему руку. Они были одни.

— Ну, сегодня мы достигли цели, — говорили монтеры, покидая мастерские.

«Жизнеспособность моего дела, осуществимость моей идеи доказаны», — писал Дизель в своем дневнике в этот вечер.

Не одному Дизелю казалось, что цель достигнута. Когда этот второй двигатель был всесторонне испытан и даже испробован на производственной работе, в успехе изобретения никто уже не сомневался. Дизель же со свойственной ему уверенностью записал в дневник:

«Первый не работает, второй работает несовершенно, третий будет хорош!»

Верным свидетельством успеха была и тревожная суэта, поднявшаяся вокруг Дизеля и его двигателя. На патент Дизеля заявлялись претензии, уже отрицались его права на изобретение и поднимался пыльный вихрь клеветы и интриг навстречу двигателю, грозившему благополучию старинных фирм, промышлявших паровыми машинами.

Сообщив Круппу, нетерпеливо финансировавшему работы в Аугсбурге, что успех достигнут, Дизель в то же время вступил в переговоры с рядом европейских машиностроительных фирм, заинтересовавшихся его двигателем. Пока строился третий опытный двигатель, с учетом накопленного опыта и с новыми отступлениями против первоначальных предложений, изобретателю удалось продать права на патент во Францию и Англию.

В начале 1895 года был выполнен и третий опытный двигатель, оправдавший все ожидания. Однако только через два года он был выставлен для широкого ознакомления

технической общественности. В Аугсбург началось паломничество европейских техников и предпринимателей. В феврале 1897 года профессор Шретер произвел официальные испытания двигателя и предсказал ему успех.

Дизель принимал поздравления, заключал договоры, однако в душе его не было удовлетворения. Осуществленный через двадцать лет напряженного труда, после сделанной на полях студенческой тетради заметки, двигатель стоял еще далеко от идеального теплового двигателя Карно. Правда, он оставался все тем же плодом теории, однако изобретателю пришлось пойти на множество компромиссов: он не достиг изотермического сгорания; вместо сжатия в двести атмосфер применялось сжатие в сорок; вместо угля топливом служил керосин. Тем не менее этот первый двигатель Дизеля по коэффициенту полезного действия (34 процента) превосходил все существовавшие двигатели. Несомненно было, что он являлся наиболее экономичным, простым, удобным и легким двигателем из всех известных до сих пор.

Это был четырехтактный двигатель мощностью в 20 лошадиных сил, работавший по новому циклу, получившему название «цикл Дизеля».

При первом такте, ходом поршня за счет инерции маховика, запасенной при предыдущей работе машины, воздух засасывался в цилиндр. Во время второго такта, обратным ходом поршня, совершаемым также за счет инерции маховика, запертый в цилиндре воздух сжимался до сорока атмосфер, примерно до одной четырнадцатой своего объема. При этом теплота, выделяемая при сжатии, доходила до 600—700 градусов, то есть до температуры, превышающей температуру воспламенения топлива. В начале третьего такта в цилиндр вводился керосин при помощи маленького насоса, управляемого системой кулачков, форма которых давала желаемую степень впуска. Впуск горючего совершался в начале хода и управлялся особым регулятором. В продолжение остальной части хода газобразные продукты сгорания расширялись и толкали поршень, сообщая ему рабочую силу, которая и передавалась через шатун коленчатому валу двигателя. При четвертом такте обратным ходом поршня продукты сгорания выбрасывались из цилиндра в выхлопную трубу и далее в атмосферу.

Двигатель был снабжен компрессором, то есть насосом, который в особом резервуаре сжимал воздух до давления, несколько большего, чем самое высокое давление в цилиндре. Из этого резервуара воздух через трубку очень малого диаметра направлялся в камеру форсунки — аппарата для распыливания горючего, куда одновременно подавался и керосин. Эта камера сообщалась с цилиндром отверстием, запираемым иглой. Когда игла приподнималась, распыленный керосин вгонялся в цилиндр благодаря избытку давления, господствовавшему в камере.

Распределительный вал помещался наверху и имел пять кулачков. Из них один управлял клапаном, выпускающим воздух, другой — клапаном, выпускающим топливо, третий — клапаном, выбрасывающим отработавшие газы. Два остальных кулачка управляли клапанами, при помощи которых впускался из компрессора сжатый воздух для пуска двигателя.

Цилиндр был окружен водяной рубашкой для его охлаждения.

В отличие от двигателей Отто, двигатель Дизеля, таким образом, не нуждался в электрических приборах для зажигания; в нем была значительно повышена степень сжатия, что влекло за собой высокую экономичность; наконец, это был двигатель медленного сгорания, так как топливо в него вводилось по мере сгорания, а не взрывалось, как в бензиновых и газовых двигателях.

Поражение, которое потерпел изобретатель в борьбе с природой и несовершенством тогдашней техники, стоило любой победы. Патент его раскупался нарасхват. Ожидавшие огромных прибылей от эксплуатации нового двигателя капиталисты засыпали золотом изобретателя: за первый только год реализации своего патента Дизель получил три миллиона рублей. Новых сделок, почестей, внимания, лившихся на него отовсюду, ничто уже не могло остановить. В этом угаре, руководимый каким-то инстинктом, Дизель писал жене:

«Мысль стать внезапно богачом страшит меня. Не этого я хотел, не этого добивался».

Летом, в том же году, на очередном годовом съезде «Общества немецких инженеров», происходившем в Касселе, выступили с докладом о двигателе Дизеля сам изобретатель и профессор Шретер. Среди присутствующих

Дизель заметил маленького русского инженера, двадцать лет назад сидевшего с ним на одной скамье в школе. Это был Депп.

Теперь он оброс бородой и был представлен съезду как профессор Петербургского технологического института. Депп поздравил старого товарища, долго жал ему руки и ласково глядел на него, точно между ними не было двадцати лет разлуки.

Дизель сделал свой доклад 16 июня. На кафедре перед Деппом стоял уже не скромный студент, влюбленный в математику и термодинамические теоремы. Перед ним был ученый — теоретик и практик, рассказывавший историю создания двигателя, в мировом значении которого никто уже не сомневался. То была история борьбы с материей, борьбы со средой, борьбы с людьми.

— Этот двигатель, — признавался докладчик, — явился компромиссом между теорией и практикой и, оставаясь далеким от совершенства, все же есть приближение к идеалу, который рисовался в воображении Карно и многих других умов, высказывавших идеи, теперь осуществленные. . .

Речь Дизеля покрыли аплодисменты. Когда Депп подошел к нему после доклада, он увидел перед собой все того же радушного, внимательного товарища, столько же смущенного своим успехом, сколько и своим высоким ростом перед низеньким собеседником.

Депп спросил:

— Я слышал, что ваш патент уже продан в ряд стран. Скажите, не имеете ли вы намерения поручить изготовление двигателей вашей системы также и русским заводам?

Дизель ответил:

— Я не знаю. Для изготовления деталей к машине нужны безукоризненная работа и исключительная точность. Я сомневаюсь в том, что механическое дело настолько подвинулось в России, что уже можно вашим заводам поручать столь сложную и ответственную работу.

Депп указал на ряд фирм, достигших, по его мнению, значительных успехов в машиностроении. Дизель повторил, что не знает положения дела, но готов вступить в переговоры с лучшими заводами.

На другой день с докладом выступил Шретер. Он явился как будто бы для очередной лекции: зал наполняли



бывшие студенты Мюнхенской технической школы. Незнакомых лиц почти не было.

— Господин Дизель, — заявил он, — так ясно изложил вчера устно, а еще раньше письменно в своей книге теоретические основания своего рационального теплового двигателя, что мне остается лишь напомнить, что между специалистами с самого начала господствовало мнение, что эти теоретические основания правильны и неоспоримы. Подобного единодушия, однако, не было в вопросе о том, насколько можно конструктивно выполнить требования теории. Поэтому мне доставляет особенное удовлетворение перед таким избранным кругом знающих людей привести доказательства в виде цифр, что приложение термодинамики на практике оказалось совсем не таким бесполезным, хотя бы в отношении тепловых машин, как это некоторыми утверждалось в последнее время..

Закончив чтение официального протокола испытаний, он еще раз вернулся к своей мысли:

— С установлением коэффициента полезного действия в 34 процента опровергаются наглядно все опасения, которые высказывались... Это триумф — триумф теории, полное которого нельзя себе представить, если принять во внимание, что настоящее выполнение основной мысли не есть еще последнее слово: двигатель находится в самом начале своего развития, и мы, во всяком случае, можем в конечном результате ожидать еще более высоких показателей, чем те, которые были мной приведены сегодня.

Возможно, что уже в эти торжественные дни в кулуарах съезда на отдельных стульях, в буфете или у вешалки, при выходе где-нибудь и раздавались иные голоса, но завистливый шепот и злобная критика еще не достигали ушей Дизеля. Он покинул съезд, как триумфатор.

Вечером профессор Депп сидел в гостинице за письменным столом у открытого окна, выходявшего на набережную Фульды, и торопливо писал экстренную корреспонденцию в Россию, оповещающую о докладах Дизеля и Шретера. Она заканчивалась призывом к русским промышленникам обратить внимание на новое изобретение и указанием на то, что двигатель Дизеля уже изучается комиссиями ученых и техников во многих странах мира.

Рано утром корреспонденцию эту Депп отослал в Петербург. Через месяц она появилась в «Вестнике общества

технологов». А в конце года в переговоры с изобретателем вступил владелец машиностроительного завода в Петербурге Эммануил Нобель, крупнейший российский нефтепромышленник.

Вступая с Дизелем в переговоры, Нобель понимал, конечно, какой огромный спрос должны найти двигатели Дизеля в России, при наличии огромных запасов нефти. Механический его завод в это время нуждался в специализации производства, но более всего ценил Нобель в новом двигателе то, что он мог потреблять в качестве топлива сырую нефть. Опыренный успехом, Дизель потребовал с русского покупателя за право строить двигатели полмиллиона рублей золотом. Нобель согласился. Понимая, в какой мере зависит успех новых машин от завода, их строящего, Дизель потребовал еще организации «Русского общества Дизель», которое должно было связать русских машиностроителей с немецкими. Нобель принял это условие без намерения его выполнять. В распоряжении Нобеля имелся собственный, отлично подобранный штат инженеров и техников. С ними Нобель не только не опасался неудач, он надеялся обогнать своих немецких коллег в деле развития дизелестроения.

— Мы покупаем у Дизеля идею, а не выполнение, — толковал он своим сотрудникам, — идею использования в двигателе в качестве топлива нефти и мазута. Мы не станем, переводя двигатель на нефть, делать секрета из патента Дизеля, мы предложим всем русским заводам строить двигатели по нашим чертежам... Открытие сделано, наше дело им воспользоваться.

Как только переговоры были закончены и чертежи получены, завод взялся за разработку конструкции с целью перевести двигатель с керосина на нефть. Тут понадобились конструктивные изменения, с которыми завод справился превосходно. Через год двигатель, работающий на нефти, был построен и пущен в ход.

В ноябре 1899 года Делп, председатель Русского технического общества, виднейший русский теплотехник, получил приглашение произвести испытания этого первого в мире нефтяного двигателя. Испытания дали блестящие результаты, и Делп немедленно доложил о них членам Технического общества.

— Моя уверенность, что заводы найдутся, оправда-

лась, — сказал он, изложив историю получения в России патентных прав Дизеля: — завод Нобеля сделал первую попытку построить у нас двигатель, пользующийся нефтью, которой столь богата наша родина и которая представляет наивыгоднейшее во всех отношениях топливо. Попытка увенчалась успехом. Безукоризненно выполненный нефтяной двигатель пущен в ход, и я не могу не подчеркнуть, что именно у нас разрешен вопрос об экономичном тепловом двигателе, так как только с переходом на нефть окончательно и бесповоротно решается судьба двигателя, обеспечиваются ему применение и широчайшее распространение. . .

Зал дружно приветствовал докладчика. Очередные номера технических журналов разнесли сообщение по всему миру. Завод приступил к выпуску новых машин. А профессор Депп, закончив учебный год, выехал в Париж на Всемирную выставку, открывавшуюся в последний год XIX века. Выставка явилась генеральным смотром достижений энергетической техники к началу XX века.

Кроме паровых машин Корлисса, чрезвычайно усовершенствованных введением новой системы парораспределения, здесь были выставлены двигатели Дизеля, паровые турбины Лавалья, Парсонса и Рато, бензиновые двигатели Даймлера и газовые двигатели Отто. Машины солидно и спокойно стояли под стеклянным потолком павильона. Это были вещественные доказательства человеческого гения, разрешившего задачу, поставленную капиталистическим хозяйством перед техникой. Между тем вокруг них разгорались страсти, сталкивались интересы различных промышленных групп, боровшихся друг с другом. В центре этой борьбы оказывались двигатели Дизеля.

Рудольф Дизель уже в это время начинал чувствовать удары, наносимые невидимым врагом. Как человек, неожиданно очутившийся в гуще ожесточенной драки, он плохо разбирался в намерениях нападающих. Во всяком случае, он еще не понимал, какой трагедией для него лично было то обстоятельство, что он осуществил свой двигатель жидкого топлива в стране, располагавшей только углем и не имевшей в своих энергоресурсах почти ни одной капли нефти.

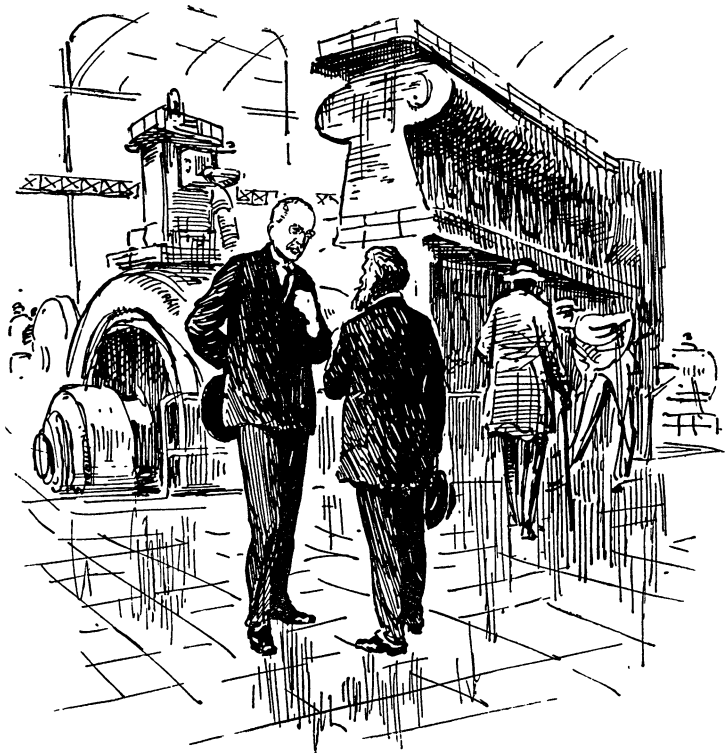
Мировое капиталистическое хозяйство выдвинуло к концу века общую задачу создания экономичного двига-

теля и вовлечения в производство новых энергетических источников. Но хозяйства отдельных стран требовали решения этой задачи по-разному, в соответствии со своими собственными ресурсами. Правда, Дизель начал строить двигатель, применяя в качестве топлива угольную пыль, в полном, стало быть, соответствии с экономическими условиями хозяйства Германии, но ни немецкому, ни английскому, ни французскому углю, разумеется, не было никакого дела до благих намерений изобретателя. Дизель расплачивался не за то, что он намеревался изобрести, а за то, что он на деле создал. Создал же он двигатель, не только ненужный Германии, но и прямо враждебный ее промышленным интересам: двигатель находил применение в чужих странах, усиливал их промышленную мощь и империалистические стремления.

Напрасно Дизель продолжал яростно трудиться над применением угольного топлива в двигателе: после нескольких ходов поршень застревал в смолообразной массе, и машина выходила из строя. Несовершенства находившихся в его распоряжении технических средств Дизель преодолеть не мог. Напрасно он указывал, что его двигатель может работать на каменноугольной смоле, на креозотных маслах. Казнь уже начиналась, и он чувствовал это с каждым днем острее и больше.

В машинном павильоне выставки Дизель встретился с Деппом. Георгий Филиппович, похожий на гнома со своей широкой бородой, говорил комплименты, рассказывал об успехе нефтяного двигателя, а Дизель улыбался без радости и жаловался на поднятую против него кампанию. Предприниматели, взявшиеся за постройку двигателей, не справлялись с техническими трудностями, но винили во всем изобретателя. Поставленный Аугсбургским заводом на спичечную фабрику в Кемптене сорокасильный двигатель часто останавливался из-за плохой отделки деталей и принес разочарование, от которого удалось оправиться далеко не сразу.

Неудачливых строителей двигателя, винивших конструктора, а не себя, поддерживали такие же незадачливые изобретатели и ученые. Они оспаривали патент Дизеля, ссылаясь на свои и чужие книги и статьи. Среди них одни, как инженер Капитэн, работавший много лет без успеха над конструкцией двигателя тяжелого топлива, ру-



*В машинном павильоне выставки Дизель встретился с Деппом.*

ководились личными интересами. Другие, как геттингенский профессор Мейер, профессор школы в Аахене Людерс, профессор Ридлер, все специалисты по паровой технике, были тесно связаны с соответствующими промышленными группами и выступали, прикрываясь всякого рода научными и «принципиальными» соображениями. Для окружающих Дизель был прославленный человек, миллионер. Он скупал нефтяные земли в Галиции, строил в Мюнхене виллу, о которой рассказывались чудеса, приобретал в Гамбурге домовладения, владел собственным заводом в Аугсбурге. У Дизеля имелось машиностроительное бюро, подобное техническому мировому музею. Он был окружен художниками и музыкантами в счастливой семье.

А между тем этот прославленный человек, сгорбясь, чтобы стать вровень с маленьким Деппом, расхаживая с ним по выставке, говорил, как обиженный ребенок, растерянно и безнадежно:

— Я ведь не отрицаю, что и до меня другие лица, работавшие втайне, выражали те же идеи, но я приписываю себе заслугу в том, что первый описал и осуществил на деле изложенный мной способ ведения сгорания в цилиндре двигателя. Мне говорят, что я украл чьи-то идеи, что двигатель создан Аугсбургским заводом, что я пользуюсь правами и имуществом, мне не принадлежащими, что мой двигатель надо бы называть «дизель и компания». . . Но ведь если Крумпер создал превосходный паровой двигатель, то разве это уменьшает заслугу Уатта?

— Как не уменьшают заслугу Уатта и Ньюкомен и Ползунов, — смеясь, напомнил Депп.

— Вот видите, — продолжал Дизель. — Теперь Аугсбургский завод взялся поставить на вашу киевскую электростанцию двигатель взамен старых паровых машин. И что же? Электротехническая фирма в Варшаве отказалась дать динамо-машины, если будут не паровые двигатели! Знаете вы об этом?

— Я слышал, что Аугсбургский завод взялся сам поставить динамо-машины и обязался восстановить паровую установку, если дизельная установка не удешевит стоимость электроэнергии в пять раз!

— Да, фон Буц подписал такой договор. Борьба идет не на жизнь, а на смерть. Но как ясно я вижу теперь, — прибавил Дизель тихо, — что самое радостное время для изобретателя — момент возникновения идеи! И только! Проведение изобретения в жизнь — это время борьбы с глупостью, завистью, косностью, злобой, тайным противодействием и открытым столкновением интересов. Ужасное время борьбы с людьми, мученичество даже в том случае, если все заканчивается победой!

Голос Дизеля задрожал. Депп пожал ему руку и сказал:

— Уезжайте в Россию, в Америку. Там вас будут носить на руках!

— Невозможно, — ответил Дизель. — Пока я в силах, я буду работать над полным осуществлением программы моей жизни. Доживу до пятидесяти пяти лет и, если не смогу больше работать, уйду из жизни совсем!

Это признание в устах такого человека, как Дизель, было грозно. Депп стремительно остановил его:

— Не говорите, не говорите этого ни себе, ни другим! Вы пожалеете о своем настроении через несколько дней. Посмотрите, что будет после моего доклада о ваших успехах в России.

Доклад русского инженера в Париже привлек к себе большое внимание. Депп отметил, что наступил решительный момент в истории дизелестроения. Он рассказал о сравнительных испытаниях двигателя Дизеля, работавшего на нефти, и аугсбургского двигателя, работавшего на керосине. Испытания привели к неожиданным результатам: русские двигатели Дизеля уже с самого начала превзошли заграничные по экономичности.

— Профессор Шретер в своей книге о газовых двигателях, — напомнил в заключение докладчик, — писал недавно: «Мы имеем полное право ожидать весьма многого от дизель-мотора, уменьшающего расход керосина до половины обычно принимаемого расхода, и если я сравниваю заслуги Дизеля с заслугами Отто, то это, наверное, не пустая фраза». Теперь мнение авторитетнейшего ученого не только оправдалось: заслуги господина Дизеля оставляют далеко позади и неоспоримые заслуги Отто. . .

Успех этих машин, перешедших с керосина на сырую нефть, в самом деле внушал беспокойство углепромышленному миру, целиком связанному с паровыми машинами.

Первые русские двигатели Дизеля были установлены на оружейном заводе в Петербурге и в бакинских мастерских. Здесь они обратили на себя внимание Управления Закавказских железных дорог, занятого в то время прокладкой керосинопровода Баку — Батум. В обсуждение вопроса о машинах для перекачечных станций вмешался Нобель. Он доказывал, что двигатели Дизеля будут расходовать вдвое меньше топлива, чем паровые двигатели, и привел еще один поразивший всех аргумент в пользу этих двигателей. Препятствием для установки паровых машин в Баку служило отсутствие здесь источников пресной воды, годной для питания котлов. Двигатели Дизеля также нуждались в воде для охлаждения цилиндров. «Но, — заявил Нобель, — для этих двигателей вовсе не обязательно употреблять воду: в данном случае нет ничего более рационального, как заменить охлаждающую воду

перекачиваемым керосином», подогревание которого облегчало и ускоряло его движение по керосинопроводу.

Это соображение решило вопрос. Установленные двигатели действительно охлаждались керосином.

Большой шаг вперед в деле применения двигателей Дизеля на электростанциях был сделан установкой в Электротехническом институте двигателя мощностью в 80 лошадиных сил, непосредственно соединенного с динамо-машиной. До этого всюду они вращали динамо-машины через трансмиссию.

Сравнив двигатели Дизеля в качестве стационарных двигателей со всеми другими, Нобель обратился к русским заводам с предложением строить новые двигатели по его чертежам. Он ничего не требовал за патентные права, он даром доставлял чертежи, посылал инструкторов и все объяснял «своей любовью» к русской промышленности, нуждавшейся в этих экономичных, удобных, легких машинах.

Первым из русских заводов воспользовался предложением Нобеля Коломенский машиностроительный завод. Нобель не только снабдил его чертежами, но даже уступил ему часть своих заказов. Любезность предприимчивого нефтепромышленника превышала всякое вероятие. Однако объяснялась она очень просто: двигатели Дизеля интересовали Нобеля только как потребители нефти, и чем больше их строилось, ввозилось, раскупалось, тем могущественнее становилась нефть — источник его личного обогащения и влияния.

Двигатели Дизеля шаг за шагом проникали повсюду. Увеличивалось число заводов в Европе, осваивавших производство новых машин. Не один Нобель изыскивал способы расширения области их применения. И вот взоры нефтяных королей устремились на транспорт, где безраздельно господствовала паровая машина, и в первую очередь на водный транспорт.

Легко было представить себе, какие огромные перспективы открывались перед судоходством при сокращении расхода топлива. Сравнивая обычное паровое судно с тепловым, то есть снабженным двигателем Дизеля, нетрудно рассчитать, что теплоход может взять вчетверо меньший по весу запас топлива, увеличив за этот счет свою грузоподъемность. Наоборот, если будет взято обоими судами



одинаковое количество топлива, то, очевидно, теплоход сможет пройти вчетверо большее расстояние, чем пароход, без возобновления запасов горючего. Для судоходства это обстоятельство должно было иметь колоссальное значение. Получалась сказочная возможность, не прибегая к погрузке топлива в пути, пройти с собственным запасом огромное расстояние, например между европейскими портами и портами Дальнего Востока. Для военного времени, когда погрузка в пути может оказаться невозможной, эти расчеты имели особенно важное значение.

Правда, невыгодность парового судна возмещалась дешевой угольным топливом, но зато нефть представляла большие преимущества в отношении погрузки и хранения. Угольные ямы отнимали у парохода много места; нефть же можно хранить в отсеках двойного дна. Для погрузки угля требовалось немало времени и рабочих рук; нефть можно подавать простым наливом.

Судостроители всех наций при появлении двигателей Дизеля прежде всего оценили его преимущества для судоходства. Однако установке двигателя на судне препятствовало отсутствие у него реверса, то есть способности менять прямой ход на обратный. Таким же препятствием была невозможность уменьшать у него число оборотов, а значит, и уменьшать скорость хода судна, без чего невозможно маневрирование. Много конструкторов уже работало над созданием реверсивного судового двигателя Дизеля, однако пока безуспешно.

Но вот в навигацию 1903 года во флот Нобеля на Волге вошло новое судно. Это была нефтеналивная баржа «Вандал», на которой был установлен русский двигатель Дизеля, работавший на динамо-машину. Электрический ток от этой расположенной на судне электростанции заставлял работать электродвигатели, которые и вращали гребной винт. Установка получилась громоздкой и невыгодной, но зато ею была доказана полная возможность дизельной установки на судне вообще.

Это был правильный шаг. Мысли конструкторов направлялись к усовершенствованию этой «электрической передачи». Через год по системе инженера Дель Пропосто на другой нефтеналивной барже, «Сармат», также была осуществлена дизельная установка с электропередачей, оказавшейся более выгодной и удобной. О «Сармате» за-

говорил весь мир. Широчайший общественный интерес к этому первому в мире теплоходу обуславливался еще и событиями русско-японской войны. Опыт несчастной эскадры адмирала Рожественского, претерпевшей бесконечные затруднения при погрузке угля, принудил военное министерство испытать дизельные установки в военном флоте. Заводу «Русский дизель» был дан заказ на двигатели для канонерок Амурской флотилии.

С изумлением взирала Европа на «отсталую» Россию, то и дело обгонявшую мировое дизелестроение: с Востока лился свет, указывавший дорогу нефти. Повышая шаг за шагом мощность выпускаемых двигателей, русский завод соорудил двигатель мощностью в сто лошадиных сил в одном цилиндре. Он открыл дорогу дизелям в область электротехники, заставил их работать на судах.

Опираясь на новые двигатели, нефть поднимала знамя восстания против мирового владычества угля. Объявленная инженером холодильного завода война паровым машинам превращалась в жестокую, страстную и длительную войну угля и нефти.

Нельзя сказать, что восстание нефти застало уголь врасплох. На смену устаревшим машинам Уатта пришли паровые турбины, созданные одновременно, хотя и независимо друг от друга, в Швеции потомком французского эмигранта Густавом Лавалем и в Англии — сыном лорда Росса, Чарлзом Парсонсом. Однако бурное развитие дизелестроения заставляло углепромышленников всех стран яростно биться за первое место на жизненном пиру и опасаться за участь своих барышей.

В этот критический момент для угля и пара «Общество немецких инженеров» на годовом своем съезде в 1904 году демонстративно выступило на стороне угля. Профессор Линде указал на исключительные заслуги Лавала и Парсонса в области турбостроения. Общество присудило обоим изобретателям высшую награду — медаль Грасгофа, награду, которой иностранцы удостоивались очень редко и которой никогда не удостоился прославленный член общества и великий инженер Рудольф Дизель.

Лаваль присутствовал на этом съезде в качестве почетного гостя. Высоко ценя изобретение Дизеля, он не мог не сказать, когда тот подошел к нему с поздравлением:

— Я думаю, дорогой господин Дизель, что не в мень-

шей мере, чем я и Парсонс, право на эту высокую награду имеете вы. И я, поверьте, при встрече с профессором Линде не скрою своего удивления тому, что медаль Грасгофа до сих пор не присуждена вам...

Дизель пожал плечами и отошел. Лаваль взглянул на него с любопытством.

Они разошлись, сочувствуя друг другу, но совершенно не понимая, что оба являлись пешками в руках двух вступивших между собой в отчаянную борьбу враждебных капиталистических групп, интересы которых были связаны с угольной и нефтяной промышленностью.

Такой же пешкой были и Людерс, поносивший Дизеля в своих книгах, и Ридлер, подбиравший в архивах Круппа документы для своей книги о происхождении нефтяных двигателей, такой же пешкой был и Линде, распределявший награды, и все «Общество немецких инженеров», теснейшим образом связанное через своих членов с теми и другими группировками.

Нобель, Рокфеллер, Крупп указывали пешкам тот или иной ход или вовсе выбрасывали их из игры. Они действовали втайне, недоступно для взоров современников. Только историческая перспектива позволяет нам теперь ясно видеть, как красной нитью с середины прошлого века через историю энергетической техники проходит яростная война угля и нефти.

Продолжая свою политику, Нобель поделился заказом военного министерства с Коломенским заводом и передал ему готовые чертежи двигателей для канонерских лодок. Сам же Нобель, пользуясь опытом постройки судовых установок, поставил перед заводом задачу конструирования быстроходных двигателей.

Двигатели Дизеля в их первоначальном виде не отличались быстроходностью. В качестве двигателей для динамо-машин они имели, таким образом, существенный недостаток, не давая динамо-машине при непосредственном соединении на одном валу нужного ей большого числа оборотов.

Судовые дизели «Сармата» отличались от обычных стационарных двигателей своей легкостью и большим числом оборотов. По этому пути снижения веса двигателя и повышения числа оборотов Нобель и направлял работу конструкторского бюро.

Появление быстроходных дизелей весьма способствовало распространению «дизель-динамо», особенно после того, как русскому заводу, опять-таки первому в мире, удалось сконструировать двигатель мощностью в 200 лошадиных сил в одном цилиндре. Таким образом, восьмицилиндровый дизель мог развивать мощность уже в 1600 лошадиных сил.

На этом пределе дизели держались довольно долго и за границей. Дизельными установками такой солидной мощности могли пользоваться крупные промышленные предприятия. Чтобы окончательно убедить предпринимателей в полной приспособляемости дизеля для любой работы, неутомимый нефтепромышленник осуществил на Пермском заводе очень интересную силовую установку. Здесь двигатели Дизеля работали параллельно с паровыми. Опыт увенчался успехом, рассеяв последние сомнения в отношении новых двигателей. Теперь они окончательно сравнялись с паровыми в смысле широты их практического применения.

Первая русская революция, пронесшаяся грозным предвестником Октября, несколько смяла широкие планы Нобеля. Но в следующем году, принимая от Балтийского судостроительного завода заказ на двигатели для подводной лодки «Минога», Эммануил Нобель воспрянул духом.

Условия для этого заказа были необычны: ограничивались место для установки и вес двигателей. Кроме того, заводу предложено было отказаться от электрической передачи, соединить дизель прямо с гребным винтом и сделать его реверсивным. Нобель не принял на себя гарантию, что заказ будет выполнен, но за работу взялся.

К этому времени завод «Братья Зульцер» в Швейцарии сделал крупный шаг вперед. Воспользовавшись предложением английского изобретателя и адвоката по патентным делам Дугласа Кларка, завод построил двухтактный двигатель Дизеля, а затем вскоре осуществил на этом двигателе и реверс. Таким образом был создан настоящий судовой дизель, работающий непосредственно на винт.

Появление двухтактных двигателей Дизеля обусловливалось также стремлением к повышению мощности. Имея один рабочий ход на два хода поршня, в то время как в четырехтактном двигателе один рабочий ход приходится на четыре хода поршня, двухтактный двигатель одного и

того же размера с четырехтактным должен был иметь мощность почти вдвое большую.

Двухтактный процесс, предложенный Кларком, состоит в следующем: когда поршень после сгорания горючего в совершившемся цикле подходит к нижней мертвой точке, он открывает выпускные окна, через которые отработавшие газы извергаются в выхлопную трубу. В это время открываются впускные клапаны, через которые воздушным насосом вгоняется в цилиндр чистый воздух. Воздух выталкивает остатки продуктов сгорания и заполняет весь цилиндр. Таким образом, к началу нового цикла цилиндр оказывается наполненным чистым воздухом. Поднимаясь, поршень сперва закрывает окна, а затем дальнейшим своим ходом начинает сжимать этот воздух и, дойдя до верхней мертвой точки, доводит воздух в камере до обычного для двигателя сжатия. Это и есть первый такт двухтактного процесса, ход сжатия.

В конце этого и начале второго обратного хода поршня через форсунку поступает горючее, вспыхивающее в раскаленном сжатом воздухе, и начинается расширение продуктов сгорания, которое толкает поршень. Это и есть второй такт, или рабочий ход.

Осуществление двухтактного цикла в двигателях Дизеля поставило перед практиками вопрос о преимуществах одного типа двигателя перед другим. Вопрос этот остается нерешенным и до сих пор. Конечно, один рабочий ход на два такта вместо четырех повышает мощность двухтактного двигателя. Но очистка цилиндра от продуктов сгорания, производящаяся все-таки неполностью, снижает действительную мощность двигателя, так что при одинаковых мощностях двухтактный двигатель расходует несколько больше горючего, чем четырехтактный.

Преимущество двухтактного двигателя заключается в том, что реверс в нем осуществить гораздо легче, чем в четырехтактном, так как основным затруднением для реверса служит трудность пуска в ход двигателя при любом положении кривошипа. Двухтактность цикла упрощает задачу, и реверс конструкторы завода «Братья Зульцер» осуществили одновременно с созданием двухтактного двигателя.

Поскольку задача создания судового двигателя была выполнена на не испытанном еще в практической работе

двухтактном двигателе, «Русский дизель» взялся за конструирование четырехтактного реверсивного двигателя. В течение двух лет ему удалось добиться цели. Такой двигатель завод построил в 1908 году. Впоследствии на годовом собрании «Общества немецких инженеров» профессор Ремберг, оценивая различные системы реверса, признал, что «русская система представляет вполне совершенное и весьма ценное разрешение задачи».

Блестящую характеристику двигателю дал также профессор Быков, производивший испытания новой машины. Оборудовав такими двигателями ряд подводных лодок, Нобель начал внедрять эти двигатели в Волжское и Каспийское судоходство.

Наконец — и это был блестящий ход ловкого коммерсанта — на старой паровой шхуне «Роберт Нобель» была произведена демонстративная замена паровых машин двигателями Дизеля вместо ремонта котлов. Поставленные сюда реверсивные двигатели имели мощность в 500 лошадиных сил. Результаты первой навигации были изумительны. В качестве парохода, как всем было известно, «Роберт Нобель» сжигал за рейс от Баку до Астрахани сорок восемь тонн нефти. Став теплоходом, за тот же рейс «Роберт Нобель» израсходовал всего только девять тонн, причем теперь, при легкости дизельной установки, он имел уже вместимость вместо прежних 1500 тонн — 1750 тонн.

Таков был наглядный урок, данный Нобелем всем, кто еще сомневался в выгоды судовых дизелей. Волжские пароходчики были потрясены. Коломенский завод выполнил дизельные установки на семи волжских судах и приступил к постройке серии огромных волжских теплоходов, отделявавшихся с невиданной до сих пор роскошью.

Одновременно двигатели Дизеля получили боевое крещение и в морском плавании на канонерских лодках. «Карс» и «Ардаган» были двухвинтовые суда, приводимые в движение дизелями мощностью по 500 лошадиных сил на каждом винте. Уже при пробном плавании в Кронштадт «Карс» показал блестящую маневренность в исключительно трудном положении. Затем оба судна были переброшены на Каспий по Мариинской системе и Волге, причем весь путь в очень трудных для больших судов условиях они проделали самостоятельно. В Ладожском

озере канонерки попали в лед и работали, как ледоколы, давя собственной тяжестью льды. В шлюзах при буксировке, когда лопнули канаты, обнаружилась изумительная послушливость машин, быстро пущенных в ход. В Каспийском море канонерки выдержали жестокий шторм, а на испытаниях в Баку показали увеличенную против гарантированной скорость хода.

Все это было несомненно успехом и торжеством нефти, и беда сводилась только к тому, что отдаленность России от центров технической мысли мешала Европе наглядно знакомиться с достижениями русского дизелестроения.

Открывшаяся в Петербурге в 1910 году выставка двигателей внутреннего сгорания, организованная при участии Деппа, должна была сыграть в этом отношении серьезную роль. Дизель решил посетить выставку и познакомиться наконец поближе с Нобелем.

Человек, в совершенстве владевший всеми европейскими языками, связанный по самому роду своей деятельности обширными интересами во всем мире, Дизель считал простой прогулкой поездку на автомобиле во Францию или Бельгию. К тому же постоянные переезды из страны в страну избавляли его от мучительных страданий на родине.

С каждым днем кампания, предпринятая против него, становилась все более и более ожесточенной. Успехи его двигателей подливали масло в огонь. Этого растерявшегося под ударами человека теперь повсюду преследовали личные неудачи. Нефтеносные земли в Галиции оказались бесплодными. По тяжбе с компаньонами из-за этих земель Дизель потерял миллион. Вилла в Мюнхене потребовала больших расходов, чем он ожидал. Аугсбургский завод двигателей, им самим основанный, вынужден был ликвидироваться. Дорогостоящие опыты по созданию двигателя, работающего на угле, не имели успеха. Наконец потерпел Дизель жестокую неудачу и с фабрикацией двигателей малых мощностей.

Доклад, сделанный Дизелем в Петербурге членам Русского технического общества, дышал тайной мукой. Она прорывалась среди как будто бы общих и отвлеченных высказываний, когда он говорил:

— Между идеей и ее осуществлением находится мучительный период человеческого труда. Осуществляется

лишь незначительная доля безудержных идей творческой фантазии... Осуществленная же идея всегда оказывается не тем идеалом, который возникал в воображении: изобретатель работает с неслыханным отходом от своего идеала, забрасывая свои первоначальные проекты и решения. Огромные намерения приводят неизменно к сравнительно с ними ничтожным достижениям...

С истечением срока действия патентов Дизеля в 1908 году машиностроительные заводы всего мира с лихорадочной торопливостью взялись за производство новых машин. Россия и Соединенные Штаты Америки, владевшие наибольшими запасами нефти, более всего способствовали распространению двигателей Дизеля. С развитием промышленного производства автомобилей выяснилось добавочное значение дизелей как потребителей мазута, остающегося при перегонке нефти в бензин.

Дизель путешествовал в Америке, как владетельный принц. В России его окружали почетом и восторгом, а Нобель дивил гостеприимством и успехами своего завода. Любуясь русской системой реверса, слушая рассказы Нобея, Дизель испытывал чувство благодарности к этому суровому деспоту, казавшемуся ему добродушным другом его машин. Он говорил ему комплименты, благодарил. Очарованный русским гостеприимством, взволнованный успехами теплоходостроения, он с новой энергией и надеждами покинул страну, где фонтанировавшая на бакинских промыслах нефть венчала лаврами его изобретательский гений.

Поездка Дизеля в Россию имела большие и серьезные последствия. Под свежим впечатлением виденного он сделал английским судостроителям большой доклад о роли дизелей в судостроении. Со свойственной ему убедительностью и деловитостью, с учетом хозяйственных потребностей и интересов промышленности, опираясь на опыт русского теплоходостроения, Дизель нарисовал слушателям широкую картину будущего судостроения. Впечатление, произведенное докладом, было колоссально, и председатель конгресса только выразил общую мысль, когда заметил в своем заключительном слове, что «сегодня английские судостроители услышали наконец, что предстоит им впереди».

О решительном переломе, происшедшем в настроении



судостроителей, можно судить по тому, что тотчас же после конгресса на верфях Германии и Англии было заложено несколько больших теплоходов, предназначенных для дальнего плавания.

Из них первой была спущена на воду «Зеландия», принадлежавшая Восточно-Азиатской компании. Эта компания связывала европейские порты и Дальний Восток, и теплоходу предоставлялась возможность брать с собой запас топлива, достаточный для двойного рейса в Европу и обратно. Дело в том, что нефть на Востоке стоила дешевле того, во что обходился провоз ее в Европу. Таким образом, теплоход, забравший нефть на Востоке, получал баснословно дешевое топливо для себя. Выгодность теплохода не внушала сомнений. Оставалось только проверить, годятся ли вообще дизели для океанских судов.

«Зеландию» заложили в марте 1911 года, а в ноябре теплоход готовился к спуску. После предварительных испытаний в январе 1912 года теплоход отправился в свое первое плавание, за которым с огромным вниманием следил весь промышленный и коммерческий мир.

«Зеландия» была двухвинтовым судном с грузоподъемностью в 7500 тонн. На каждый винт работал двигатель Дизеля мощностью в 1250 лошадиных сил. При полной нагрузке скорость теплохода доходила до одиннадцати узлов.

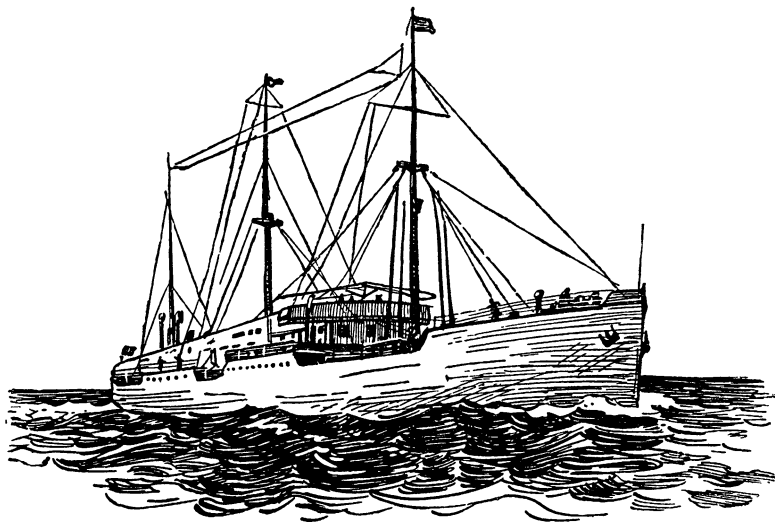
Выйдя из Копенгагена, теплоход забрал в Улеборге цемент и отправился в Лондон. В Северном море «Зеландия» отлично выдержала шторм и вела себя несколько не хуже пароходов той же компании. Уже в первые дни плавания выяснилось, что расход топлива в среднем не превышает 165 граммов на лошадиную силу в час. Таким образом, теплоход имел запас топлива на семьдесят пять суток непрерывного плавания, что давало возможность сделать двадцать тысяч миль.

Расчеты на дешевую нефть вполне оправдывались.

В Лондон «Зеландия» явилась в несчастный для угля час. Забастовка английских углекопов была в самом разгаре. Судопромышленники дрожали за участь своих барышей и проклинали необходимость постоянно зависеть от угля. Прибытие океанского судна, не нуждавшегося ни в одном грамме угля, произвело потрясающее впечатление. Пароходоладельцы, журналисты, представители Адмирал-

тейства явились осматривать теплоход. Несколько дней Англия и весь мир толковали о «Зеландии».

«Зеландия», в сущности, была товаро-пассажирским судном, так как на ней имелись двадцать четыре превосходно оборудованные каюты. Однако в этот первый рейс и еще долго спустя пассажиров не находилось: они избегали



*Пассажиры избегали пользоваться новым судном, не питая к нему доверия из-за отсутствия труб.*

пользоваться новым судном, не питая к нему доверия из-за отсутствия труб.

Двигатели Дизеля, понятно, не нуждаются в дымовой трубе для усиления топочной тяги, как это требуется для паровых котлов. «Зеландия», как и первые русские теплоходы, не имела труб. Выпуск газов производился через небольшие выхлопные трубы, похожие на вентиляционные, находившиеся на корме. Когда выяснилось, что пассажиры были весьма озадачены отсутствием труб и по этой причине избегали плавать на теплоходах, суда с двигателями Дизеля начали украшать огромными, хотя и бесполезными трубами. Теперь в таких трубах помещаются глушители, выхлопные трубы и т. п.

Успех «Зеландии» окончательно решил вопрос о применении дизелей в судостроении. Судовые двигатели через год строились уже на двадцати восьми лучших европейских заводах, а предприятий, строивших стационарные дизели, уже невозможно было учесть. В Италии, на Туринской выставке в 1910 году, демонстрировалось двадцать пять типов двигателей Дизеля мощностью от 5 до 1000 лошадиных сил в одном цилиндре. Двигатели Дизеля были объявлены исторической достопримечательностью выставки, а мэр Турина представил Рудольфа Дизеля выставочному комитету как человека, «имя которого будет произноситься в техническом мире, как ничье другое».

Несмотря на отчаянное сопротивление владельцев и строителей паровых машин, дизели покоряли мир, и невозможно было установить пределы для дальнейшего развития дизелестроения.

В Герлице Рудольф Павликовский, продолжая дело учителя, работал над конструкцией угольного дизеля. В Шомберге на часовой фабрике дизель отлично работал на каменноугольной смоле. В Петербурге Нобель добился в двигателях для подводных лодок снижения веса на лошадиную силу до веса бензиновых двигателей.

Граф Цепелин вел переговоры с изобретателем об установке дизелей на строившихся им дирижаблях. Руаль Амундсен, совершивший свое первое путешествие в 1903—1906 годах вдоль берегов Северной Америки, предпринял новое путешествие на судне, оборудованном дизелями. Это был старый «Фрам», на котором Фритьоф Нансен плывал к Северному полюсу. Из паровой шхуны он был переделан в моторную. Амундсен выгадал 60 процентов в весе и месте, установив вместо старой паровой машины стовосьмидесяти сильный двигатель Дизеля шведского завода «Поляр». В декабре 1911 года Амундсен достиг Южного полюса, осуществив мечту исследователей. Экспедиция прославленного путешественника была обязана немалой долей своего успеха работавшему без отказа в течение трех тысяч часов двигателю Дизеля.

Сам Дизель в это время заканчивал испытания построенного в Винтертуре при его участии и под его руководством первого дизель-локомотива. Этот тепловоз имел мощность около 1000 лошадиных сил и весил до ста тонн. Двигатели, установленные на нем, были связаны непо-

средственно с осями ведущих колес. Для пуска локомотива с места употреблялся сжатый воздух, так как крутящего усилия, необходимого для страгивания поезда с места, двигатели Дизеля сами по себе дать не могли.

Железная дорога была последней областью, где дизели вступали в борьбу с паровой машиной, и мало было людей, которые сомневались в новой победе Дизеля. Преимущества тепловоза заключались не только в его экономичности. Победу ему обещали малый расход воды, сокращение пунктов водоснабжения, экономия времени на загрузку топлива, кратковременность пуска в ход из холодного состояния, отсутствие дыма.

В местностях безводных или с плохой водой тепловозы могли иметь исключительное значение. В воде тепловоз нуждался только для охлаждения цилиндров, значит отработавшую воду можно было остужать и снова пускать в дело.

Общественность Германии, всячески подчеркивавшая свое отрицательное отношение к изобретателю, никак не реагировала на появление в Швейцарии первого тепловоза. Между тем произведенные в начале 1912 года пробные испытания на линии Винтертур — Ромасгорн дали настолько удовлетворительные результаты, что заправили из дирекции прусских железных дорог решили принять от Зульцера тепловоз для пробного обслуживания линии Берлин — Мансфельд.

Из Винтертура в Берлин тепловоз прошел самостоятельно с полным составом пассажирского поезда.

Локомотив хорошо брал с места, отлично реверсировал и шел со скоростью до ста километров в час.

Однако в практической работе, на которую он был поставлен в Берлине, тепловоз показал и свои недостатки. Он был излишне силен при больших скоростях и недопустимо слаб при малых, то есть тогда именно, когда локомотиву нужна наибольшая сила тяги, как при страгивании состава с места и на подъемах.

Дело заключается в следующем. Паровая машина, связанная прямо с движущими осями, благодаря возможности менять отсечку пара может быть предельно мощной при самой малой скорости хода, а дизели достигают своей полной мощности только при нормальном числе оборотов. Двигатель Дизеля, рассчитанный на четыреста оборотов

в минуту, не станет работать при двухстах оборотах. Мощность дизеля зависит от количества горючего в воздухе, нужного для горения. Если прибавить горючего, оно не сгорит при данном запасе воздуха в цилиндре. Стало быть, работа двигателя за один оборот всецело зависит от размеров его цилиндра, а мощность прямо пропорциональна числу оборотов. Потому-то дизель-локомотив развивал мощность пропорционально скорости движения, и чем меньше была скорость хода поезда, тем слабее становился локомотив. Между тем тяговой машине как раз при наименьшей скорости — скажем, при страгивании с места — нужна наибольшая сила тяги. Сжатого же воздуха, употреблявшегося при страгивании, не хватало, так как остановки поезду приходилось делать довольно часто.

Дизель, конечно, знал, что «там, где опыт кончается неудачей, часто начинается открытие», но в это время ему уже шел пятьдесят пятый год, его преследовали головные боли, сердце слабело, вокруг него царил атмосфера вражды, злобы, насмешек и клеветы. Он перестал думать о тепловозе.

Неудачу первого тепловоза, конечно, использовали в своих целях противники новых машин. Воспользовавшись случайной аварией двигателя, Управление дороги поспешило выбросить тепловоз в лом. Тепловозостроению был нанесен серьезный удар, и оно не скоро от него оправилось.

Между тем деловая суэта все еще окружала изобретателя. Он вновь посетил Америку и покинул ее, как триумфатор. Но чем большими почестями окружали его в чужих странах, тем злее и бесстыднее становилась поднятая против него кампания дома. Людерс, собрав все свои статьи, выпустил толстую книгу под названием «Миф Дизеля». Тут не только сводились на нет все заслуги изобретателя, тут уже без всяких недомолвок говорилось, что бывший инженер холодильного завода пользуется тем, что вовсе ему не принадлежит.

Дизель страдал невыносимо. В атмосфере злобного недоброжелательства, переходившего в прямую травлю, прославленному и столь способному человеку теперь не удавалось ничто. Он чувствовал себя все более и более непригодным к борьбе и труду.

С каким-то суеверным терпением он ждал определен-

ного себе, как меру жизни, последнего дня пятьдесят пятого года.

Продолжая принимать участие в деловой и житейской суете, Дизель не жаловался, не пытался прятаться. Но каждый, кто захотел бы пристальнее взглянуть на этого когда-то кипевшего энергией человека, конечно заметил бы происшедшую в нем перемену. Он был похож на путешественника, неторопливо готовившегося в дальний путь. Для окружающих, правда, он оставался все тем же счастливецом-богачом, джентльменом, обеспеченным покоем и счастьем на всю жизнь. Даже в собственной его семье мало кто думал иначе. И только самые близкие, интимные и наблюдательные друзья вдруг обнаружили в нем что-то новое, почти неуловимое: оно выражалось в необычной мягкости, отрешенности, доброте, неожиданной рассеянности и забывчивости, вообще ему несвойственных, и более всего — в равнодушии к тому, что было до сих пор такой естественной страстью его ума и сердца.

Осенью 1912 года врачи направили Дизеля в Лаген-Швальбах. Там он аккуратно придерживался распорядка курортной жизни. Тут же находился Адольф Буш, старый приятель Дизеля. Уже после первой встречи он заметил:

— В общем, с моим другом Дизелем не все благополучно. Это совсем другой человек.

Курорт, как и раньше, ничем не помог больному. Дизель вернулся в Мюнхен и погрузился в работу над книгой «Происхождение дизель-моторов». В основу ее он положил свой доклад по истории изобретения. Закончив работу, Дизель сдал ее тому же издательству Шпрингера, которое выпустило и его первую брошюру двадцать лет назад.

Весной этого года жена предложила Дизелю провести несколько месяцев в Италии. Она надеялась, что путешествие по прекрасным берегам страны совершит чудо. И первое время ей казалось, что надежды оправдываются. Дизель чувствовал себя лучше. Они отметили веселым обедом день его рождения. Это было в Сицилии. На обратном пути, сначала в Капри, потом в Неаполе, Дизель неожиданно сказал:

— Ну, с этими местами можно проститься...

Он был спокоен. Пароход готовился к отплытию. Тихий закат предвещал на завтра ясный день. Море дышало

теплом и покоем. Госпожа Дизель спросила, не придавая никакого значения словам мужа:

— Почему?

— Вряд ли мне придется их еще раз увидеть!

В Мюнхене Дизель оставался недолго. Несколько дней он провел у дочери во Франкфурте-на-Майне, отдавая большую часть времени ее детям. Он не скрывал той радости, которую ему доставляли внучата, игравшие его золотыми часами и расспрашивавшие обо всем на свете. Оставив жену у дочери, Дизель уехал в Швейцарию.

Старый Зульцер встретил его сообщением: завод закончил постройку и испытания двигателя мощностью в 2 тысячи лошадиных сил в одном цилиндре.

— Двадцать лет назад, — вспомнил он, — я читал вашу брошюру, и многое в ней казалось мне фантастическим. Но то, что мы имеем сейчас лишь у вас на заводе, поистине превзошло все ожидания. Мы спроектировали двигатель двойного действия мощностью в 2500 лошадиных сил в цилиндре...

Дизель слушал, смотрел, кивал головой, говорил о делах, вспоминал внучат, рассказывал о путешествии. Он не жаловался, ничего странного не было в его поведении. И все же у Зульцеров осталось какое-то неясное подозрение. Наблюдательная хозяйка заметила мужу:

— Несомненно, что с нашим другом что-то случилось...

Дизель прошелся по окрестностям Винтертура, где когда-то, работая практикантом на заводе, бродил с гениальной книгой Карно, размышляя о «программе всей жизни». Вернувшись, он объявил о своем отъезде. Даже старые слуги винтертурского заводчика, знавшие гостя много лет, нашли, что в этот приезд свой он был как-то особенно мягок, вежлив и добр.

В Мюнхене Дизеля ожидала корректура готовой к печати книги. Он тщательно просмотрел ее и написал предисловие. Через неделю издатель прислал ему первые экземпляры. Несколько минут с грустной улыбкой Дизель смотрел на черный с золотом переплет, похожий на надгробный памятник. Это был всего лишь стиль шпрингеровских изданий. Дизелю кавалось, что он был избран специально для этого случая.

Вечером, с ощущением во всем теле какой-то необык-

новенной легкости и удовлетворения, овладевающими людьми после долгого и трудного пути. Дизель делал на книгах дружеские надписи, запакowyвал их и писал адреса своих друзей.

Последний экземпляр направлялся Георгию Филипповичу Деппу в Петербург.

Утром Дизель покинул свою роскошную виллу и уехал к старшему сыну, затем навестил младшего и снова заехал к дочери.

Движение, беспрестанное движение, переезды с места на место, из страны в страну под предлогом необходимости обратились давно уж в болезненную страсть. Впрочем, каждый новый переезд на несколько дней возвращал этому вечному путешественнику свежесть мысли и чувства.

В 1913 году его письма из Гента дышали живостью: прием был прекрасный, выставка изумительная, настроение отличное. Через день во Франкфурте было получено новое сообщение: «Еду с бельгийцами в Англию на общее собрание «Объединенного общества Дизель» посмотреть новые мастерские в Ипсвиче».

Накануне своего отъезда Дизель написал домой три письма. На самом тревожном из них по рассеянности, ему доселе столь чуждой, он написал: «Франкфурт-на-Майне», а далее поставил: «Улица Марии-Терезии» — свой мюнхенский адрес. Имперская почта, не найдя во Франкфурте улицы Марии-Терезии, доставила это письмо Марте Дизель слишком поздно.

Вечером 29 сентября, покидая Антверпен, Дизель написал жене как будто спокойно:

«Пишу наспех. Едем с Карелем в Харвич, Ипсвич, Лондон. Остановлюсь в Кайзер-Отеле. Пишите туда. Тепло по-летнему. Будет отличная поездка».

Хорошей дозы движения, морского воздуха, ветра, соленых брызг, казалось, будет достаточно и на этот раз, чтобы дотянуть до Англии.

Дизель был оживлен. Его сопровождали бельгийцы: директор фирмы Карель и главный инженер Люкман. Великолепный «Дрезден» сверкал чистотой палуб, медных частей, стекол. Светлый вечер сиял над морем. Набережная была переполнена гуляющими. Провожающие засыпали путешественников цветами. Шляпы, платки долго



колыхались над головами, пока пароход медленно и важно отходил от пристани.

«Дрезден» осторожно вышутывался из загроможденного кораблями устья Шельды. Покидать палубу никто не хотел. Дизель смотрел на позолоченный закатом город и отвечал смехом на шутки.

В открытом море подали ужин. Дизель курил, гулял до одиннадцати часов по палубе, смотрел на море, чувствуя, как покрывались солью мельчайших брызг губы, и кивал головой Карелю, слушая его планы на завтрашний день. Затем он пожал руки своим спутникам и просто сказал:

— Покойной ночи. До завтра!

Они проводили его до каюты и разошлись по своим.

Утром, заканчивая свой рейс, «Дрезден» приближался к месту назначения. Берега Англии были укрыты туманом. Завтрак подавался несколько раньше обычного. Дизель не появился вовремя к столу. Карель попросил слугу напомнить господину Дизелю о том, что пароход прибывает точно по расписанию и нужно поспешить с завтраком.

Слуга вернулся и объявил, что он не нашел в каюте никого.

Карель пожал плечами и предложил главному инженеру сойти с ним вниз и взглянуть вместе, что такое произошло с их аккуратным спутником.

— Странно, — заметил Люкман. — Это совсем не похоже на Дизеля.

— Сейчас узнаем, в чем дело, — ответил Карель.

Они спустились вниз. Каюта была не заперта, и они вошли. Постель оказалась нетронутой. Ночная рубашка лежала неразвернутой. Дорожная сумка была на виду, и ключик торчал в замочке. На сумке висели всем хорошо известные точные часы Дизеля.

Карель поднял на ноги всю команду парохода. Никто ничего не мог сказать. Ни малейшего указания на какое бы то ни было происшествие не было найдено ни в одном уголке тщательно обысканного парохода.

В полном соответствии со своим расписанием утром 30 сентября 1913 года «Дрезден» прибыл в Харвич. Рудольфа Дизеля на нем не было.

Лондонские газеты оповестили мир о загадочном и совершенно бесследном исчезновении изобретателя. Первого октября немецкие газеты перепечатали это сообщение, не

прибавив к нему ничего нового. Многие подозревали самоубийство. Некоторые, вспоминая о близости Дизеля к военному ведомству и о резком разрыве с ним, намекали на то, что Дизель убран Генеральным штабом, заподозрившим его в переговорах с англичанами о продаже им какого-то нового изобретения.

Впрочем, нашлись и такие «знатоки», которые утверждали, будто Дизель вообще никуда не выезжал из Мюнхена.

Казалось, что суета и бессмыслица достигли своего предела, когда английский отдел «Объединенного общества Дизель» отправил семье погибшего телеграмму, в которой сообщалось, что доктор Дизель находится в Лондоне. Но Марте Дизель суждено было испытать нечто еще более страшное. Через неделю, когда уже не было никаких сомнений в смерти мужа, имперская почта вручила ей собственноручное письмо Дизеля, задержанное поисками адресата из-за ошибочного адреса на конверте. То было тревожное, угрюмое письмо, полное недомолвок и жалоб на невыносимую тоску. Неделю назад оно побудило бы несчастную женщину немедленно выехать к мужу. Теперь оно лишь увеличило ее ужас и отчаяние.

Рудольф Дизель исчез. Мир суеты и бессмыслицы, его окружавший, оставался. Люди делали все, что могли, чтобы довершить бессмысленную суматоху.

Голландские и бельгийские рыбаки были оповещены о гибели богатого человека. В устье Шельды величайшее на земном шаре море вползало огромными волнами. Волны рано или поздно должны были вынести и труп человека, о котором писалось в газетах Англии, Голландии и Бельгии и, может быть, других стран, о которых не было известно рыбакам.

Два дня спустя в Ромпото, мелком рукавчике Шельды, флиссингенские рыбаки действительно нашли труп хорошо одетого человека. Они подняли его в лодку и направились в Флиссинген. Ветер точно обезумел. Зеленое море поднялось на дыбы и начало швырять рыбацкое суденышко из стороны в сторону, внушая суеверный ужас рыбакам. Они перебросились скупыми словами, бережно осмотрели труп, сняли с распухших пальцев кольца и вернули утопленника Шельде.

Жизненный путь Рудольфа Дизеля был окончен.

Устраняя себя из жизни в тот самый час, когда к нему явилось сознание, что он не может уже более ничего прибавить к сделанному, Дизель свою смерть поставил в условия совершенно естественного конца. Таинственным и загадочным все происшедшее в Северном море казалось только репортерам сенсационных газет. Тем, кто мог ближе и глубже знать Дизеля и его жизнь, смерть великого мастера техники представлялась не менее понятной, чем и всякая другая.

При этих условиях, конечно, никакого значения для дальнейшего развития дизелестроения исчезновение творца двигателя не могло иметь. Оно продолжало развиваться с исключительным успехом, шаг за шагом подтверждая правильность основных теоретических предположений Дизеля.

Уже в тот же год в Винтертуре фирме «Братья Зульцер» удалось осуществить опытный двигатель мощностью в 2000 лошадиных сил в одном цилиндре. Одновременно начали появляться опытные дизели двойного действия: в этих двигателях процесс сгорания происходил попеременно то по одну сторону поршня, то по другую, что при двухтактном цикле делало каждый ход поршня рабочим и значительно повышало мощность машины.

В 1918 году старый Аугсбургский завод, объединенный с нюрнбергским под фирмой «МАН», построил двухтактный двигатель двойного действия мощностью в 3000 лошадиных сил в цилиндре. Но так как в это время иностранные фирмы начали строить бескомпрессорные дизели, немецкое машиностроение направило свои усилия также к устранению из конструкции двигателей Дизеля сложного и громоздкого компрессора, который был необходим как для пуска в ход двигателей в холодном состоянии, так и главным образом для распыления топлива сжатым воздухом при введении его в цилиндр.

Первый бескомпрессорный двигатель был построен заводом Виккерса еще в 1914 году. В нем топливо подвергалось высокому механическому давлению и таким путем вводилось в цилиндр. В дальнейшем в бескомпрессорных двигателях Дизеля стало применяться или непосредственное распыление горючего высоким давлением, созданием воздушных вихрей и длинных струй, или распыление добавочной камерой.

Двухтактный дизель двойного действия явился машиной уже более выгодной в постройке. Он назначался в первую очередь для непосредственного соединения с гребными винтами больших судов.

В области судостроения двигатели Дизеля продолжали играть исключительную роль. Большая часть судов, строившихся в годы, последовавшие за смертью изобретателя, снабжалась двигателями Дизеля; теплоходы рано или поздно должны были тоннажем сравняться с пароходами, а может быть, и превзойти их.

Двигатель Дизеля с громадным успехом стал заменять мелкие нефтяные двигатели в запальным шаром, а в качестве основных и резервных агрегатов весьма успешно нашел применение и на мелких и на самых крупных электрических станциях! Предел мощности дизельного агрегата с 5000 лошадиных сил, передвигаясь все дальше и дальше, дошел до 22 500 лошадиных сил.

Основную продукцию в области дизелестроения дает для СССР завод «Русский дизель», реконструированный из старого нобелевского механического завода, положившего начало русскому дизелестроению.

Здесь построена большая часть всех двигателей Дизеля, работающих в СССР на фабриках и заводах, электрических станциях, обслуживающих теплоходы.

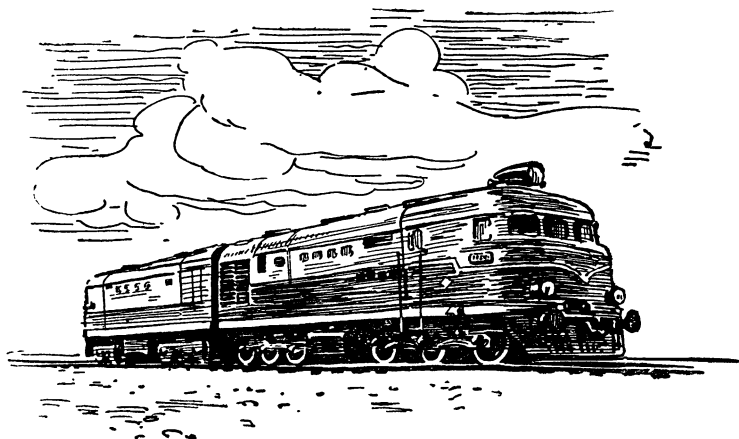
Всего до революции за пятнадцать лет работы заводом было сконструировано свыше сорока серий двигателей, большинство из которых было осуществлено. Едва ли какой-либо завод в мире спроектировал такое количество типов дизелей.

В период гражданской войны жизнь на заводе почти замерла. Возрождение его началось с 1923 года, а в 1926 году выпуск дизелей превосходил уже наибольший выпуск завода до революции.

В 1926 году здесь была начата постройка двухтактных судовых двигателей, которых до революции ни один из русских заводов не строил вообще. В результате опытов с бескомпрессорным распыливанием топлива заводу удалось также и постройка бескомпрессорных дизелей.

Одновременно была разрешена и другая задача — замена устаревших типов более современными.

В июле 1931 года завод сдал для теплохода «Ким» первый свой мощный двигатель — гигантскую судовую маши-



*Современный тепловоз.*

ну мощностью в 3250 лошадиных сил. Испытания ее показали, что «Русский дизель» стал в деле машиностроения в ряд с лучшими иностранными заводами.

Освоение этой судовой машины позволило советскому теплоходостроению спустить на воду ряд больших морских теплоходов для пассажирского и речного флота.

Сормовским заводом в 1931 году была построена крупная стационарная машина мощностью в 2300 лошадиных сил. Здесь же в 1937 году была построена замечательная в своем роде машина — двигатель тяжелого топлива мощностью всего в 2 лошадиные силы. Если вспомнить, что на протяжении всей истории дизелестроения наибольшие трудности представляла как раз конструкция маломощных дизелей, то постройка этой машины свидетельствует о серьезных наших успехах в области дизелестроения.

Следует заметить также, что руками советских конструкторов созданы авиационный, тракторный и автомобильный дизели. Ярославский автозавод уже с 1936 года начал серийный выпуск дизельных грузовиков, а в 1937 году, после произведенной реконструкции цехов, Челябинский тракторный завод начал выпускать тракторы с двигателями тяжелого топлива.

Двигатель Дизеля развивался конструктивно главным образом в нашей стране. Особенности двигателя, способ-

ного работать на любых сортах тяжелого жидкого топлива, обеспечили ему все возрастающую роль в народном хозяйстве Советского Союза, обладающего огромнейшими запасами нефти. Наши теплоходы, как и многие тепловые установки с дизелями, работают на мазуте, то есть на таких отходах, которые ни в каких других двигателях внутреннего сгорания не могут быть использованы и обычно сжигаются в топках паровых котлов. При этом самый расход топлива в нашем двигателе значительно меньше, чем во всех других тепловых двигателях. Так, бензиновый или керосиновый двигатель потребляет на лошадиную силу в час 250—350 граммов топлива, а русский дизель — всего 170—190 граммов, почти вдвое меньше.

Техническая вооруженность народного хозяйства во многом определяется уровнем производства двигателей различных типов. Наше время — время исключительно быстрого развития двигателей внутреннего сгорания. В 1911 году мировая суммарная мощность первичных двигателей составляла около 200 миллионов лошадиных сил, причем роль двигателей внутреннего сгорания была ничтожна. В 1920 году суммарная мощность первичных двигателей во всем мире достигла 850 миллионов лошадиных сил, при этом 600 миллионов лошадиных сил приходилось уже на двигатели внутреннего сгорания. По некоторым подсчетам можно полагать, что в 1950 году мощность первичных двигателей только в странах капиталистического мира достигла 10,5 миллиарда лошадиных сил, причем на двигатели внутреннего сгорания приходилось почти 9 миллиардов лошадиных сил.

Бурному развитию моторостроения и распространению поршневых двигателей не могли помешать и двигатели с непосредственным вращательным движением — ветродвигатели и турбины, достигшие также высокого развития и совершенства.

---



## ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

### 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ АЭРОДИНАМИКИ

#### *Жуковский*

В природе есть много явлений, наблюдая которые кажется невозможным проникнуть в тайну законов, ими управляющих. Ключок бумаги, брошенный на пол, ложится совсем не там и не так, как ждешь. Орел и ястреб парят в воздухе, не двигая крыльями. Вихри, ветры, ураганы, все явления, происходящие под влиянием сил, возникающих при движении воздуха, долгое время оставались непонятными и необъяснимыми.

То же можно сказать и о явлениях, связанных с движением жидкостей при воздействии на них каких-либо сил. Именно полнейшая неуловимость законов движения воды и особенно воздуха заставляла наших предков относиться к ним как к стихийным силам природы, непостижимым уму и неподвластным человеку.

Самым ярким представителем инженеров, начавших широко и щедро вводить научный метод, внедрять научные основы во все области техники, был Николай Егорович Жуковский (1847—1921). Он был неутомимым, последовательным и самым разносторонним деятелем того перелома в технике и инженерии, благодаря которому научные исследования в настоящее время настолько тесно связаны с новой техникой, что часто составляют единое и неразрывное целое. Именно этой стороной научной деятельности Жуковского можно объяснить, что из огром-

ного числа его учеников подавляющее большинство стало в ряды конструкторов и инженеров и лишь единицы посвятили себя теоретической науке.

Характерная для всех вообще русских ученых и инженеров способность сочетать разработку глубоко теоретических проблем с решением практических задач инженерной техники — самая замечательная черта творческой деятельности Жуковского. Его теории уже в разработке поражают инженерными возможностями даже и тогда, когда теоретическое построение ученого вызывалось еще не прямыми запросами жизни, а являлось лишь плодом пытливой мысли, возбужденной к деятельности тем или иным живым наблюдением.

Скажем, проблема удара гидросамолета о воду при посадке теоретически оказалась разработанной Жуковским в те времена, когда не только о гидросамолетах, но и о самолетах вообще мало кто думал. Гидродинамическую проблему «Об ударе двух шаров, из которых один плавает в жидкости», Жуковский решил еще в 1883 году, положив начало теоретической работой решению узко практического вопроса о посадке гидросамолета.

Теория и методы, не исчерпывающие всех инженерных возможностей, не удовлетворяли Жуковского. Нередко он сам брался за доработку их и шел в этом направлении так далеко, как не смели и мечтать авторы этих методов и теорий.

В разные периоды своей научной деятельности Жуковский занимался и вопросами о прочности велосипедного колеса, и вопросами о наиболее выгоднейшем угле наклона аэроплана, и вопросом о рациональной форме корабля. С исчерпывающей полнотой и даже с показом механических моделей он отвечал и на вопрос, почему кошки при падении всегда «приземляются» на лапы, и на вопрос, почему из фабричных труб дым выходит клубами, и на тысячу других вопросов, больших и маленьких. Он дал полное объяснение и явлениям кровообращения в человеческом организме, и явлениям кавитации гребного винта. Он делал доклады о парении птиц и о движении прямолинейных вихрей, о сопротивлении воздуха при больших скоростях и о движении вагонов по рельсам, о снежных заносах и о ветряных мельницах, о качке кораблей и о множестве других разнообразных явлений, которые слу-



жилл ему только поводом для теоретических построений огромного и широчайшего значения.

Помогая везде и всюду не только теоретикам, но и практикам вводить научные основания во все области техники и инженерии, Николай Егорович никогда не делил задачи на большие и маленькие, на важные и неважные. Он делил их только на трудные и простые и предпочитал неизменно браться за трудные, хотя бы они и относились к самым непопулярным в кругах ученых областям техники.

У него мы найдем и теорию движения просеиваемого продукта по поверхности сита, где он рассматривает движение материальной точки на сите под действием центробежной силы и силы трения. В результате этой теории Николай Егорович предложил практикам новую схему подвеса отсева.

У Жуковского мы находим и исследование о «Распределении давлений на нарезках винта и гайки», где Николай Егорович дает приближенное решение очень трудной задачи о распределении давления на нарезках винта и гайки, предполагая, что нарезки подвержены лишь деформации скашивания, а тела винта и гайки — растяжению или сжатию.

С теоретической точки зрения рассматривает Жуковский вопрос «О прочности велосипедного колеса» и ряд других, посвященных практическим проблемам техники: о давлении поршней в двигателях «Гном», о колебаниях паровоза на рессорах, о разрыве поездов и т. д.

Любопытна одна работа Жуковского, характеризующая широту его творческой мысли. Это «Определение скорости движения продуктов горения в заводской трубе по фотографии выбрасываемого дыма». Причина появления клубов дыма заключается в том, что по закону распространения волн от верхней части трубы передается к топке пониженное давление, а от топки к верхнему концу трубы переносится повышенное давление. Поэтому клубы дыма следуют друг за другом тем чаще, чем меньшую длину имеет труба. В этой своей работе Николай Егорович дает простую формулу для вычисления скорости продуктов горения.

Трудно указать такую область теоретической механики, которую оставил без внимания гений Жуковского,

в которую он не внес бы своего вклада. Но совершенно естественно, что при его постоянных поисках наитруднейших задач, при его отзывчивости к практическим запросам новейшей техники и инженерии он должен был особенно глубоко и страстно заинтересоваться механикой полета, представлявшего самую трудную и менее всего разработанную проблему науки и техники.

Уже в раннюю пору своей научной работы Николай Егорович не сомневался в возможности осуществления тысячелетней мечты своего народа и всего человечества.

«Птицы летают, почему же человек не может летать?» — говорил он.

Правда, Жуковский начал свою деятельность как гидродинамик, он много занимался вопросами чистой математики, вопросами теоретической и прикладной механики, отзываясь на запросы живой практики. Но время от времени он выступал с докладами и по вопросам воздухоплавания и авиации. После доклада «К теории летания», состоявшегося в 1890 году, и знаменитой работы «О парении птиц», вышедшей в 1891 году, появляется его статья «О наивыгоднейшем наклоне аэропланов».

За одиннадцать лет до того, как поднялся в воздух самолет братьев Райт, Жуковский в статье «О парении птиц» дал объяснения тому, каким образом могут птицы парить в воздухе с неподвижно распростертыми крыльями, и теоретически доказал, что можно построить аппараты для искусственного парения — планеры, которые будут устойчивыми в воздухе и даже смогут совершать мертвые петли.

К этому времени относится следующий эпизод, рассказанный нам старейшим русским летчиком Б. И. Россинским.

В том же Денисовском переулке, где он жил и гонял с товарищами голубей, квартировал в то время Жуковский. Почтенный профессор дважды в день гулял по улице со своей охотничьей собакой и неизменно останавливался посмотреть на летающих голубей. Ребята завели знакомство со взрослым бородатым человеком, оказавшимся таким же голубятником, как они сами, и он охотно объяснял им, как птицы летают и почему они изгибают края хвоста при повороте.

Случилось, что у одного из голубей ястреб вырвал клоч

перьев из хвоста. Для того чтобы хвост вырос ровненько, ребята выщипали у него и остальные перья. К их удивлению, голубь продолжал летать в стае. Естественно, что они обратились за разъяснениями к своему наставнику:

— Вот, голубь-то без хвоста, а кружит со всеми, как хвостатый. Почему это?

Жуковский с величайшим любопытством устремил взор на голубей и тотчас же отличил от остальных бесхвостого, который не делал плавных кругов, как остальные, а, пользуясь крыльями, поворачивался круто, почти под прямым углом. Профессор объяснил ребятам, как перекашиванием концов крыла птица осуществляет крен и поворот при полете. Таким образом, в Денисовском перелуке ранней весной 1894 года был решен пионерами воздухоплавания один из самых важных вопросов самолетостроения.

К этим воспоминаниям своего раннего детства Б. И. Россинский присоединяет очень интересную догадку о том, что и мысль о возможности мертвой петли возникла у Жуковского при наблюдении за полетом знаменитых турманов, составляющих гордость всех голубятников.

Турманы принадлежат к замечательной породе домашних голубей, происходящих из Индии, где они культивировались в течение тысячелетий. Как показывает самое их название, турманы отличаются от всех других голубей своеобразным кувырканьем на высоком и красивом лете. Это единственная птица в мире, способная совершать мертвые петли, и предположение старейшего русского летчика о том, что именно восхитительное кувырканье турманов побудило Жуковского к теоретическому обоснованию мертвой петли, весьма правдоподобно.

Путь, приводящий к открытию, к установлению закона, не всегда виден в творении ученого. Чаще всего он излагает лишь конечные результаты своей мысли и опыта, ограничиваясь строгим изложением доказательств, удаляя все подмостки, служившие ему для постройки здания, и не давая возможности заглянуть в свою творческую лабораторию.

Однако мы знаем, что в природе, в объективном, вне нас находящемся мире и в нас самих, все органически связано одно с другим, зависит друг от друга, обуславливается одно другим.



*Ребята завели знакомство со взрослым бородатым человеком, оказавшимся таким же голубятником, как и они.*

Жуковскому, закладывавшему теоретические основы таких совершенно новых наук, как аэромеханика или динамика полета, естественно, приходилось исходить прежде всего из опыта живой природы, которая и была его постоянным учителем.

Доказав в статье «О парении птиц» возможность создания устойчивых в воздухе летательных аппаратов, Жуковский в новой работе, «О наивыгоднейшем наклоне аэропланов», решает задачу о нахождении наивыгоднейшего угла наклона, что имеет основное значение при проектировании самолета.

Таким образом, к тому времени, когда первые полеты состоялись, Жуковский, внимательно следивший за всеми новостями в этом деле, оказался во всеоружии тех знаний, которые нужны были для создания теоретических основ авиации.

Первые самолеты летали с небольшой скоростью, невысоко, держались в воздухе недолго и едва-едва поднимали одного летчика с пассажиром.

Как только были совершены первые робкие полеты на аппаратах тяжелее воздуха, так тотчас же перед наукой стал вопрос, выдвинутый практической авиацией: откуда берется подъемная сила у крыла и, главное, каким теоретическим способом можно ее выразить?

Насколько Жуковский был подготовлен к ответу на этот основной вопрос, видно из того, что уже в 1906 году, через три года после первого полета братьев Райт, в своей работе «О присоединенных вихрях» он дает и правильный ответ на вопрос и формулу, позволяющую произвести точный расчет сил, действующих на крыло.

Статья эта появилась в результате сделанного Жуковским замечательного открытия. Он открыл, что, кроме всех известных типов воздушных течений или течений жидкости, есть еще один тип течения, при котором образуется особая сила, получившая название «силы Жуковского». Благодаря этому открытию стали понятными все явления, происходящие в воздухе близ летящего тела, была создана полная теория крыла моноплана, началось строительство современных самолетов, имеющих толстое крыло с острой задней кромкой, и авиация получила ту силу и значение, которые теперь всем известны.

Жуковский показал, что механизм образования подъ-

емной силы у крыла иной, чем у пластинки. Наличие подъемной силы обусловлено тут не сопротивлением, а разностью скоростей под крылом и над крылом, или, как говорят, циркуляцией воздушных струй вокруг крыла.

Это открытие Жуковского и до сих пор остается предметом величайшего внимания аэродинамиков во всем мире.

Ученик и ближайший сотрудник Жуковского академик Л. С. Лейбензон вспоминает, что впервые мысль о роли циркуляционных потоков при возникновении силы давления воздуха на находящиеся в нем крылообразные тела возникла у Жуковского осенью 1904 года, при наблюдении полетов воздушного змея. За этим наблюдением последовала догадка, проверке которой Жуковский посвятил два года. После многих опытов и размышлений, убедившись в правильности своего предположения, Жуковский и открыл тот закон, который получил во всем мире его имя.

Жуковский необычайно тонко чувствовал, каким грубым препятствием для движения творческой мысли является привычное мышление, как трудно даже изощренному уму прервать течение привычных представлений и дать место иным, неожиданным и новым. Оттого-то он и прибегал постоянно к опытам, отдавался созерцанию живой природы с ее поучительным непостоянством, с ее огромным запасом еще не раскрытых тайн, не обнаруженных возможностей.

Над зеленым лугом летали стрелы его арбалета с винтом, когда он занимался измерением и вычислением времени полета. По проселочным дорогам взад и вперед мчался его велосипед с большими крыльями, когда он изучал сопротивление воздуха. Живая природа открывала тайны аэродинамики этому пророку авиации, предсказавшему мертвую петлю за двадцать лет до того, как ее совершил Нестеров. В деревенском саду под яблонями чертил на песке свои формулы ученый, когда ему врачи во время болезни запретили работать, а родные заставляли подолгу гулять.

В этом же саду ставил Жуковский большой эмалированный таз с пробитой дыркой, исследуя формы вытекающей струи, когда, исполненный вдохновенного проникновения, он думал:

«Все дело тут в тех вихрях, которые срываются с краев отверстия: первоначально они имеют форму отверстия, а затем они стягиваются, деформируются и деформируют струю. Прибавляя к действию вихрей силу инерции движущихся частиц жидкости, можно получить все изменения струи. Вопрос этот вполне ясен...»

Тайны стихий прояснились исследователю, когда он непосредственно их созерцал. И ореховский пруд, окрашенный мельчайшими водорослями, мечтал Жуковский обратит в лабораторный прибор для гидродинамических опытов над обтеканием струи.

В причудливой струе, выбивающейся из отверстия эмалированного таза, гений угадывает бурную стихию Ниагары. Кувыркающиеся турманы предрекают ему мертвую петлю самолета. В картонной аэродинамической трубе Московского университета Жуковский испытывал свойства воздушных течений, угадывал законы ураганов и капризы снежных заносов.

Самый огромный ум нуждается для творческого движения мысли в помощи извне, хотя в большинстве случаев даже и не замечаемой. В создании циркуляционной теории эту помощь оказал Жуковскому бумажный змей, в создании вихревой теории гребневого винта — фотографии корабельного винта. Большую и постоянную помощь ему оказывала природа, как и многим другим великим ученым. Вот почему профессор механики в душе оставался до конца жизни сельским жителем, охотником и спортсменом.

Когда незадолго до его смерти находившаяся возле него сестра предложила ему что-нибудь почитать вслух, он, закрыв глаза, ответил:

— Нет, не надо. Я лучше подумаю о деревне. Хорошо там теперь! Рябина, наверное, не совсем еще осыпалась. То-то раздолье снегирам!..

Он любил соревноваться с братьями, потом с племянниками в искусстве переплывать пруд, то держа в руках ружье, то ставя на голову подсвечник с горящей свечой. Неутомимый бродяга по полям и лесам, он чувствовал себя тут, как в просторной и светлой лаборатории.

На могиле другого русского ученого, математика Остроградского, заканчивая свою речь, посвященную творческой работе, Николай Егорович говорил:

— При взгляде на это мирное место упокоения, на широкие поля, убегающие в бесконечную даль, невольно возникает мысль о влиянии природы на дух человека. В математике, милостивые государи, есть тоже своя красота, как в живописи и поэзии. Эта красота проявляется иногда в отчетливых, ярко очерченных идеях, где на виду всякая деталь умозаключений, а иногда поражает она нас в широких замыслах, скрывающих в себе кое-что недосказанное, но многообещающее. В творениях Остроградского нас привлекает общность анализа, основная мысль, столь же широкая, как широк простор его родных полей!

Жуковский не был философом-марксистом, но собственный житейский опыт и наблюдательность ученого привели его к правильному заключению о том, что природа, создав мозг человека, сама же и работает в этом мозгу, наполненном ее отражениями, хотя человеку и кажется, что собственные цели его чужды природе.

«И так на каждом шагу факты напоминают нам о том, что мы отнюдь не властвуем над природой так, как завоеватель властвует над чужим народом, не властвуем над нею так, как кто-либо находящийся вне природы, — что мы, наоборот, нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри нее, что все наше господство над ней состоит в том, что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять», — пишет Ф. Энгельс в своей статье «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека».

Творческие истории всех великих ученых и инженеров полны таких фактов, так же, как творческая история Жуковского.

Он не строил самолетов, он даже никогда не поднимался на них в воздух, но именно ему В. И. Ленин присвоил высокое звание «отца русской авиации».

В «Заметках о ветросиловых установках», опубликованных в XX Ленинском сборнике, мы можем видеть, что В. И. Ленин уделял большое внимание и вопросу об использовании ветряных двигателей при осуществлении плана электрификации страны. Посылая на отзыв Г. М. Кржижановскому один из докладов по этому вопросу, Владимир Ильич обращал особенное внимание его на то место доклада, где говорилось, что, «приложивши к теоретическим исследованиям проф. Жуковского работу



инженера-конструктора, мы за десять лет можем получить в пять раз больше энергии, чем по проекту ГОЭЛРО, вне оазисов мощных станций».

По расчетам профессора В. П. Ветчинкина, над нами проносится технически уловимой ветряной энергии примерно в сто раз больше, чем это нужно для покрытия всех энергетических потребностей нашей страны, тогда как вся технически уловимая гидроэнергия не покрывает и половины потребностей.

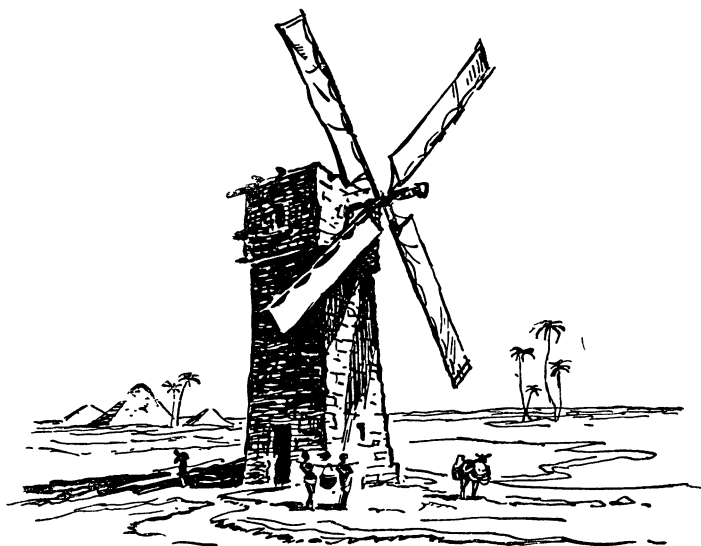
Непосредственное улавливание солнечной энергии нужно считать в настоящее время задачей практически не разрешенной, а для северных широт и неразрешимой, так как потребность в энергии, идущей в основном на отопление и освещение, максимальна как раз в периоды наименьшего времени пребывания солнца над горизонтом. Ветер же обладает как раз обратным, благоприятным для средних и высоких широт свойством: его среднезимняя мощность примерно вдвое выше среднелетней.

Энергия ветра используется во многих странах, но общая мощность ветряных двигателей составляет повсюду лишь малую долю мощности тепловых электростанций.

Причина этого заключается в том, что ветродвигатели, несмотря на свое тысячелетнее существование, до недавних пор в огромном большинстве пригодны были лишь для выполнения самых грубых работ — водоснабжения и помола муки, то есть для таких работ, самый характер которых допускает приостановку работы двигателя в любой момент и любое число раз.

Известно, что пользоваться силой ветра для приведения в действие разных машин люди начали очень давно. В Египте и сейчас еще сохраняются ветряные мельницы с каменными башнями. Давность каменной кладки их насчитывает не менее трех тысяч лет. Замечательно, что этими мельницами пользуются и до сего времени, хотя крылья на них уже более позднего происхождения: они сделаны из дерева. Но есть основания предполагать, что в то время для использования силы ветра на суше прибегали к парусам, как и на воде. С такими парусами сохранились мельницы на острове Крит.

Когда появились мельницы в Европе, неизвестно, но есть старинные документы на разрешение постройки ветряных мельниц, относящиеся к самому началу XII века.



*Древняя ветряная мельница.*

Древние мельницы не имели даже приспособления для поворачивания крыльев по направлению ветра и могли работать только при ветре определенного направления. Мельницы с приспособлением для установки крыльев по ветру появились в XV веке.

Несмотря на почтенный возраст, ветряной двигатель вплоть до конца XIX столетия оставался в детском состоянии. И дело не в том, что значение его было умалено успехами паровой машины и водяной турбины, — попыток усовершенствовать ветряной двигатель, чтобы полнее использовать даровую энергию ветра, делалось очень много. Но они не привели и не могли привести к успеху, потому что законы течения воздуха оставались тайной, а без опоры на теоретическую науку тут ничего нельзя было сделать.

Вопросы аэромеханики стали перед наукой во всей своей полноте в связи с попытками человека подняться на воздух тем или иным путем. А как только основные вопросы аэромеханики удалось разрешить, тотчас же нача-

лась реконструкция старого ветряного двигателя, преобразование ветряной мельницы в совершенный ветряной двигатель.

Задача получения от ветродвигателя энергии более качественной, годной для приведения в действие сельскохозяйственных машин или станков в мастерских, а тем более для электрического освещения, надлежащим образом разрешена в наше время и в нашей стране в связи с развитием авиации и открытием основных законов аэродинамики, с накоплением конструкторского опыта в области использования воздушных течений. Огромная заслуга в этом деле принадлежит Жуковскому и аэродинамической школе, созданной им.

## 2. ИНЕРЦИОННЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

### *Ветчинкин и Уфимцев*

Теоретическими исследованиями Жуковского для создания нового типа ветряных двигателей в полной мере воспользовались ученики Николая Егоровича — Григорий Харлампиевич Сабинин, Николай Валентинович Красовский и Владимир Петрович Ветчинкин.

Владимир Петрович Ветчинкин принадлежит к старшему поколению русских аэродинамиков и организаторов летного дела, группировавшихся около «отца русской авиации».

Он вырос в старой русской офицерской семье, вынужденной вести много лет полупоходную, полубивачную жизнь, учился в Курске, где окончил гимназию в 1907 году. В том же году он поступил в Московское высшее техническое училище (МВТУ) и здесь, вступив в студенческий воздухоплавательный кружок, заинтересовался вопросами авиации благодаря Жуковскому.

Необходимость практического решения проблемы полета, стоявшая перед «отцом русской авиации» как задача времени, заставляла его учеников заниматься главным образом аэродинамикой и динамикой самолета.

Огромный труд Ветчинкина «Динамика самолета» и десятки других его работ, касающихся самых разнообразных вопросов авиации, переведенные самим автором

с языка теоретической науки на язык инженерной практики, служили многие годы делу создания советской авиационной техники.

Новое положение науки в социалистическом обществе побудило Владимира Петровича от теоретических размышлений перейти к практическим выводам, к инженерно-технической деятельности. Еще во время пребывания своего на родине, в Курске, в 1918 году он принял живейшее участие в создании нового типа ветряного двигателя, задуманного известным его земляком — Анатолием Георгиевичем Уфимцевым.

Анатолий Георгиевич Уфимцев, названный А. М. Горьким «поэтом технической мысли», принадлежит к числу тех замечательных деятелей русской техники, которым обычно присваивается снисходительное прозвище «самоучек», но которые в действительности являются талантливейшими и образованнейшими конструкторами и инженерами.

Ветряным двигателем Уфимцев заинтересовался как силовой станцией для электрификации своей мастерской в 1918 году.

Обдумывая конструкцию ветряка, Уфимцев считался с запросами и возможностями сельского хозяйства, расчет которого нетрудно было предвидеть после революции.

Естественная мысль о применении к ветростанциям электрических аккумуляторов для получения электроэнергии в широком масштабе неосуществима из-за дефицитного свинца, которого требуется не менее полутонны на каждый киловатт среднегодовой мощности ветростанции. Обеспечить надлежащий уход за аккумуляторами и их оборудованием в условиях деревни очень трудно, а при плохом уходе они быстро выходят из строя.

Вопрос о том, как избавить ветродвигатель от дорогого и неудобного электрического аккумулятора, при обязательной необходимости запастись энергией на случай остановки двигателя от безветрия, и для Ветчинкина и для Уфимцева не представлялся неразрешимым.

В широких кругах под словом «аккумулятор» вообще понимается электрический аккумулятор, поскольку он широко распространен в бытовой технике. Но аккумуляторами называются самые разнообразные приборы для накопления энергии с целью последующего ее использования.

Существуют аккумуляторы паровые, служащие для накопления пара в отдельном от котла резервуаре, содействием которого поддерживается постоянный режим работы котлов. Широко применяются гидравлические аккумуляторы для поддержания постоянного давления в водопроводной сети.

Трудность создания аккумулятора, способного запасать живую силу вращающегося вала ветряка, была чисто конструктивной трудностью. Но в руках таких мастеров техники, какими были Уфимцев и Ветчинкин, эта трудность была преодолена простым и изящным способом.

Оба они согласились на том, что для успеха ветряка прежде всего необходимо отказаться от электрического аккумулятора, и совместно стали решать вопрос, чем его заменить.

Чтобы широко внедрить ветроэлектростанции, Уфимцев и Ветчинкин пошли другим, и очень своеобразным путем. Они видели свою задачу в том, чтобы дать стране ветроэлектрическую или шире — ветросиловую станцию самостоятельного значения, то есть вне зависимости от наличия поблизости других, неветряных силовых установок. Это оказалось возможным осуществить благодаря совершенно оригинальному «инерционному аккумулятору», который выполняет ту же выравнивающую роль, как и электрический, но изготавливается из широко распространенного материала — железа или стали — и обладает перед электрическим целым рядом преимуществ: огромной приемистостью, меньшим весом, простотой ухода, большой долговечностью и высоким коэффициентом полезного действия.

Инерционный аккумулятор представляет собой усовершенствованный маховик с очень малым трением в опорах и с защитой от потерь на сопротивление окружающего воздуха. При небольшой емкости, запасая энергии на пять — двадцать минут работы станции, он позволяет брать от ветряка в выравненном виде среднюю мощность наличного ветра.

В мастерской Уфимцева конструкторам удалось построить опытно-показательную ветроэнергетическую станцию (ВЭС) небольшой мощности.

Ветродвигатель Курской ВЭС — трехлопастный, быстроходный, диаметром 10 метров, с цельноповоротными ло-

пастями хорошей аэродинамической формы, рассчитанными по «вихревой теории гребного винта» Жуковского. Изменение угла наклона лопастей к плоскости вращения выполняется рукояткой из машинного отделения. При сильных порывах ветра лопасти постепенно входят в нерабочее положение, отчего ветряк либо уменьшает число оборотов, либо останавливается. Ветродвигатель устанавливается в направлении ветра при помощи хвоста, находящегося на хвостовой ферме, поворачивающейся на шариковых подшипниках.

Энергия ветра может быть использована у нас в очень широких размерах благодаря разнообразию типов ветряных двигателей, разработанных другими учениками Жуковского.

Особенное значение имеют в этом деле теоретические исследования Г. Х. Сабинина и конструкторская неутомимость Н. В. Красовского.

### 3. ВЕТРЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

#### *Сабинин и Красовский*

Припоминая для нас историю своих первых теоретических работ, Григорий Харлампиевич заметил искренне и убежденно:

— Все это делалось тогда как-то бессознательно!

Об элементе бессознательного в научном и техническом творчестве, о чутье, интуиции и тому подобных невразумительных вещах мы говорим на протяжении всей истории человеческой культуры и цивилизации. Однако на нынешнем уровне объективных знаний о высшей нервной деятельности представляется возможным расшифровать понятие бессознательного в творчестве и убедиться, что в творческой стихии так же мало беспорядка, как и в воздушной, хотя та и другая издавна казались человечеству загадочными и непроницаемыми.

И было бы грешно не воспользоваться для этого историей профессора Сабинина.

Отец Сабинина пытался на средства матери сделаться помещиком. Но успех в хозяйстве, даже маленький, давался в России ценой жестокой борьбы с природой, а для

борьбы мало одного желания, нужны еще силы физические и духовные, опыт, знания, выносливость. И он стал простым банковским служащим в Белеве. Однако детские годы Сабинина протекли в деревне. Шестилетний мальчик ходил с отцом смотреть, как работает конная молотилка, и вот вращающийся маховик с ремнем пробудил в ребенке дремлющую в каждом человеке творческую способность.

Когда маленький Сабинин вечером, соединив ремнем переднее и заднее колеса своего трехколесного велосипеда, не мог получить движения всей системы, так как ремень срывался, он заплакал.

Мальчика отдали в белевскую прогимназию. Летом он жил у бабушки в деревне и строил модель молотилки с помощью перочинного ножа. Модель выглядела не слишком изящно, но она действовала, как действовали потом звонки, лейденские банки, динамо-машины, которые он сооружал в Москве, перейдя в московскую гимназию.

На самодельном токарном станке, располагая совершенно примитивным инструментом, наспех приготовив уроки, до поздней ночи точил он детали, собирал, пробовал самые разнообразные электрические приборы.

Прибор радовал сердце юноши сам по себе, без мысли о том, чему он служит. Так радуется нас лес, поле, река без всякой связи с тем, что они нас обогревают, поят, кормят.

С этой страстной приверженностью к механизму, к машине, к конструкции Сабинин в 1904 году, окончив гимназию, поступил в Московское высшее техническое училище, на механическое отделение. Революционные события 1905 года отвлекли студенчество от занятий, высшие учебные заведения пустовали. Сабинин читал, работал на заводе, проходя практику машиностроения, и только в 1908 году возвратился к занятиям в училище.

Когда возник Воздухоплавательный кружок, Сабинин немедленно вошел в него деятельным членом и быстро сошелся с товарищами по кружку.

В 1913 году Сабинин получил диплом инженера-механика, защитив отличный проект электрификации Красноярска, но, едва начав работать на заводе «Динамо», в 1914 году он был мобилизован как прапорщик запаса. На фронте Сабинин попал в плен к немцам. Когда он возвра-

тился из плена, ему предложили заведовать аэродинамической лабораторией в Кучине.

В Кучине в это время Жуковский исследовал вопрос о снежных заносах, а Н. В. Красовский, его ученик, занимался испытанием ветряных двигателей.

Николай Валентинович Красовский окончил авиационные курсы при МВТУ, будучи еще студентом училища, и пошел на войну 1914 года военным летчиком. По рассказам товарищей, он отличался выдержкой и хладнокровием в военной обстановке. После демобилизации, в 1919 году, началась его работа по ветряным двигателям. Получив для опытов небольшой ветрячок американской системы, Красовский установил его на башне Аэродинамического института в Кучине, предполагая нагрузить его водяным насосом.

Однако американский ветрячок оказался негодным для этой цели. Красовский решил взять ветряк с зубчатой передачей Люберецкого завода. Для разработки метода нагрузки ветряка и метода измерений Николай Валентинович пригласил Сабинина.

Для Сабинина, электрика по образованию, эта задача не представляла особых затруднений. Первые испытания были проведены зимой 1920/21 года. С этого времени и начались систематические исследования по ветряным двигателям, далеко опередившие все то, что было сделано в этом направлении.

Подобно тому как художнику само течение жизни приносит материал для его поэтических созданий, так Сабинин начинал творчески действовать везде, куда вовлекала его новая жизнь, дело социалистического строительства. Истинный рыцарь техники, он готов был сражаться во имя ее совершенства с любым врагом, на которого ему указывали. Ветряками он занялся совершенно бескорыстно, потому только, что Красовский никак не мог найти способ регулировать двигатель, а возрождавшееся в стране сельское хозяйство требовало совершенного ветродвигателя.

Подобным же образом до того Сабинин занимался анемометрами — приборами для измерения скорости ветра. При испытании ветряков в Кучине Сабинин обнаружил, что обычные анемометры не годятся для этой цели. Тогда он начал изучать их и нашел, что действительная скорость



ветра иная, чем показывают приборы. Создав теорию вращающихся анемометров, он указал, как измерять действительную скорость ветра.

В своей теоретической работе Сабинин предложил регулировать работу ветряного двигателя при помощи стабилизаторов, прикрепленных к свободно сидящим на махах лопастям. Идея такого способа регулирования возникла у Сабинина еще в 1920 году. Тогда же он дал и теорию стабилизаторного ветряка. Красовский ухватился за идею Сабинина и со свойственной ему энергией начал проектировать быстрходный стабилизаторный ветряк с лопастями в 2,5 метра диаметром.

В это время пришло известие, что осенью 1923 года в Москве откроется первая сельскохозяйственная выставка. Красовский решил поставить на выставке новый ветряк с динамо-машиной. Предложение Красовского было принято коллегией ЦАГИ — Центрального аэрогидродинамического научно-исследовательского института. Отдел ветряных двигателей ЦАГИ во главе с Красовским и его помощником Сабининым немедленно приступил к делу. Были подобраны люди для проектирования. Нелегкой была задача за два месяца неопытному коллективу спроектировать и построить ветроэлектрическую станцию с ветряком диаметром лопастей в 6 метров на башне в 25 метров высотой! Но страстное желание принять участие в строительстве социалистического хозяйства победило все трудности.

Проект был готов до срока, а в мастерских ЦАГИ постройка окончилась к открытию выставки.

Ветряк ЦАГИ получил диплом первой степени. Им чрезвычайно заинтересовался начальник Бакинских нефтяных промыслов. Он предложил построить опытный ветряк для промыслов мощностью до 50 лошадиных сил.

Расчеты показали, что надо строить ветряк с лопастями диаметром в 14 метров. Это небывалое предприятие осуществлялось уже без Сабинина; ему поручено было проектирование ветросиловой лаборатории ЦАГИ.

Осенью 1924 года началась сборка ветряка на нефтяной вышке в Баку. Руководил сборкой Красовский. Он сам вязал бревна для подъема наверх, первый лез туда, куда боялись лезть рабочие, увлекая их своим примером. Но рабочие, зараженные примером инженера, и сами



*Сборка ветряка на нефтяной вышке в Баку.*

скоро освоились с необычной для них работой на большой высоте.

Все это время, пока строился ветряк, Красовскому пришлось вести спартанский образ жизни. Не было подходящего помещения для жилья, обстановки. Конструктор спал на голых досках, подстелив под себя газету и покрывшись солдатской шинелью, с которой он не расставался. И до сих пор помнят его рабочие бакинских промыслов — в старой студенческой фуражке, в шинели, в крестьянских кожаных рукавицах, с мешком защитного

цвета за спиной, в котором хранились папки с чертежами и расчетами.

Успешная эксплуатация этого ветряка пробудила к нему огромный интерес в Крыму. Оттуда поступает заказ, и отдел ветряных двигателей начинает проектировать мощную ветроэлектростанцию с диаметром лопастей ветряка в 30 метров, с генератором переменного тока, работающим на общую электрическую сеть вместе с тепловой электроцентралью. Лопастя и стабилизаторы его уже проектируются не наугад, а на основании многочисленных экспериментов с самоустанавливающейся лопастью. Не довольствуясь этим, отдел строит десятиметровую модель крымского ветряка и испытывает его в ветросиловой лаборатории ЦАГИ.

В годы гражданской войны производство ветряков у нас прекратилось. «Ветряное» хозяйство гибло от времени, бурь и невнимания. Отдельные крестьяне и сельскохозяйственные организации донимали Высший совет народного хозяйства и Народный комиссариат земледелия просьбами поставить производство ветряных двигателей. Но для такого производства нужен был хороший, испытанный тип ветряка. Его-то и поручено было создать Отделу ветряных двигателей ЦАГИ.

Но конструкторской работе должны были предшествовать лабораторные испытания.

Ветросиловая лаборатория, сооруженная по проекту Сабина в башне аэродинамической лаборатории ЦАГИ, представляла собой редкостный и оригинальный прибор для испытания различных ветряных двигателей.

Обратим внимание, что лаборатория предназначалась для испытания натуральных ветродвигателей, а не моделей; в естественных условиях, а не в трубе. Для установки двигателя сооружена была каменная башня в 30 метров высотой. Показания измерительных приборов при таком положении пришлось перенести, путем электрической передачи, в отапливаемое помещение экспериментатора. Надо заметить, что в холодную погоду, не говоря уж о зиме, экспериментировать на сорокапятиметровой высоте при стойком ветре чрезвычайно трудно.

Лаборатория ставила себе целью исследование процессов, происходящих при работе ветряного двигателя как в воздушном потоке, так и в механизме самого двигателя.

Кроме того, имелось в виду изучать и процессы работы тех агрегатов, для которых можно было пользоваться энергией ветра, прежде всего электрического генератора.

В результате научно поставленного исследования двигателей в этой ветросиловой лаборатории ЦАГИ удалось сконструировать ряд ветродвигателей промышленного типа.

Двигатели мощностью от 2 до 10 лошадиных сил пошли в серийное производство и нашли себе широкое применение в сельском хозяйстве и в кустарной промышленности. Ветряки ЦАГИ уже много лет безотказно работают на Дальнем Севере, вынося все тяжелые природные условия края и снабжая светом обитателей его в долгие зимние ночи.

Ветряной двигатель мощностью в 100 киловатт, установленный в Крыму, показал полную возможность использования даровой энергии ветра в более широких масштабах. На месте древней генуэзской сторожевой башни советские строители воздвигли металлическую, на которой установил ветродвигатель. Он состоял из трех лопастей, надетых на три громадных трубчатых маха, которые были связаны друг с другом металлической фермой, называемой «пауком». Надетые на махи крылья образовали ветряное колесо, весящее около девяти тонн.

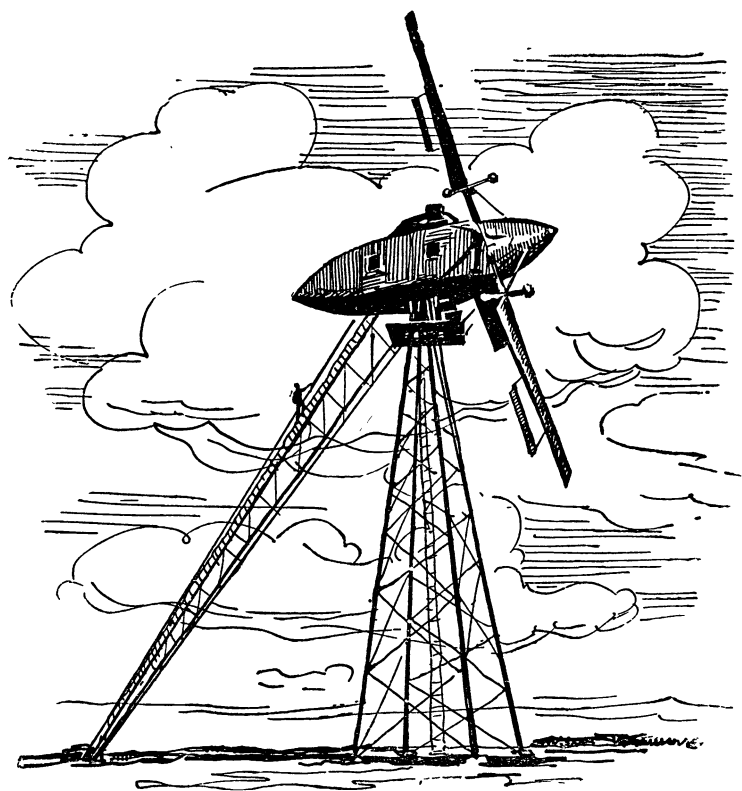
Ветер вращал это колесо, диаметр которого был равен высоте восьмизэтажного дома, со скоростью тридцати оборотов в минуту. При такой скорости наружный конец лопасти двигался со скоростью самолета, не менее 180 километров в час.

Этот самый большой в то время ветродвигатель в мире работал на генератор электрического тока, помещающийся в кабине, и автоматически сам устанавливался в наилучшем положении по отношению к ветру.

Позднее у нас был спроектирован при постоянной консультации Г. Х. Сабина ветродвигатель мощностью в 100 киловатт для электростанции на Кольском полуострове. Диаметр этого великана — 50 метров.

В переводе на принятое для двигателей измерение мощности этот двигатель имеет мощность в 1200 лошадиных сил.

Нельзя сказать, что ветросиловая лаборатория ничего непосредственно не сделала и для авиации. На многих



*Ветряной двигатель.*

самолетах устанавливались испытанные в лаборатории особого типа ветрячки в качестве вспомогательных агрегатов, дававших электроэнергию для освещения и радиостанций самолетов.

В 1935 году отдел ветровых двигателей выделился в самостоятельный Ветроэнергетический институт.

Энергию и энтузиазм Красовского ЦАГИ отметил присуждением ему ученой степени доктора технических наук без защиты диссертации.

Огромные успехи в области аэродинамики, творцом и создателем которой был Жуковский, создали условия для

разрешения по-новому теоретических вопросов использования силы воздушного потока в ветровых машинах. Вместе с тем расширялась и область применения ветросиловых установок, которые, кроме мельниц, приводили в действие насосы, поднимавшие воду из колодцев и водоемов для орошения и водоснабжения, а также работавшие на осушении заболоченных мест.

Эти же машины могут применяться в сельском хозяйстве для дробления соли и минеральных удобрений, для приготовления кормов скоту, для обмолота урожая и, наконец, для обслуживания всевозможных станков — деревообделочных, металлообрабатывающих и разнообразных сельскохозяйственных машин.

Универсальным типом ветродвигателя является ветродвигатель Д-18.

Его ветровое колесо состоит из трех лопастей цельнометаллической конструкции. Каждая лопасть в сечении имеет современный аэродинамический профиль и по конструкции напоминает крыло самолета. Концевые части лопастей могут поворачиваться на трубчатых махах при помощи стабилизаторов, которые располагаются за поворотной частью каждого крыла на легких стойках. Внутри полых лопастей имеются центробежные грузы, соединенные системой тяг и рычагов со стабилизаторами и пружинами регулирования, помещенными на центральной ступице ветрового колеса. Жесткие и поворотные части лопастей остаются в одной плоскости до тех пор, пока ветер не достигнет определенной скорости. При возрастании скорости воздушного потока увеличиваются обороты ветрового колеса и центробежные силы у грузов внутри лопастей. Стабилизаторы поворачивают лопасти на некоторый угол, и пружины регулирования растягиваются. Вследствие этого повышается давление ветра на стабилизаторы, и они выводят поворотные части лопастей из плоскости вращения, вызывая торможение ветрового колеса до расчетного числа оборотов. При усилении ветра концевые лопасти поворачиваются на больший угол, увеличивая торможение и удерживая обороты ветрового колеса в заданных пределах. При падении скорости ветра пружины регулирования последовательно возвращают всю систему в исходное положение.

Эта оригинальная система регулирования, предложен-

ная Сабининым и Красовским и экспериментально проверенная в ЦАГИ, отличается высоким аэродинамическим качеством и обеспечивает хорошую равномерность вращения ветрового колеса при переменном ветре.

Высокое аэродинамическое качество лопастей обеспечивает быстроходность ветрового колеса. Благодаря этому удалось уменьшить вес конструкции ветродвигателя на единицу мощности почти вдвое против веса многолопастных машин. Небольшое число лопастей в ветровом колесе снижает давление ветра на конструкцию и облегчает вес башни.

Воздушный поток довольно часто изменяет не только свою интенсивность, но и направление. Поэтому ветродвигатель Д-18 снабжен механизмом для автоматического поворота головки на ветер. Из двенадцати ветродвигателей Д-18 в Казахстане создана первая в СССР ветровая электростанция.

По своим аэродинамическим и конструктивным показателям быстроходный ветродвигатель Д-18 вполне современный агрегат, который может обеспечить самые разнообразные эксплуатационные требования, предъявляемые к силовой установке малой мощности.

Над дальнейшим развитием ветродвигателей трудятся сейчас многие конструкторы, пользуясь теоретическими работами Н. Е. Жуковского и Г. Х. Сабинина.

Работает в этом направлении и сам Григорий Харлампиевич. Последняя его работа — оригинальная очень портативная ветроэлектроустановка мощностью в 120 ватт, предназначенная на первый случай для обслуживания железнодорожных путевых будок. Она состоит из двухлопастного ветрового колеса диаметром в 2 метра, которое укреплено на одном валу с генератором.

Электроустановка начинает работать при скорости ветра в 3,5 метра в секунду, а полная мощность развивается при 8 метрах. Ветряк может питать одновременно четыре электрические лампочки и радиоприемник.

Станция устанавливается на столбе. Ее вес — 33 килограмма. В дневные часы двигатель работает, чтобы зарядить аккумулятор, который дает возможность снабжать путевую будку электроэнергией и при безветрии.

Это миниатюрное чудо конструктивной техники радует сердце конструктора совершенно так же, как радовали его

разнообразные приборы, сооруженные в дни юности. Григорий Харлампиевич говорит о своем создании почти с нежностью:

— Не думайте, что электрический свет будет только тогда, когда дует ветер. Отнюдь нет! Кроме ветрового электрогенератора, станция имеет еще и аккумуляторную батарею, которая заряжается в часы, когда дует ветер, а отдает свою энергию в любое время. Батарея может работать и одновременно с генератором, выравнивая напряжение создаваемого им тока. . .

Конструкция ветроэлектростанции Сабинина отличается простотой, однако в ней не только регулятор действует автоматически, автоматизированы и другие приборы. Как только начинает дуть ветер, основной прибор автоматически включает генератор на зарядку аккумуляторной батареи. Этот же прибор не допускает возвращения тока из аккумулятора в генератор, предотвращая таким образом превращение генератора в электродвигатель.

Надо отметить, что, хотя ветродвигатель может работать на генератор только при ветре со скоростью 5 метров в секунду, зарядка аккумулятора производится и при более слабом ветре. А так как слабый ветер имеется почти всегда, то практически это значит, что электроэнергию можно получать почти без перебоев, в любое время, при любой силе ветра.

Станция автоматизирована настолько, что уход за ней очень прост, а стоимость ее такова, что приобрести ее может каждый.

Особенное значение новая станция приобретает для тех отдаленных уголков нашей огромной страны, где нет своего топлива, куда невыгодно вести линии передачи от крупных, но далеко расположенных электростанций. С успехом ею будут пользоваться экспедиции, колхозные полевые станы, избы-читальни, школы, будки путевых сторожей.

Ветроэлектрические агрегаты могут сэкономить нам миллионы тонн минерального топлива, потребление которого резко возросло с появлением и широким распространением паровых турбин.

---



**УРБИНЫ****1. АКТИВНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА***Лаваль*

Кровавый отблеск одной из мрачнейших страниц истории лежит на имени де Лавалей. Это был старинный французский дворянский род, по религиозным своим верованиям принадлежавший к протестантам; во Франции протестанты назывались гугенотами. Подвергаясь преследованиям со стороны католической церкви, многие из гугенотов покинули родину после Варфоломеевской ночи, когда правящая партия организовала массовое их истребление.

Один из них, именно Клод де Лаваль, вступил в ряды шведских войск и переселился в Швецию. Все дети, внуки и правнуки его, следуя традиции рода, служили на военной службе. Капитаном шведской армии был и Яков де Лаваль. Выйдя в отставку, он получил, по обычаю того времени, вместо пенсии «капитанское поместье» в Далекарлийской провинции северной Швеции. 9 мая 1845 года у него родился сын, названный при крещении Карлом-Густавом-Патриком.

До двенадцати лет мальчик не покидал пределов зеленой долины, где живописно расположился маленький поселок с церковью посреди двух десятков крестьянских жилищ. Но еще задолго до школьного возраста маленький Густав Лаваль выучился читать и писать, рассматривая чертежи и планы отца, исполнявшего обязанности землемера. На них такими смешными и загадочными топогра-

фическими знаками изображались деревья, колодцы, ручейки и дороги. Мальчик не проявлял большой склонности к усидчивым занятиям и книгам. Гораздо более его занимали обломки старых часов, испорченные замки и инструменты, заменявшие ему игрушки. Таинственный механизм всех этих вещей поражал его воображение.

Капитан Яков де Лаваль очень рано отказался от мысли видеть своего сына офицером. Военно-феодалная знать Швеции в это время уступала место окрепшей и подхлотившей вплотную к власти промышленной буржуазии. Традиции рода уже не имели значения для потомка Клода де Лавалья, и отец не только не препятствовал развитию склонностей своего сына, но и сам мечтал сделать из него инженера и промышленника. Яков Лаваль взял на себя обязанности учителя, чтобы не отдавать мальчика в руки священника, занимавшегося с детьми в приходской школе и не желавшего прививать детям новые взгляды на жизнь.

Таким образом, этот маленький далекарлиец, закаленный, сильный и смелый, но простодушный и приветливый, как все жители этой провинции, получил свое первоначальное образование дома. Оно было таково, что, когда двенадцатилетний Густав поступил в фалунскую среднюю школу, он сразу же выдвинулся среди своих сверстников и развитием и необычайной любознательностью.

Окончив школу, Лаваль поступил в Технологический институт в Стокгольме. Он избрал своей специальностью кораблестроение. Трехлетнее пребывание в столице имело огромное значение для юноши. Лаваль не был поэтом, и не древность города, хранящего массу воспоминаний о былой славе Швеции, не красота природы этой «северной Венеции», расположенной на гранитных скалах среди озер и парков, пленяли ум и сердце юноши. Его привлекали к себе шумный порт, корабли, выгружавшие товары и машины, живая суета городской жизни.

С детских лет Лаваль был непоседлив, стремителен и решителен. Даже оживленная суতোлка порта казалась ему ленивой и тихой толкотней. Взбираясь вприпрыжку по гранитным ступеням набережной, он с презрением думал о медлительности северян: грузчики ступали слишком лениво, лошади двигались слишком вяло. Кипы кож, железная руда, мешки с овсом, бочки с дегтем, лес — все, что вывозила шведская промышленность, носило какой-то де-

ревенский, кустарный характер. Все кричало об отсталости, о лени, о неумении вести дело. Главное же, все это передвигалось раздражающе медленно, в то время как должно было бы вращаться с феерической быстротой в круговороте торгово-промышленного хозяйства.

Лаваль шел в свое общежитие, сел за книги, но вдруг вскакивал и начинал ходить из угла в угол. Его окружал мир необычайных видений, где машины стучали, дрожали, выкидывали миллионы самых разнообразных вещей в богатый, радостный, солнечный мир.

В 1866 году Лаваль окончил наконец свой курс, но ему не так-то легко оказалось найти себе подходящую работу. В конце концов, не найдя места по своей специальности, он вынужден был поступить конторщиком в материальный склад Фалунских рудников. Жестоко страдая от холода в дощатом сарае, он выдавал рудничным рабочим инструменты, селедку и соль. В техниках и инженерах шведская промышленность не очень нуждалась.

В то время в Фалуне работал известный гидротехник Венстрем. Кто-то рассказал ему, смеясь, о морском инженере, работающем конторщиком на рудниках. Венстрем пригласил Лаваль в свою контору чертежником. Здесь-то Лаваль и сделал открытие: оказалось, что те математические формулы, к которым он и его школьные товарищи относились как к необходимому злу, полагая, что они никогда не понадобятся им в жизни, были нужнее всего; оказалось, что именно математика помогает строить дешевле и лучше, заставляет механизмы двигаться быстрее, производить больше.

Пока Лаваль исполнял мелкие работы, он еще чувствовал себя сносно, но, как только ему случилось однажды произвести сложный расчет, обнаружилась недостаточность его знаний.

Молодой инженер понял, что без настоящей подготовки ему не выполнить ни одного из тех замыслов, которые волновали его воображение. Сдавая свою работу Венстрему, Лаваль заявил тут же, что он больше работать у него не может.

Старый инженер посмотрел на него, как на сумасшедшего.

— Что же, вы предпочитаете развешивать селедки? — спросил он.

— Нет, — спокойно ответил Лаваль. — Но для серьезной работы у меня не хватает знаний.

— И что же вы хотите делать?

— Учиться.

Венстрем внимательно посмотрел на юношу.

— Но как же вы будете жить? — воскликнул он.

— Не знаю. Во всяком случае, прежде чем жить, надо учиться.

Живой и решительный, он, не колеблясь ни одной минуты, перешел от решения к делу. Ссылаясь на свое громкое имя, он начал добиваться от фалунской дворянской организации стипендии для продолжения образования. Он ходил, просил, требовал, ругался, доставал рекомендации и все-таки вынудил фалунских дворян предоставить ему стипендию. Обеспечив себя таким образом, он уехал в Упсалу и поступил на математический факультет университета. Через пять лет он окончил его с высшей степенью отличия и после блестящей защиты диссертации получил звание доктора философии. Это звание присваивалось, независимо от специальности, всем оканчивавшим университет.

Запратав свои дипломы в карманы лоснящегося, рыжего сюртука, Лаваль отправился на север в поисках места. В дороге он получил от администрации Фалунских рудников предложение отправиться в Германию, изучить там производство серной кислоты и затем организовать его в Фалуне. Молодой инженер охотно принял предложение: поехал в Герц и за месяц командировки настолько хорошо изучил дело, что уже зимой 1872 года построил на Фалунском руднике первый в Швеции завод серной кислоты.

Два года Лаваль руководил этим предприятием, попутно изучая горнозаводское дело и внося в него одно улучшение за другим. Но так как он жаждал самостоятельной деятельности, то и стал искать себе дело, которое могло бы дать ему средства и независимость для выполнения своих замыслов, о которых он говорил:

— Я не могу ступить ни одного шага, чтобы не наткнуться на новую задачу, требующую решения. Я знаю, что могу их решить, у меня все есть для этого, кроме денег.

Действительно, развивавшаяся в то время шведская промышленность предъявляла технике множество требо-

ваний, самых разнообразных, и дела было непочатый край. Лаваль начал с того, что предложил одному богатому человеку построить стекольный завод для производства бутылок по новому способу: бутылки должны были формоваться во вращающихся изложницах. Тот поддался убедительности доводов изобретателя, вошел с ним в соглашение и построил завод. Вращающиеся изложницы вполне себя оправдали. Завод изготовлял, однако, такую массу бутылок, в какой не нуждался не только Фалун, но и вся Швеция. Компаньоны завалили своими бутылками рынок, сбили на них цену и остались без покупателей. Завод должен был закрыться с убытком в сорок тысяч крон.

Замечательно, что все основные технические идеи Лавалья, соответствуя вполне его живой, деятельной, быстро переходящей от решения к выполнению натуре, неизменно исходили из принципа быстроходных машин. А в быстроходных машинах как раз в то время испытывало нужду капиталистическое хозяйство. Благодаря коренившейся в самой его природе живости и проворству Лаваль, вероятно, с особенной остротой чувствовал, что нельзя уже удовлетворяться тихоходными, прожорливыми, неповоротливыми машинами Уатта. Лаваль сказал себе однажды: «Большие скорости!» И потом уже всю жизнь он боролся за переход к большим скоростям, высоким давлениям, электрическому току.

Расставшись с компаньоном, Лаваль вынужден был снова искать службу. На этот раз уже получившему известность инженеру не пришлось долго искать работу. Владелец машиностроительного завода в Клостере Лагергрен предложил Лавалью заведовать у него конструкторским бюро.

Это было в самом конце 1875 года. Накануне Нового года, вечером, Лаваль приближался к месту назначения. Нужно было только перебраться через реку. Возчик советовал вернуться, так как не надеялся на прочность льда. Но Лаваль во что бы то ни стало решил провести новогоднюю ночь в тепле и уюте. Он велел ехать, и на самой середине реки сани провалились под лед. Лаваль, не раздумывая, выскочил и, очутившись по горло в воде, помог лошади, поддерживая сани, выбраться на лед. Живость и решительность на этот раз выручили из беды, но к Лагергрену он явился насквозь промерзший и мокрый.

Впрочем, ни ледяная ванна, ни призрак опасности, счастливо избегнутой, не отразились на хорошем настроении Лавалья. Ночью, отогревшийся и возбужденный выпитым вином, исполненный веселых надежд на будущее, он излагал Лагергрёну свои планы. Делал он это с такой горячностью, что даже старый, опытный предприниматель, плененный убедительностью доводов, смелостью и ясным умом, должен был согласиться, что металлургическая промышленность Швеции вступит в новый период своего развития, как только все эти планы будут осуществлены.

— Мы их осуществим! — кричал Лаваль. — Я заставлю старушку Швецию двигаться быстрее! Мы обгоним и немцев, и американцев, и англичан! Они будут к нам ездить учиться, а не мы к ним. . .

Раскричавшийся доктор философии едва не свалил маленький столик с кофейным сервизом. Но Лаваль был поистине очарователен: высокий, крепкий и сильный, с черными тугими усами, с легкими волнистыми волосами, зачесанными назад, сверкающий стеклами очков и живыми черными глазами, он олицетворял собой решительность, страстную стремительность и непреодолимый оптимизм. Слушая его, Лагергрён только мог поздравить себя с новым работником.

Он не ошибся. За два года своего пребывания в Клостере Лаваль ввел множество улучшений в производственный процесс и положил начало своеобразному «шведскому способу бессемерования» — получению стали из жидкого чугуна — устройством сетчатого дна для бессемеровского конвертора. Вопрос о применении электрического тока в металлургии он поднял тогда, когда еще никто об этом не думал. Наконец, здесь же, в Клостере, к нему пришла идея первой его быстроходной машины — сепаратора, — работавшей с неслыханной для того времени скоростью.

К этому времени различными изобретателями было предложено несколько машин для отделения сливок от молока, действие которых основывалось на центробежной силе.

Прочтя случайно в газете сообщение о такой машине, построенной в Германии неким Лефельдтом, Лаваль увидел ее недостаток в том, что она делала всего только восемьсот пятьдесят оборотов в минуту, и, усовершенствовав

конструкцию, довел ее скорость до семи тысяч оборотов в минуту. Он предложил Лефельдту купить его идею.

Лефельдт отказался, не считая предложение целесообразным. Тогда Лаваль взял патент на свое имя, оставил службу в Клостере и отправился в Стокгольм продавать изобретение. Лагергрёну он бросил на прощание громкую фразу: «Вы еще обо мне услышите!»

Предсказание это сбылось, но не так скоро, как думал Лаваль. Понадобилось порядочно времени и очень много труда, прежде чем ему удалось построить сепаратор с непрерывным съемом сливок, который мог удовлетворить потребителей. Зато с этого момента маленькая машина получила огромное распространение и надолго обеспечила Лавалья паями акционерного общества «Сепаратор», организованного им в компании с друзьями. Дела общества развивались с таким успехом, что через несколько лет, устранившись от непосредственного участия в предприятии, Лаваль мог, не считаясь с расходами и не отказываясь от самых дорогих экспериментов, широко развернуть свою изобретательскую деятельность. Опираясь на солидную материальную базу, Лаваль взялся за разрешение основных задач техники капиталистического хозяйства.

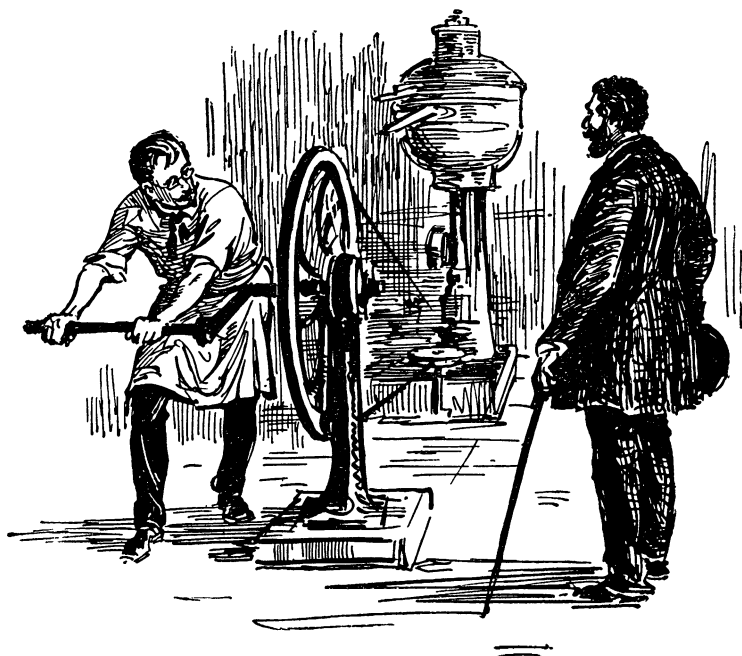
Вращать сепаратор руками, как это Лаваль сам на себе испытал, демонстрируя свою машину первым покупателям, было дело нелегкое, быстро вгонявшее изобретателя в пот. Ставить для этих аппаратов на фермах огромные паровые машины было невыгодно. Да к тому же самые лучшие паровые машины не могли при своей тихоходности угнаться за скоростью сепаратора. Для привода требовались еще передачи, чтобы иметь нужное сепаратору число оборотов.

И вот Лаваль решил использовать для вращения сепаратора скорость пара.

Впоследствии, вспоминая о Klosterском периоде своей жизни и преследовавших его в это время идей, Лаваль писал в одной из своих записных книжек:

«Я был всецело проникнут истиной: большие скорости — вот истинный дар небес. Я уже в 1876 году мечтал об успешном использовании скорости пара, направленного непосредственно на колесо для получения механической работы. Это было смелое предприятие. В те времена употреблялись лишь тихоходные машины. Скорости, позднее

достигнутые в сепараторе, в то время казались невероятными, а в наших учебниках писалось о паре: жаль, что плотность пара так мала, что не допускает даже мысли о применении его на колесе для создания энергии. И все-таки мне удалось осуществить мои смелые мечты».



*Первые сепараторы Лаваля приводились в действие вручную.*

Этот шведский инженер как будто был создан для того, чтобы выполнить новые задачи, поставленные промышленностью перед техникой.

А промышленность к концу прошлого века, полностью освоив машины, хотела заставить их работать как можно быстрее, производить как можно проворнее и больше нужных хозяйству вещей.

Древние машины приводились в действие мускульной силой людей и животных. Естественно, что они и работали медленно, малопродуктивно.



Первые механические двигатели, в том числе и паровые, заменяли живые двигатели. Ньюкомен создал водоотливную машину, поставив к старому насосу атмосферный двигатель вместо рабочего. Понятно, что такой двигатель и работал немногим скорее, чем рабочий, качавший воду тем же самым насосом.

Паровые двигатели обслуживали прядильные и ткацкие станки, лесопильные машины, мельничные жернова, работавшие также не очень быстро: конструкция их создавалась в эпоху мануфактуры, когда об универсальных двигателях не было и помину.

В эпоху промышленного капитализма с ростом производительных сил росли и потребности. Попадобились быстроходные машины и в производстве булавки и на оружейных заводах для обработки пушечных деталей. А быстроходные машины потребовали и соответствующей скорости двигателя.

К концу века появились центробежные насосы, центрифуги, сепараторы — машины, вращавшиеся с неслыханной скоростью. Кроме того, в мир вошла динамо-машина, производящая электрический ток. Оказалось, что генераторы переменного электрического тока работают нормально, делая три тысячи оборотов в минуту. Таким машинам нужны двигатели с равным числом оборотов, чтобы, не прибегая к передачам, соединять на одном валу двигатель и рабочую машину.

Паровой двигатель — очень тихоходная машина. При всем совершенстве техники скорость его едва-едва доходила до четырехсот оборотов в минуту. Легко видеть, как безнадежно отставал он по быстроходности хотя бы от динамо-машины. Двигатели внутреннего сгорания оказались более проворными. Однако и до сих пор даже в самых совершенных авиационных двигателях, в том числе и дизельных, число оборотов остается в пределах между одной и тремя тысячами в минуту. Надо думать, что добиться больших скоростей в двигателях с прямолинейно-возвратным движением вообще невозможно без снижения срока их службы. А долговечность этих двигателей и так очень невелика.

Движение поршня в цилиндре происходит попеременно, взад и вперед, от одного крайнего положения до другого. При каждой перемене направления в конце хода,

когда скорость меняет свое направление, обращаясь в нуль при мгновенной остановке поршня, величина ускорения будет наибольшей, а с ней вместе достигает максимума и сила инерции. Если число ходов поршня в минуту будет значительным — скажем, более трехсот, — то силы инерции достигнут очень больших величин. Действуя несколько сот раз в минуту вправо и влево поочередно, силы инерции расшатывают движущие части машины и даже ее раму. По мере износа и истирания частей в промежутках образуются зазоры. Истершаяся, расшатавшаяся машина становится ненадежной, небезопасной и выбрасывается в лом. Таким образом, наличие прямолинейно-возвратного движения в машине обращается в неустраняемое препятствие для ее быстроходности.

Самым простым и удобным движением является не прямолинейно-возвратное, а вращательное вокруг неподвижной оси, не изменяющей своего положения. При таком движении возможно достигнуть того, что вследствие самого движения не будет проявляться никаких вредных сил инерции. Нужно только самым точным образом уравновесить вращающиеся части, сбалансировать их, как выражаются техники. Ничтожное повышение веса в какой-нибудь части колеса при вращении его со скоростью нескольких десятков тысяч оборотов в минуту приведет к развитию таких сил инерции, что неточно сбалансированное колесо разлетится на куски.

Тихоходные двигатели с непосредственным вращательным движением были известны человечеству испокон веков. Подобными двигателями являются водяные и ветряные колеса.

Даровой энергией воды и ветра пользоваться, конечно, выгодно. Конструкция водяных и ветряных колес очень проста. Действующие модели их может построить каждый смысленный ребенок. Беда только в том, что работают эти двигатели не там, где нужно человеку, а там, где есть река; и не тогда, когда человеку нужно, а тогда, когда есть ветер.

Творческой фантазии человека не под силу найти средство, чтобы заставить ветер дуть на железное колесо с надлежащей силой и постоянством. Вид мельницы, окруженной заказчиками, стоящей неподвижно из-за безветрия, скорее внушает мысль об искусственном ветре. Та-

ким искусственным ветром является струя водяного пара. Она извергается из котла даже при невысоком давлении с огромной скоростью. Уже при пяти атмосферах первоначального давления пар вытекает из сосуда, в котором он заключен, со скоростью 500 метров в секунду, в то время как скорость ветра даже при урагане не превышает 40 метров в секунду. Пар давлением в десять атмосфер направляется в конденсатор со скоростью, вдвое превышающей скорость пули, выпущенной из современной винтовки. Скорость перегретого пара еще значительнее.

Мысль об использовании кинетической энергии пара для получения вращательного движения возникла до того, как были накоплены теоретические знания о свойствах пара.

Любители техники строили такие машины в виде игрушек для собственного развлечения раньше того, как паром начали заниматься Папен, Севери, Ньюкомен, Ползунов, Уатт.

Уже в одном из древнейших трудов, затрагивающих вопросы механики, именно в труде Герона Александрийского — а он жил две тысячи лет назад, — описан прибор, называемый золипиллом. Он состоит из пустого шара с двумя трубками, загнутыми по направлению движения шара. Осью, на которой помещается шар, служат трубки, соединенные с котлом, где кипит вода. По этим осевым трубкам пар наполняет шар и, вытекая на воздух из загнутых трубок, приводит его во вращательное движение. Шар вращается благодаря действию реактивной силы выходящей струи пара. Это все та же реактивная сила, которая заставляла двигаться и повозку Ньюкомена, построенную им в подтверждение открытого закона — всякое действие равно противодействию и противоположно ему по направлению.

Давление пара в шаре уравнивается стенками шара всюду, кроме отверстий трубок, через которые пар выходит наружу. Если бы отверстий не было, давление во все стороны было бы одинаково, и шар оставался бы неподвижным. Но давление на всю площадь шара изнутри, конечно, во много раз превышает давление на площадь отверстий, где оно не уравновешено. Избыток давления и заставляет шар вращаться.

Эолипил Герона представляет собой простейшую форму реактивной паровой турбины.

Другой прибор, в котором работа производилась за счет кинетической энергии пара, известен под названием машины Бранка. Она описана в труде Джованни Бранка, вышедшем в Риме в 1629 году. Машина Бранка состоит из парового котла, крышкой которому служит бюст человека с тонкой трубкой во рту. Вырывающийся из трубки пар направляется на лопатки горизонтального колеса с ячеечками. Прямодействующая струя пара вращает это колесо со значительной скоростью.

Машина Бранка представляет собой простейший вид активной паровой турбины.

По этим двум старинным моделям изобретатели и техники, даже не имея никаких теоретических знаний, могли видеть, что скорость пара можно использовать для получения вращательного движения двояко: или действуя струей пара на колесо, или заставляя пар вытекать из колеса. Герон и Бранк не только указывали, каким путем можно обратить кинетическую энергию пара в механическую работу, но и предлагали опытные конструкции таких машин.

Тем не менее в продолжение многих лет машины Герона и Бранка оставались только моделями и игрушками. Вероятно, благодаря тому, что на эти модели все смотрели как на игрушки, и существовало мнение, упорное, хотя и неправильное, что скорость пара нельзя превратить в работу, нельзя получить на колесе сколько-нибудь прочное мощное движение.

Это, наверно, единственный случай в истории техники, когда отлично выполненные и хорошо действовавшие модели увели людей в сторону от правильного пути, а не привели к нему. Впрочем, виновато здесь не только влияние установившегося мнения, но и отсутствие теоретических познаний.

Большое значение могло иметь и другое обстоятельство. До поры до времени паровой двигатель удовлетворял промышленность, и никто не требовал лучшего. Но, как только пришло время и хозяйство стало ощущать нужду в быстроходном двигателе, взоры конструкторов обратились к старым двигателям с непосредственным вращательным движением, к моделям Герона и Бранка. Добавим,

что к этому времени налицо были и научные знания о свойствах пара, и техническая возможность строить быстроходные машины.

Попыток создать турбину, главным образом реактивную, было немало, но турбостроение до Лавалья не могло справиться с огромными трудностями конструктивного характера. Трудности рождала как раз быстроходность этих машин.

Мысль об использовании скорости пара для получения вращательного движения с большим числом оборотов появилась у Лавалья действительно еще в 1876 году, во время его пребывания в Клостере. Как-то он производил опыты с пескоструйным аппаратом, из которого струя пара выбрасывала с большой силой измельченный песок. Аппарат употреблялся на заводе для очистки чугунных отливок. Лаваль надумал применить этот аппарат для бурения горных пород, придав выбрасываемой аппарату струе вращательное движение. Он сделал винтообразный наконечник, который и насадил на трубку аппарата, выбрасывающую струю. К его великому удивлению, этот наконечник сам стал вращаться. Сначала Лаваль ничего не понял, проделал опыт несколько раз и вдруг догадался, что выходящая из насадки струя пара реактивной силой своей вращает его.

Тогда-то он и вспомнил о забытой всеми кинетической энергии пара и подумал о возможности использования скорости пара для создания быстроходных двигателей с вращательным движением.

Практически этой идеей он прежде всего воспользовался для того, чтобы вращать сепаратор.

В апреле 1883 года Лаваль взял патент на свою «турбину, работающую паром или водой», и вслед за тем построил турбинный сепаратор.

Турбина эта представляла собой S-образное колесо, состоящее из двух изогнутых труб. Колесо было насажено на ось сепаратора. Пар давлением до четырех атмосфер, вытекая из труб, реактивным действием струи вращал колесо.

Лаваль не придавал слишком большого значения этой своей работе и, демонстрируя турбинный сепаратор друзьям, сказал:

— Достоинство этой турбины — ее простота!

Но этого достоинства оказалось недостаточно для успеха. Турбина расходовала очень много пара.

Продолжая разрабатывать конструкцию турбины, Лаваль построил другое турбинное колесо. Оно состояло из прямых труб с конусообразными выходными насадками и с подводом пара через пустотелую ось. Но и с этим колесом сепараторы не имели практического успеха. Однако во время опытов с новым колесом молодой инженер сделал открытие, что конические насадки чрезвычайно повышают скорость пара. Благодаря разности давлений в начале и конце насадок потенциальная энергия пара вся сразу превращалась здесь в кинетическую энергию.

Воспользовавшись этим открытием, Лаваль решил построить активную турбину вроде машины Бранка, но пар направить на колесо из такой расширяющейся к концу трубки, получившей в технике название «сопло Лавалья».

Теперь уже речь шла не только о двигателе для сепаратора — Лаваль это отлично понимал. Перед ним стоял призрак нового универсального быстроходного двигателя, которого требовала прежде всего электротехника.

Материальные условия для развития деятельности Лавалья были в это время очень благоприятны. Человек скромных потребностей, интересовавшийся лишь тем, что имело непосредственное отношение к технике, он тратил все свои огромные средства только на оборудование мастерских и на производство опытов.

К моменту возникновения идеи турбины Лаваль имел прекрасную лабораторию и мастерские. У него работал штат инженеров и техников. Целый квартал между Пильгатаном и озером Мелар принадлежал Лавалю. Здесь находились мастерские и лаборатории, где производились самые разнообразные опыты и испытывались всевозможные модели, начиная от ветряных двигателей и кончая ацетиленовыми лампами.

Взяв в начале 1889 года патент на применение расширяющегося сопла к турбине, Лаваль перешел к решению всей проблемы. Этому предшествовали опыты в мастерских. Задача заключалась в том, чтобы превратить скорость пара в механическую работу колеса с одним рядом лопаток на нем.

Задача эта, легкая на первый взгляд, в действительности оказалась чрезвычайно трудной. Надо было обладать

энергией, изобретательностью и смелостью Лавалья, чтобы преодолеть все трудности, стоявшие перед ним, несмотря на кажущуюся простоту и легкость конструкции. Технические трудности происходили из-за огромной скорости вращения колеса под действием струи пара: оно делало свыше тридцати тысяч оборотов в минуту. При такой скорости вращения колесо должно было быть не только очень прочным, но и математически точно уравновешенным во всех своих частях.

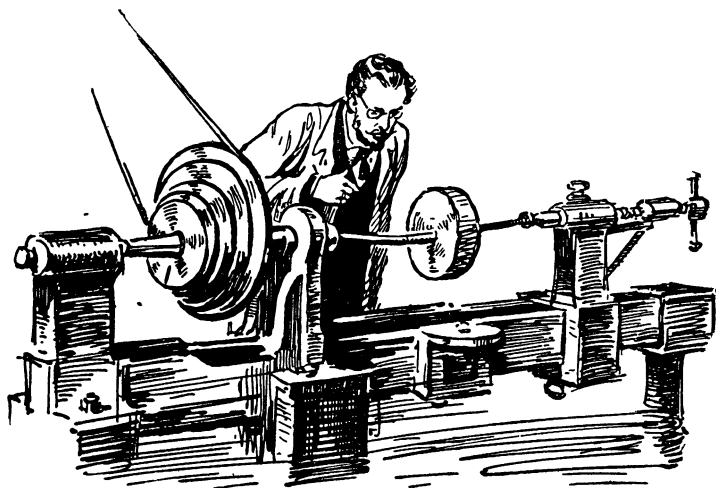
Возбужденный, небритый, нечесанный, питаюсь одним черным кофе, Лаваль то просиживал целые ночи за письменным столом, то безвыходно, с медвежьим упрямством, трудился в мастерских. Иногда он бродил как помешанный, с пустыми глазами, по дому, снова садился за стол и считал и чертил, вновь пересчитывал и вновь перечерчивал.

Применять для турбинного колеса обыкновенный жесткий, мощный вал оказывалось невозможным: при опытах с такими валами машина начинала дрожать, вал изгибался, и немисливо было добиться какой-нибудь надежности в работе. Опыты происходили в самых разнообразных условиях и не привели ни к чему. Надо было что-то изменить в самом корне, и Лаваль продолжал метаться по дому и мастерским в поисках выхода.

И, как это часто бывает в трудных положениях, выход был найден совсем не там, где искало его привычное мышление. Задача решалась не жесткостью, мощностью и прочностью системы, к чему стремился Лаваль сначала, а наоборот — ее чрезвычайной гибкостью и податливостью. Лаваль решил попробовать тонкий длинный, гибкий вал, так чтобы вся система при огромной скорости вращения уравновешивалась сама собой. Идея была очень смелой. Она противоречила привычному взгляду на вещи. Для людей, опиравшихся на грубый повседневный опыт, казалось бесплодным конструировать машину такого рода, и только уважение к изобретателю останавливало их от того, чтобы не сказать ему: «Ваши большие скорости неосуществимы, и надо все бросить, дорогой Густав! Существует критическая скорость в пять-шесть тысяч оборотов, за которой следует катастрофа».

Лаваль произвел предварительный опыт с камышовым стеблем, на который был насажен деревянный диск. Опыт

принес Лавалю открытие. Стебель с диском стали вращать на станке, увеличивая скорость. Подходя к критической скорости, стебель дрожал, изгибался, вибрировал, но, к величайшему удивлению присутствующих, перейдя критическую скорость, камышовый вал перестал вибрировать, и вся система успокоилась. Испытанный вслед за тем де-



*Лаваль производит опыт с камышовым стеблем, на который насажен деревянный диск.*

ревянный негнувшийся вал, дойдя до критической скорости, стал трещать и выбыл из строя.

17 февраля 1889 года Лаваль отметил в своей записной книжке:

«Опыт с камышом удался».

Теперь, когда решена была труднейшая часть задачи, легче было решить и остальные ее части. Математика пригодилась изобретателю при расчете диска равного сопротивления для турбинного колеса. Как металлург он нашел специальные материалы для изготовления дисков и лопаток, а также и зубчатой передачи. Зубчатая передача снижала число оборотов турбинного колеса до нужного динамо-машине.



В 1890 году Лаваль выпустил на рынок свои первые турбины, соединенные с динамо-машинами. Широкая техническая общественность познакомилась с ними, однако, позднее — только в 1893 году, на Всемирной выставке в Чикаго. За это время Лаваль внес много усовершенствований в конструкцию и, в частности, взял патент на применение к паровой турбине конденсатора. В турбине, где возможно устроить широкое сообщение с конденсатором и не надо прибегать к клапанам, как в паровом двигателе, имеется возможность использовать очень глубокий вакуум. Применение конденсатора у турбины сразу же повысило коэффициент ее полезного действия.

Внеся все эти усовершенствования, Лаваль перешел к постройке более мощных турбин. Они стали применяться не только для вращения динамо-машин. Их использовали и как обычные двигатели.

Это были активные, одноступенчатые турбины. К турбинному колесу, сидящему на тонкой горизонтальной оси, пар подводился по нескольким, установленным под острым углом к плоскости колеса соплам с коническим расширением на конце. Число сопел зависело от мощности турбины и давления пара. Они прикреплялись к закрытой кольцеобразной трубе, присоединенной к главному паропроводу.

Колеса турбин состояли из двух крепких стальных дисков, между которыми были укреплены отдельные лопатки. Диаметр колеса в турбинах мощностью в 100 лошадиных сил не превышал полуметра. Турбинное колесо помещалось на тонком длинном валу. Так, у двадцатисильной турбины толщина вала равнялась всего только 12—13 миллиметрам. Этот гибкий вал при вращении сам по себе приходил в строго центральное положение, которое и удерживал при любой скорости. Чтобы вибрация системы при переходе через критическую скорость не привела к аварии, Лаваль окружил вал «ограничительными кольцами».

Число оборотов колеса достигало тринадцати тысяч в минуту. Посредством зубчатой передачи скорость уменьшалась в десять — тридцать раз на валу, который соединялся с рабочей машиной. Забавно, что размеры зубчатой передачи во много раз превышали размеры турбинного колеса и придавали турбине довольно странный вид.

Коэффициент полезного действия турбин Лавала оказался очень значительным, и при высоких давлениях пара он еще более повышался. Простота конструкции турбин, их обслуживания и установки по сравнению с поршневыми паровыми машинами обеспечивала новому двигателю распространение.

Как только выяснились преимущества новых двигателей, к постройке турбин по лицензиям Лавала приступили машиностроительные заводы Германии и Франции. В Стокгольме было организовано «Акционерное общество паровых турбин Лавала», построившее большой турбостроительный завод.

Сам изобретатель немедленно перешел к опытам с паром очень высокого давления, явившимся продолжением его работ над повышением экономичности турбин. Эти эксперименты закончились появлением на Стокгольмской выставке 1897 года сконструированного Лавалем первого котла высокого давления пара с автоматическим регулированием.

Именно здесь более чем где-либо проявился во всем блеске гений шведского изобретателя. В своих идеях Лаваль шел впереди современников. Он предвидел пути развития техники на полвека вперед и угадывал их направление. Только в 20-х годах нашего века произошел повсеместно переворот в области техники паровых котлов, более решительный, чем все предыдущие, на основе выдвинутой Лавалем идеи применения высоких давлений пара.

Правда, и ранее находились смельчаки, пытавшиеся применять такой пар. Так, немецкий инженер Альбан еще в середине прошлого века сконструировал котел с давлением пара в сорок атмосфер. Но при практическом его выполнении он потерпел неудачу, и мысль о применении пара таких высоких давлений была оставлена надолго. Только в 1921 году появился работоспособный котел Шмидта с давлением пара в шестьдесят атмосфер.

Таким образом, у Лавала, в сущности говоря, не было предшественников в этой области и, во всяком случае, не было накопленного технического опыта. Между тем Лаваль с присущей ему смелостью решил сразу перейти от применявшихся в его время на практике давлений в десять атмосфер к давлениям в сто десять и даже двести двадцать атмосфер, практически достигнутых лишь в на-

стоящее время. Он сделал колоссальный скачок вперед, и сделал его в правильном направлении, как это показало дальнейшее развитие вопроса, стоящего и сегодня в центре внимания паровой техники.

Лавалевский паровой котел, выставленный в Стокгольме, вместе с обслуживавшимся им турбогенератором, дававшим ток для освещения выставки, представлял собой единственную в своем роде установку, являющуюся прототипом самых больших и экономичных современных установок.

Этот котел, высотой около трех метров, состоял из одной длинной спиральной трубки небольшого сечения, свернутой во множество витков, обогреваемых газами из топки. Вода накачивалась насосом с одного конца змеевика, а пар отбирался с другого его конца. Установка представляла собой органическое целое. Топливо и питательная вода подавались автоматически, так же автоматически регулировалось давление пара при входе в турбину. Давление пара в этом первом в мире прямоточном котле высокого давления держалось на уровне 120 атмосфер.

Турбина, выставленная в Стокгольме, отличалась от прежних турбин тем, что имела два ряда лопаток. Это был новый тип турбины, с двумя ступенями скорости. Отработавший в первом ряду лопаток пар направлялся на второй, сидящий на том же диске. Таким образом, его энергия использовалась на двух рядах лопаток, благодаря чему вдвое уменьшалась скорость колеса. Ступени скорости позволили снизить в самой турбине число оборотов до тринадцати тысяч в минуту. Турбина вращала динамо-машину и приводила в действие автоматические устройства котла. Отработавший в турбине пар шел в конденсатор. Вся установка занимала площадь в 20 квадратных метров и отличалась компактностью, изяществом и простотой.

Котел работал, к полному удовольствию строителей, но по ночам Лавалю частенько приходилось возиться с починкой змеевика, который не выдерживал длительной эксплуатации из-за несовершенства примененного материала. Лаваль понимал, конечно, что для практического успеха котла понадобится еще немало времени, труда, опытов и терпения, но заниматься им он уже больше не мог.

Этот человек, очень мало заботившийся о своем дело-

вом достоинстве, без сомнений и колебаний отдававшийся во власть бесчисленного множества охватывавших его идей, предоставлял другим доделывать то, что он начинал. Сам он спешил идти дальше, к разрешению новых задач.

Живая фантазия изобретателя охватывала все области техники и науки. В различные периоды своей жизни он интересовался самолетами и извлечением золота из морской воды, сепарированием газов и ферросплавами; он конструировал доильные машины и электрические печи для выплавки чугуна, построил воздухообволакиваемое судно и установку для обезвоживания торфа. Он занимался множеством других вещей, о чем говорят заметки в его записных книжках и сломанные модели в пыльных складах мастерских на Пильгатане. Но ни одно из его предприятий не было, в сущности, доведено до окончательного практического успеха.

Этот год от году толстевший добродушный, веселый, проворный человек, теперь внешне походивший на пастора, при всех достоинствах имел в глазах предпринимателей один поистине все убивающий недостаток: он совершенно не умел устраивать свои материальные дела и все чаще и чаще стоял на краю банкротства.

Когда ему советовали сократить расходы на опыты, он резко отвечал:

— Мои эксперименты стоят тех средств, которые я на них трачу!

На эту самоуверенность Лаваль, конечно, имел право. Турбина Лавалья, правда, оказалась сама по себе неспособной к дальнейшему развитию и скоро была вытеснена из крупной промышленности турбинами других систем. Но только благодаря практическому разрешению Лавалем основных вопросов турбостроения оно достигло теперь своего блестящего развития. Десятки ученых разрабатывали в технической литературе вопросы о расширяющемся сопле Лавалья, о гибкой оси его турбин, о форме дисков. Эти исследования повели к созданию метода расчетов отдельных частей турбин и положили начало созданию теории паровой турбины.

Такое же следствие имели другие работы Лавалья как в области паровой техники, так и в области электрометаллургии. Но непрерывно возникавшие для эксплуатации новых изобретений Лавалья акционерные общества неиз-

менно лопались, а сам Лаваль получил репутацию дельца, на ранней поре своей жизни имевшего однажды случайный успех, развитый его компаньонами, а затем обнаружившего всю свою несостоятельность.

В то время как Лаваль, вспоминая свою молодость, снова рассчитывал, можно ли ему взять извозчика или придется идти пешком, выросшее из организованного им товарищества акционерное общество «Сепаратор» скупало за бесценок развалины заводов «Лактатор», производивших доильные машины Лавалья, и начинало производство собственных доильных машин.

В то время как Лаваль закрывал свои мастерские и распускал штат инженеров, «Акционерное общество паровых турбин Лавалья», выросшее из собственного турбостроительного завода Лавалья, переходило на строительство многоступенчатых турбин и распространяло свою деятельность на всю Европу.

На базе акционерного общества «Электросила Трольхеттан», организованного Лавалем для эксплуатации водопровода, решением королевского суда отнятого у общества, выросла правительственная гидростанция, являющаяся крупнейшей теперь в Швеции.

Даже капиталистические дельцы и воротилы, руководившие обществами, выросшими из лавалевских предприятий, были смущены тем, что ко дню двадцатипятилетнего существования «Сепаратора» у Лавалья не оказалось ни одной акции общества. А при основании его он имел половину всех паев. Этот случай ярко и отчетливо характеризует положение изобретателя в том самом капиталистическом хозяйстве, которое эксплуатировало его гений. Правление «Сепаратора» назначило Лавалю пожизненную пенсию, но пенсия не могла уже устроить его дел, обеспечить существование лабораторий и мастерских, производство экспериментов.

К тому же, хотя беспокойное воображение Лавалья по-прежнему перерабатывало тысячи разнообразных идей, физические силы оставляли изобретателя и приступы усталости охватывали его все чаще и чаще.

Дело заключалось не только в переутомлении и приближающейся старости, не только в неудачах последних лет и материальных затруднениях: Лаваль был тяжело болен, сам того не замечая.

За всю свою жизнь он, кажется, всего только однажды имел дело с врачами, после того как во время аварии сепаратора его с окровавленной рукой отправили в больницу. От природы наделенный прекрасным здоровьем, закаленный в суровой Далекарлии, много времени уделявший лыжному спорту, Лаваль и не нуждался в медиках. Ему, пожалуй, никогда и в голову не приходило, что он может стать жертвой какой-нибудь жестокой болезни. Он долго высмеивал советы жены обратиться к врачам по поводу своего странного состояния.

— Если бы они могли прописать мне вместо порошков и пилюль сто тысяч крон, — говорил он, — то я, наверное, почувствовал бы себя лучше. Микстура же мне никак не может помочь.

Однако в конце концов врачи явились, обследовали больного и определили у него наличие раковой опухоли в кишечнике. Диагноз произвел ошеломляющее впечатление на окружающих, но не на больного. Смеясь над грустным заключением врачей и над испугом жены, Лаваль в январе 1913 года уехал в Англию. Он повез туда свою последнюю работу: модель новой доильной машины, представлявшей собой остроумный, удобный аппарат, который быстро и легко раскрывался, устанавливался и затем так же легко складывался после работы. На родине эта машина не вызывала ни у кого доверия, так как самая идея ее уже была скомпрометирована прежней неудачей Лавалья.

В это время предвоенный хозяйственный подъем мирового капиталистического хозяйства давал возможность капиталистам вкладывать в промышленность огромные средства, но Лаваль уже не мог использовать благоприятное положение. Невероятные физические страдания заставили его вернуться домой.

На этот раз он сам уже обратился за помощью к медикам и согласился на операцию. Его немедленно перевезли в больницу. Через два дня, измученный болью и призраком смерти, он лег на операционный стол. Питавший всегда отвращение ко всяким наркотикам, теперь он с удовольствием вдыхал сладкий запах хлороформа, избавлявший его от страданий и мучительных мыслей.

Операцию сделали, но без всякой надежды на успех.

Лежа на белой холодной койке под пустым потолком, Лаваль понял, что жизнь окончена. Когда Тьюко Робсам, старый сотрудник и друг, навестил его в пустынной, тихой больничной палате, Лаваль, пожимая ему руку, сказал с горечью:

— Было бы все-таки трагично, если бы я умер именно теперь, когда у меня все готово, все ясно и успех обезвоживания торфа обеспечен...

Светлая вера в свой гений осталась в нем непоколебленной до последней минуты сознания. Ночью 2 февраля 1913 года Лаваль умер.

Появившиеся во множестве некрологи, статьи и воспоминания были попытками наскоро оценить заслуги Лавала как изобретателя и инженера, как вдохновителя шведской промышленности в период ее расцвета. Однако никто еще не дал полной истории жизни и деятельности этого изумительного мастера техники.

Тень практических неудач, решающих в капиталистическом обществе судьбу человека, застилает от его соотечественников величественные черты гения, сквозившие в каждой работе Лавала.

Совершенно другую судьбу имел создатель реактивной турбины Чарлз Парсонс.

## 2. РЕАКТИВНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА

### *Парсонс*

Чарлз Парсонс родился и вырос в одной из самых аристократических семей Англии. Он был прямым, хотя и очень далеким потомком Эдуарда III, короля английского, пятьдесят лет истощавшего страну войнами с Шотландией и Францией.

Однако его отец, Вильямс Парсонс, лорд Росс, получивший мировую известность, стяжал свою славу совсем не в качестве потомка короля. Он был ученый, оптик и астроном, председатель Королевского общества. В своем имении Бирр-Кастле, в Ирландии, где вырос Чарлз Парсонс, лорд Росс устроил обсерваторию, для которой сам изготовил инструменты. Его знаменитый гигантский рефлексор «Левиафан» долгое время был величайшим в мире.

С этим телескопом Вильямс Парсонс сделал немало открытий, наблюдая туманности.

Бирр-Кастл охотно посещался передовыми научными деятелями того времени благодаря радушию, гостеприимству, уму хозяина. Научная атмосфера, созданная строгим распорядком в занятиях и постоянным присутствием выдающихся ученых, окружала Чарлза Парсонса с самого начала его жизни и, несомненно, имела огромное значение в развитии его вкусов, взглядов и настроений.

Чарлз был последним сыном лорда Росса. Он родился в Лондоне 13 июня 1854 года, куда на время парламентских сессий выезжал из своего имения лорд Росс со всей семьей.

Это были годы войны, известной у нас под названием «Крымской кампании», явившейся следствием торгового соперничества между Россией и Англией на Ближнем Востоке. Лорд Росс горячо интересовался крымскими событиями, где объединенная армия европейских держав осаждала Севастополь. Накануне рождения своего младшего сына он писал начальнику инженерных войск Англии:

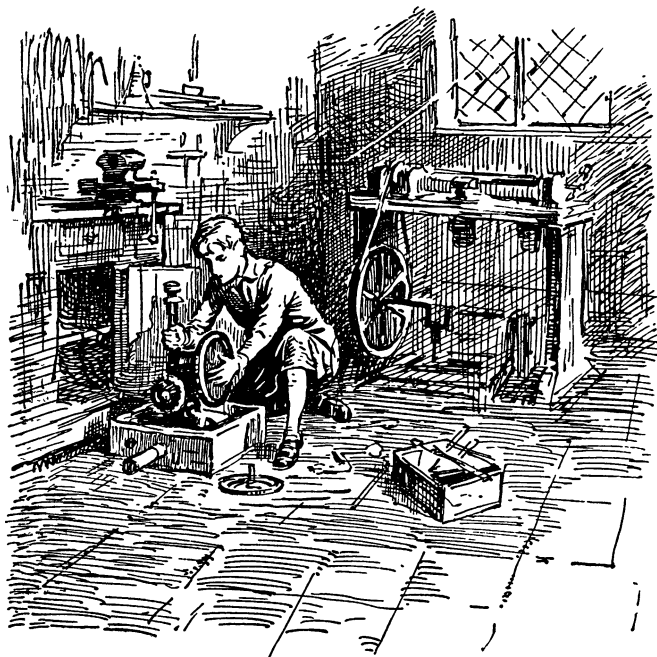
«Я мечтаю о создании такого защищенного сталью броню и недоступного для вражеских снарядов судна, которое могло бы при быстром ходе непосредственно вре́заться в неприятельский корабль и топить его. Для продвижения такого судна, я думаю, будет достаточно машины в триста лошадиных сил...»

Конечно, ему не приходила в голову мысль о том, что через тридцать лет его еще не родившийся сын положит начало строительству военных судов с небывалой скоростью хода. Лорд Росс, впрочем, сделал все, что мог, для воспитания своих детей, предопределяя для них в будущем карьеру ученых-инженеров.

Маленький Чарли, голубоглазый, рыжеватый мальчик, застенчивый и скромный, не обнаруживал тогда никаких особенных способностей. Он проводил время в парке со своими братьями и сестрами, ловил рыбу в пруду, на котором стояло водяное колесо, приводившее в движение станки отцовских мастерских. Больше всего детей привлекал тот угол парка, где находился знаменитый телескоп, главным образом потому, что им не запрещали бегать и играть на лесенках его огромной трубы. Однако Чарли и Клер, его брат, очень рано стали обнаруживать



особенный интерес ко всякого рода техническим экспериментам. Впрочем, в этом не было ничего удивительного, так как в рабочем дне Бирр-Кастля, начинавшемся уроками в половине восьмого утра и продолжавшемся до половины седьмого вечера, с перерывами на обед и завтрак,



*Чарли постоянно возился в маленькой мастерской, сооружая самые разнообразные машины.*

стояли на первом месте вопросы физики, математики, естествознания.

Характер занятий, которые учителя вели с детьми по указаниям самого лорда Росса, обострили интерес Чарли и его брата к технике и машинам. Роберт Болл, один из учителей, оставил воспоминания о своем ученике. Он рассказывает:

«Чарли постоянно возился в маленькой мастерской, сооружая самые разнообразные машины. Я помню две его

изобретательские затеи. Одна из них представляла собой рупор, усиливающий звук, а другая — аппарат для измерения глубины, который был с успехом потом применен на яхте его отца. В этом изобретенном Чарли аппарате глубина устанавливалась путем измерения давления в барометрической трубке, то есть был применен принцип, лежащий в основе аппарата лорда Кельвина, так хорошо известного в настоящее время. . . Затем, с помощью брата, будущий изобретатель паровой турбины построил также паровую машину. Я помню восторг, с каким братья шлифовали стекло телескопа на станке, работавшем от паровой машины их собственного изготовления».

Надо прибавить, что спустя три года Чарли с братом сконструировали к этой машине коническую шестерню и коробку передач. В это время Чарли было тринадцать лет, а Клеру — шестнадцать.

«Я всегда чувствовал, — заканчивая свои воспоминания, говорит Роберт Болл, — глубокое удовлетворение при мысли, что впервые обогащал основами алгебры и геометрии мозг человека, революционизировавшего применение пара изобретением паровой турбины. Казалось, что богатая одаренность отца в лице его младшего сына возрастает до блестящего машиностроительного гения».

Лорд Росс не увидел результатов своей системы воспитания детей: он умер, когда Чарли исполнилось тринадцать лет. Некоторое время в замке все оставалось по-прежнему, но затем младшие дети были отправлены в столицу Ирландии для продолжения образования в дублинском колледже. Колледж напоминал собой скорее семинарию, нежели светскую школу, и Чарли поторопился перебраться в Кембриджский университет. К большому счастью Парсонса, пребывание его здесь совпало с переломом в системе и методах преподавания. Один за другим английские университеты начали переходить от изучения философии и богословия к изучению естественных наук. Как раз в год поступления Парсонса в Кембридже начали читаться лекции по прикладной механике, хотя еще и не в качестве обязательного предмета. В числе первых студентов, начавших добровольно слушать новый курс, был и Парсонс.

Старые товарищи по колледжу, вспоминая впоследствии о жизни в Кембридже, утверждают, что в те годы

рыжеволосый, голубоглазый Чарли, очень скромный и застенчивый юноша, ничем не выделялся из среды своих товарищей и не обнаруживал особенных способностей к математическим наукам. Бóльшую, чем школьные успехи, известность Парсонсу создал спортивный клуб, членом которого он состоял. Однако ни увлечение водным спортом, ни шумная студенческая жизнь не могли отвлечь юношу от его любимых занятий в лабораториях.

Окончив университет, Парсонс решил продолжать свое образование на производственной работе. Для этого он поступил учеником на машиностроительный завод Армстронга — огромное предприятие, во главе которого стоял Вильям Армстронг, видный инженер, изобретатель гидравлического подъемного крана и гидравлического аккумулятора.

В течение четырех лет Парсонс работал под руководством Армстронга, предоставлявшего полный простор изобретательским склонностям своего ученика. Тут же, на заводе, был построен по проекту Парсонса так называемый «ротативный» паровой двигатель, то есть двигатель с непосредственным вращательным движением. Как и многие попытки такого рода, он не имел практического успеха. Главное внимание Парсонс уделял опытам с торпедами, движущимися реактивной силой газов. В этих опытах принимал участие другой ученик Армстронга — Вильям Кросс. Опыты настолько увлекли обоих, что, когда Кросс получил место директора паровозостроительного завода в Лидсе, Парсонс отправился вместе с ним, несмотря на свою привязанность к Армстронгу. Впрочем, Армстронг считал учение законченным и выдал Парсонсу блестящую аттестацию как инженеру и конструктору высшей квалификации.

Дальнейшие опыты с торпедами не привели к практическому результату. Работа над ротативным двигателем и опыты с торпедами объединили мысли изобретателя на идее создания быстроходного двигателя с непосредственным вращательным движением. То были годы, когда вопросы электротехники начинали все более и более занимать не только изобретателей, но и промышленников. Электрический ток открывал новые, очень широкие перспективы.

Между тем дальнейшее развитие электротехники упи-

ралось в отсутствие специального двигателя для генераторов электрического тока, двигателя с большим числом оборотов, каким прежде всего могла быть паровая турбина. На этой проблеме и остановился молодой инженер.

Парсонс предположил, что для успеха следует распределить давление пара между рядом паровых турбин. Результат, получаемый в каждой из них, будет приблизительно одинаков с результатом, получаемым в турбине, где применяется несжимаемая жидкость, например вода. Таким образом, ряд этих простых турбин даст суммарный коэффициент полезного действия, равный приблизительно коэффициенту полезного действия водяной турбины Фурнейрона.

Именно это распределение падения пара на ряд простых турбин, помещенных на одном валу, Парсонс и считал своим изобретением, на которое им был взят патент в апреле 1884 года. За год до этого взял английский патент на турбину, «работающую паром или водой», Лаваль. Работы обоих изобретателей, таким образом, протекали одновременно, но совершенно независимо друг от друга и шли противоположными путями.

Не имея в своем распоряжении мастерских, где можно было построить новую машину, требующую большой точности в обработке деталей, Парсонс вступил младшим компаньоном в фирму «Кларк, Чапман и К°». Фирма располагала хорошим машиностроительным заводом в Гетсхеде, близ Ньюкестля на Тайне, и намеревалась создать у себя электротехнический отдел. Во главе этого отдела и стал новый компаньон.

Первое время условия работы Парсонса были очень благоприятны, и уже к концу года он построил свою турбину. Конструкция ее свидетельствовала об огромной изобретательности автора. Это была машина мощностью в 4 киловатта, а считая в обычных единицах мощности, первая турбина Парсонса имела мощность в 5 лошадиных сил.

Эта турбина состояла из ряда помещенных на одном валу венцов лопаток особой конструкции. Между этими вращающимися с валом венцами лопаток помещались ряды неподвижных лопаток, укрепленных в кожухе турбины.

Они имели такую же конструкцию, как и рабочие, но

загнуты были в обратную сторону. Эти так называемые «реактивные лопатки» и составляли основное изобретение Парсонса.

Реактивные лопатки имеют такую форму, что пространства между лопаточными каналами образуют как бы насаженные на вал сопла, из которых выходит пар. Работая в лопатках, пар заставляет вращаться вал с венцами, называемый ротором турбины. Лопатки неподвижных венцов, проходящих между рядами рабочих лопаток, служат для того, чтобы направлять пар. Выходя из них, пар расширяется, а давление его несколько падает.

Первая турбина Парсонса, непосредственно соединенная с динамо-машиной, работала паром при давлении в семь атмосфер. Благодаря разложению давления на ряд ступеней она делала всего лишь восемнадцать тысяч оборотов в минуту — вдвое меньше, чем у Лавала. Парсонсу, таким образом, не пришлось устраивать сложную передачу, снижающую число оборотов. В те времена мало что знали о работе динамо-машин: только два года спустя профессор Хопкинсон дал обоснованную теорию динамо-машины и установил, что наиболее выгодная скорость ее вращения будет три тысячи оборотов в минуту. Поэтому непосредственное соединение быстроходного двигателя, каким явилась турбина Парсонса, с такой же быстроходной динамо-машиной, сконструированной им же, при тогдашнем уровне знаний рассматривалось как величайшее изобретение, где и турбина и динамо-машина вызвали равное восхищение.

Турбогенератор Парсонса специалистами был оценен очень высоко. Знаменитый физик Вильям Томсон, позднее получивший имя лорда Кельвина, отозвался о турбине Парсонса как о замечательном изобретении. Впоследствии этот отзыв сослужил Парсонсу плохую службу, но пока он побудил изобретателя с новой энергией заниматься усовершенствованием своей машины, которой лорд Кельвин предсказывал великое будущее.

Парсонс не спешил с выпуском на рынок своей турбины. Он начал подвергать ее многочисленным испытаниям для выяснения необходимых изменений в конструкции. Отныне единственной и все себе подчиняющей целью его жизни и деятельности было превращение этой турбины в двигатель, которого требовала промышленность.

Для достижения этой цели Парсонс имел все данные: он был молод, настойчив, терпелив; он обладал знаниями и не переставал никогда учиться; он был спокоен и счастлив в своей семье; наконец, он был материально обеспечен и совершенно независим.

Дуглас Кларк, адвокат, конструктор двухтактного двигателя внутреннего сгорания и специалист по патентным делам, перевыдавший на своем веку немало изобретателей, свидетельствует, что такого, как у Парсонса, глубокого знания машины и совершающихся в ней процессов работы он не встречал ни у кого. Даже он, осведомленный в вопросах машиностроения человек, не мог до конца разобраться в подробностях процессов, о которых ему толковал Парсонс, для описания их в патентах.

Не имея возможности иногда лично выслушивать клиента, он дал однажды такой совет своему помощнику:

— Когда к вам придет сэр Чарльз для переговоров о новом его патенте, то вы усадите его в кресло и предоставьте ему говорить. Первую четверть часа вы ничего не будете понимать, но вы не перебивайте его. Вторую четверть часа в вашей голове едва ли станет светлее, но если вам удастся что-нибудь понять, то вы скажете: «Сэр, прежде чем идти дальше, позвольте спросить, так ли я вас понял?» И напишите ему на бумаге то, что вы поняли. Он прочтет, поморщится и скажет: «Да, но позвольте, уж я лучше сам напишу». Тогда вы дайте ему бумагу и предоставьте писать что угодно, любезно заметив при этом: «Если вы находите нужным что-нибудь добавить, то пожалуйста. Я подожду!» Таким образом, вам, вероятно, удастся получить патентное описание...

При напряженной работе, которую вел Парсонс над усовершенствованием турбины, число патентов было очень значительно. Однако господам Кларку и Чапману совсем не нравилась щепетильность компаньона в работе над своим детищем, требовавшая средств на эксперименты и задерживавшая выпуск машины на рынок. На этой почве между компаньонами и произошло столкновение, очень поучительное и характерное для капиталистического хозяйства с его невероятными противоречиями.

Вступая в компанию с Кларком и Чапманом, Парсонс никак не думал о том, что интересы его и его компаньонов могут где-нибудь столкнуться. Он подписал с легким

сердцем договор, выработанный ими, радуясь возможности работать над осуществлением своей идеи в прекрасно оборудованных мастерских фирмы.

По этому договору он внес двадцать тысяч фунтов стерлингов и участвовал в прибылях от всего предприятия в равной доле с компаньонами. Этот капитал, составлявший значительную долю доставшегося ему после отца наследства, Парсонс считал помещенным очень хорошо. По договору, он как член фирмы предоставлял фирме право эксплуатации своих изобретений. Соответственно с этим пунктом договора патенты Парсонса записывались на имя всех компаньонов вместе. Договор предусматривал возможность выхода Парсонса из фирмы. В этом случае фирма возвращала ему целиком внесенные деньги, а патенты он должен был выкупить от нее за семь восьмых их действительной стоимости.

Дела электротехнического отдела, которым руководил Парсонс, шли очень хорошо. Но Кларк и Чапман находили, что их молодой компаньон больше занят своими опытами, чем прибылями, и считали, что эксперименты стоят слишком дорого. Они потребовали, чтобы Парсонс о своих намерениях предварительно советовался с ними. Сообща они начали обсуждать его планы, и положение изобретателя, вынужденного торговаться с компаньонами за каждый фунт стерлингов, становилось нестерпимым. Искерпав все средства для устранения недоразумений, Парсонс заявил о своем выходе из фирмы.

Кларк и Чапман не стали удерживать возмущенного компаньона, вернули ему его деньги, но стоимость патентов, которые он должен был выкупить, оценили в такую сумму, что у изобретателя волосы стали дыбом. Дело перешло в суд. Экспертами Парсонс пригласил Дугласа Кларка, а фирма — лорда Кельвина. Фирма сделала чрезвычайно удачный выбор, так как великий физик имел огромный авторитет, а мнение его о турбине Парсонса было известно. Так началось это беспримерное дело, где изобретатель стремился снизить цену своих патентов, а его противники, державшие их в руках, доказывали, наоборот, что ценность их необычайно высока.

Мнение это поддержал и лорд Кельвин. Добродушный человек, всю жизнь интересовавшийся лишь вопросами науки, он был очень далек от всего остального мира. Он

мало интересовался вопросом, вследствие чего понадобилась его экспертиза, и честно заявил суду, что патенты Парсонса имеют огромную ценность. Указывая на изобретательность Парсонса, проявившуюся в усовершенствовании деталей конструкции турбогенератора, он утверждал, что в дальнейшем турбина Парсонса получит широчайшее распространение, так что будущая ценность его патентов еще значительно выше настоящей. Он говорил о патентах Парсонса, подробно разбирая их, как ученый, и глаза его сияли человеческой гордостью за великое достижение техники и науки.

Дуглас Кларк, наоборот, доказывал, что хотя в будущем, может быть, патенты Парсонса и будут высоко оценены, но в настоящее-то время без самого изобретателя стоимость их не выше стоимости бумаги, на которой они написаны. Он доказывал это с такой страстностью, что даже Парсонс смутился и заметил своему адвокату:

— Ну, мистер Кларк, вам все представляется в слишком уж мрачном свете.

В конце концов, после споров и целого ряда технических опытов, адвокат фирмы заявил, что если Парсонс не считает свои патенты ценными, то его доверители согласны оставить их у себя и не настаивать на выкупе их бывшим компаньоном.

Кларк вынужден был согласиться на это. Так изобретатель лишился прав на свои патенты, а фирма «Кларк, Чапман и К<sup>о</sup>» приобрела в собственность бумаги, с которыми без Парсонса не знала, что делать. Друзья утешали изобретателя, что через два-три года компаньоны согласятся отдать их по любой цене, и ему ничего не оставалось, как ждать. Благодаря судьбу за свою материальную обеспеченность, Парсонс основал в Гитоне, близ Ньюкестля, собственный турбостроительный завод и стал строить турбины несколько измененной системы.

Однако машины вышли не лучше прежних, и вопрос о выкупе патентов не переставал интересовать изобретателя. Но только через пять лет Парсонсу удалось договориться с бывшими своими компаньонами. Теперь они уступили патенты даже за меньшую сумму, чем он предполагал.

Сделка состоялась, и Парсонс вернулся к прежней системе своих турбин. Таковую турбину мощностью в 350 ки-



ловатт он установил для электростанции лондонского метро. До этого момента турбогенераторы Парсонса имели значительно меньшую мощность.

Надо сказать, что, в общем, распространение турбин было таково, что доходы с них не окупали даже экспериментов изобретателя. Если он не бросил всего дела, то только потому, что располагал собственными средствами и понимал, что надо ждать. Он, конечно, знал, что в капиталистическом хозяйстве осуществление изобретения и тем более внедрение его неизбежно сопровождаются сопротивлением среды, сопротивлением тем большим, чем новее и радикальнее самое изобретение. Но в конце концов консерватизм потребителей, уже вложивших капитал в двигатели иного типа, всячески поддерживаемый заводами, строящими эти двигатели, стал и ему казаться неодолимым.

Тогда Парсонс решил сделать попытку применения своих турбин в совершенно другой области, интерес к которой у него самого никогда не прекращался.

Страстный приверженец водного спорта, Чарлз Парсонс, прогуливаясь в своей яхте по мутным водам Тайна или глядя из окон своего дома на медленный речной транспорт, часто задумывался о том, как превратить турбину в судовую двигатель.

Парсонс начал работу в этой области издавна. К радости своей маленькой дочки и сына, он соорудил одну за другой крошечные деревянные яхточки игрушечного типа. Гребной винт приводился в движение раскручивавшимся резиновым шнуром. Игрушки, восхищавшие детей, открыли изобретателю больше тайн, чем океанские корабли.

По этим моделям Парсонс рассудил, что наилучшее действие гребного винта получается при 8000 оборотов в минуту.

Наученный горьким опытом, теперь уже он не искал компаньонов для осуществления своей новой идеи, а организовал сам акционерное «Общество судовых турбин Парсонса». Большую часть акций из осторожности он оставил за собой, а остальные распределил между вернейшими людьми. Парсонс был директором общества, он же отвечал и за исследовательские работы и за постройку опытного судна. Так как все предварительные расчеты он уже сделал, построить судно ему удалось в том же, 1894 году.



*К радости своей маленькой дочки и сына, Парсонс сооружал одну за другой крошечные деревянные яхточки.*

Оно названо было «Турбинией» и имело всего тридцать метров длины и сорок четыре тонны водоизмещения.

Первые опыты дали скромные результаты. Предполагаемой скорости в 37 узлов, то есть свыше 60 километров в час, достигнуть не удалось. При быстром вращении винта получалась кавитация — в водном потоке образовывались пространства, не успевавшие заполняться водой. Винт работал наполовину впустую.

Парсонс перепробовал самые различные формы винта, но добиться толку не удавалось до тех пор, пока конструктор не поставил турбины, делавшие всего только две тысячи оборотов в минуту. Новая установка, состоявшая из трех турбин, работавших на три винта, дала совсем другие результаты.

Надо заметить, что для снижения числа оборотов в турбине Парсонсу раньше приходилось увеличивать число ступеней, на которые разлагалось давление пара, и, стало быть, увеличивать число венцов. Роторы таких турбин получались слишком длинными, и Парсонс вынужден был вместо одной турбины строить две или три, перепуская пар из одной в другую. Такая установка состояла из турбины высокого давления, турбины среднего давления и турбины низкого давления.

Официальные испытания судна произвели ошеломляющее впечатление на специалистов. По скорости хода «Турбиния», делавшая тридцать три узла, далеко превосходила все суда того времени. Турбины работали давлением пара в пятнадцать атмосфер, причем при общей мощности установки, составлявшей 2100 лошадиных сил, расход пара оказался меньшим, чем у поршневых паровых машин такой же мощности.

Расчет Парсонса оказался правильным. Судовые турбины произвели несравненно больший эффект, чем стационарные. Конечно, прежде всего изобретением Парсонса заинтересовалось Британское адмиралтейство. Видным членом Адмиралтейства был в то время великосветский приятель Парсонса — Фишер, в будущем лорд, а в прошлом участник Крымской войны. «Обществу судовых турбин» был дан заказ на постройку двух быстроходных миноносцев. Парсонс немедленно приступил к постройке специального завода судовых турбин в Уолсенде на Тайне. Он занялся новым делом с огромной энергией, тем более,

что в Гитоне, где строил он стационарные турбины, дела шли далеко не блестяще.

Парсонсу пришлось даже хлопотать о продлении срока патентов, чтобы окупить затраченный капитал. На этот раз мнение лорда Кельвина, заявившего парламенту, что «турбина Парсонса является самым величайшим изобретением в области паровых машин со времени Уатта», послужило изобретателю службу. Срок действия патентов был продлен на пять лет.

Решение это подбодрило изобретателя. Он почувствовал себя обеспеченным временем, а ведь одно только время и нужно было для того, чтобы побороть косность промышленников и дожидаться успеха. Все остальное, что зависело от его собственных рук и способностей, он сделал.

И действительно, мало-помалу успех к нему пришел. Впервые реально, ощутительно он почувствовал его, когда под гром рукоплесканий тысячной толпы и крики испуганных женщин его «Турбиния» промчалась по Сене через территорию Парижской Всемирной выставки. Маленькое судно поразило изумленных зрителей невероятной быстротой своего хода. В это же время окончились испытания эльберфельдских турбин, вызвавших решительный перелом в отношении к новому двигателю со стороны промышленных кругов.

Этот заказ на две турбины мощностью по 1000 киловатт каждая Парсонс получил от электростанции в Эльберфельде, видном промышленном городе Германии. Заказ был сделан по инициативе и настоянию главного инженера во Франкфурте, англичанина Линдлея. Линдлей высоко ценил турбины Парсонса, но исходил не из одного патриотического желания способствовать развитию британской машиностроительной промышленности. Немалую роль в этом деле играл и английский уголь. Империалистическим стремлениям углепромышленников угрожала нефть, вооружавшаяся двигателями Дизеля, перспективы развития и распространения которых были необъятны.

Почувствовав серьезную опасность, углепромышленные круги, поведя, с одной стороны, бешеную кампанию против дизелей, с другой стороны — перешли к защите паровых турбин. Поршневая паровая машина явно не соответство-

вала развитию производительных сил в наступившую эпоху монополистического капитализма.

При высоком уровне постройки паровых машин, достигнутом на ряде немецких заводов, заказ на турбины, да еще переданный иностранной фирме, возбудил большое неудовольствие в Германии. Парсонс превзошел самого себя при выполнении заказа и сдал превосходные машины. Для производства испытаний в Эльберфельд были вызваны: профессор Шретер — по паровой части и профессор Вебер — по электротехнической части. Опубликованный ими в 1900 году отчет изменил общественное мнение решительно и бесповоротно в пользу турбин.

Хотя турбины расходовали не меньше пара, чем поршневые паровые машины, в их пользу говорила легкость установки и эксплуатации. Основные преимущества турбин по сравнению с поршневой паровой машиной сводились к следующему: уход за турбиной заключался лишь в наблюдении за регулирующим механизмом и системой смазки; турбина занимала значительно меньше места, нежели поршневая машина; во время работы она не производила толчков и ударов за отсутствием у нее прямолинейно-возвратных движений, как в поршневой машине; вследствие этого турбина не требовала массивных фундаментов; смазочное масло не попадало с паром в конденсатор, как в поршневой машине, благодаря чему конденсационная вода могла идти обратно в паровой котел.

Совокупность всех этих свойств турбины при ее быстройходности, столь выгодной для генератора электрического тока, делала ее незаменимым двигателем на электростанциях.

После опубликования отчета об эльберфельдских турбинах завод Парсонса был завален заказами. Началось строительство турбин по лицензиям Парсонса и на многих заводах Европы и Америки. Целый ряд конструкторов взялся за разработку новых разнообразных типов паровых турбин на основе достижений Лавалья и Парсонса. В связи с внедрением электрического тока во все области промышленности турбогенератор становился основным агрегатом, на который опирался промышленный капитализм в деле развития производительных сил.

Надежда Парсонса на судовые турбины также оправдалась, но далеко не так скоро, как он мечтал. Турбинные

миноносцы, на которые Британское адмиралтейство возлагало огромные надежды, погибли один за другим осенью 1901 года при чрезвычайно запутанных и загадочных обстоятельствах.

Корпусы судов построил в своих доках Армстронг, а турбинные установки сделал завод Парсонса. Оба судна развивали скорость до тридцати семи узлов — неслыханную в то время. Оба были приняты Адмиралтейством после тщательных испытаний, во время которых не было обнаружено ничего подозрительного.

Первым погиб «Випер». Днем миноносец попал в густой туман, принудивший его идти вдоль берега со скоростью в десять узлов. Близ Олдернея «Випер» налетел на подводный камень, потерял винты, а затем, лишенный возможности двигаться, был выброшен на остров Ренокет. При катастрофе корпус судна разломился надвое.

Комиссия Адмиралтейства, расследовавшая причины гибели нового корабля, пришла к заключению, что катастрофа вызвана случайными обстоятельствами. Новизна конструкции миноносца, оборудованного паровыми турбинами, по мнению комиссии, не имела никакого значения.

Фишер сообщил о решении комиссии своему другу. Парсонс вздохнул облегченно.

Однако последовавшая вскоре за тем гибель «Кобры», второго такого же судна, заставила взглянуть на дело иначе.

«Кобра» была только что принята и вышла в свой первый рейс из Ньюкестля, имея на борту главного инженера Адмиралтейства. Утром 18 сентября 1901 года «Кобра», находясь в открытом море, вдали от берега, попала в шторм. В семь часов утра послышался легкий треск, и судно переломилось на две части так, что часть команды осталась на носовой половине, а другая часть — на кормовой. Обе половины немедленно затонули, и из сорока четырех человек команды удалось спастись лишь двенадцати. Среди погибших находились друзья и сотрудники Парсонса.

Гибель «Кобры» вслед за «Випером» произвела потрясающее впечатление. Общественное мнение было взволновано до крайности. Если на запрос в парламенте по поводу гибели «Випера» лорд Адмиралтейства дал успо-

контельный ответ, что причиной ее, во всяком случае, не являются турбины Парсонса, то на этот раз оставалось очень мало людей, которые не были уверены в обратном.

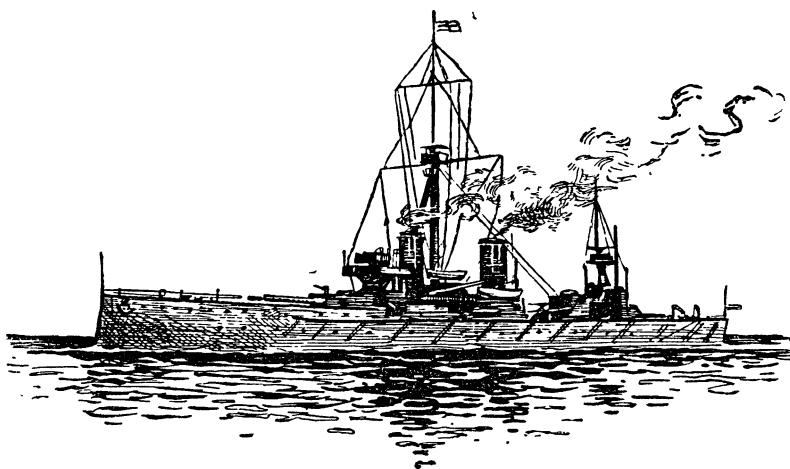
Самый тщательный разбор дела не помог выяснить истинную причину катастрофы. Суд признал только, что судно было несколько перегружено. Несомненно, что дело было не в турбинах, и Адмиралтейство не побоялось дать заказ еще на два миноносца с паротурбинными установками. Уголь не хотел отказываться от новых машин, британский флот не хотел лишиться быстроходных судов, а Фишер желал помочь Парсонсу восстановить доверие к турбинам.

Из этих миноносцев «Велокс» был спущен на воду в 1902 году, а «Иден» — в 1905 году. Никаких происшествий с ними не произошло. Для окончательного сравнения турбинных и паровых судов из четырех однотипных крейсеров, находившихся в постройке, три оборудовали паровыми поршневыми машинами, а один — турбинами.

Этот последний крейсер, «Аметист», законченный в 1904 году, имел паротурбинную установку общей мощностью в 10 000 лошадиных сил. Он легко доказал свои преимущества перед собратьями, превосходя их быстротой хода и меньшим расходом пара.

Впоследствии Парсонс в одном из своих публичных выступлений признавался, что трагическая гибель «Випера» и «Кобры» едва не погубила будущность паровых турбин как судовых двигателей. Ослабить впечатление от катастроф удалось только спуском на воду в 1903 году пассажирского быстроходного парохода «Король Эдуард», который благополучно совершал рейсы по реке Клайд в течение многих лет и доказал полную надежность судовых турбин.

Вслед за этим пароходом, при материальном и моральном содействии Парсонса, в Англии начали плавать два речных и два морских турбинных судна, но коммерческое судостроение трудно было заставить перейти на турбины. Дело сводилось к тому, что нейтральные судостроители просто выжидали результатов состязания между турбинными судами и теплоходами, появившимися в России и вслед за тем в Германии. Несомненные преимущества теплоходов заставляли мировое судостроение весьма критически относиться к опытным пароходам Парсонса и тер-



*Броненосец «Дредноут».*

пеливо выжидать. Коммерческий флот явно склонялся на сторону дизелей, однако в военном флоте неожиданно победили турбины.

Этому содействовало появление в британском флоте броненосца, построенного в 1906 году, название которого стало нарицательным для кораблей такого типа. Это был «Дредноут», что в переводе значит «неустрашимый», — корабль, произведший переворот в области военного судостроения.

Идея этого корабля принадлежала итальянскому инженеру Куниберти. От существовавших броненосцев «Дредноут» отличался вооружением и скоростью хода, составлявшей около 22 узлов. Мощность его турбин, впервые установленных Парсонсом на столь крупном судне с водоизмещением в 18 000 тонн, составляла 24 700 лошадиных сил.

Блестящий успех, достигнутый Англией постройкой «Дредноута», побудил буквально все морские государства вступить на путь постройки таких же кораблей. Строительство дредноутов развивалось с исключительной быстротой. Оно совпало с подготовкой к первой мировой войне. Не осталось ни одной страны в мире, не получившей от Парсонса лицензий на постройку паровых турбин.



Любопытно, что в Германии дредноуты строились даже под личным наблюдением Парсонса. В России турбины были установлены на боевых кораблях «Гангуте», «Полтаве», «Севастополе» и «Петропавловске».

В течение нескольких лет монополия Парсонса в области судовых турбоустановок была неограниченной. Успех их в военном судостроении не мог не сказаться и на отношении к ним коммерческого флота. От небольших, почти опытных пароходов коммерческое судостроение сразу перешло к установкам турбин на больших трансатлантических пароходах, так как казалось, что дизели не пойдут дальше мелких судов.

Уже в 1907 году в Англии были спущены на воду два огромных пассажирских судна — «Мавритания» и «Лузитания» водоизмещением по 40 тысяч тонн, с турбинами мощностью по 70 тысяч лошадиных сил. Эти гиганты получили мировую известность.

«Мавритания» завоевала первое место по скорости хода среди океанских судов и двадцать лет не уступала никому своего первенства.

На пути от маленькой «Турбинии» до колоссальной «Мавритании» Парсонс подверг свои турбины ряду конструктивных изменений.

Вначале он осуществлял непосредственное соединение вала турбины с гребным винтом. Для того чтобы число оборотов ротора турбины соответствовало наивыгоднейшему числу оборотов винта, Парсонсу пришлось увеличивать турбинные роторы, что вело к увеличению веса и размеров всей установки. Так, на «Мавритании» диаметр ротора в турбине высокого давления пара имел около двух с половиной метров, а в турбине низкого давления — около четырех метров. При этих размерах вес ротора первой турбины равнялся 72 тоннам, а второй — 126 тоннам.

Такая турбинная установка представляла собой сложное и громоздкое сооружение, тем более что сверх этих главных турбин ставились еще турбина тихого хода и турбина обратного хода, так как в турбине вообще нет реверса и нельзя менять прямой ход на обратный. Если для военного корабля громоздкость всей установки, искупаемая быстроходностью судна, не имела решающего значения, то для коммерческого судна, где на первом месте стоит грузоподъемность, такие установки никуда не годи-

лись. Для торгового флота, особенно товарного, неизмеримо больше выгод представляют дизели.

Пассажи́рские пароходы мирились еще с неудобством турбинных установок, но грузовой флот решительно на них не шел.

Парсонсу ничего не оставалось делать, как отказаться от непосредственного соединения ротора с винтом и найти подходящую передачу, которая бы наивыгоднейшую скорость турбины снижала до наивыгоднейшего числа оборотов винта.

Некоторые конструкторы предлагали сделать то же, что сделано было на «Сармате»: поставить турбогенераторы, а ток направить в электродвигатели, работающие на винт. Этой «электрической передачей» впоследствии пользовались некоторые судостроители, и сейчас она часто применяется на судах. Но Парсонс предпочел остановиться на механической зубчатой передаче, следуя примеру Лавала.

Копируя затем блестящий ход Нобеля с переделкой паровой шхуны в теплоход, Парсонс в 1909 году взялся на товарном пароходе «Веспасиан» обычные паровые машины заменить турбинами. Для того чтобы новая установка по месту и весу соответствовала прежней, он ввел зубчатую передачу, так что число оборотов винта осталось прежним. Опыт увенчался успехом, и применение Парсонсом зубчатой передачи с коммерческой точки зрения было найдено столь же существенным, как и изобретение самой турбины.

Однако к этому времени теплоходы уже настолько пленили судостроителей, что углепромышленники не смогли извлечь большой пользы из нового изобретения Парсонса. В Лондон явилась «Зеландия». Впервые за много лет дружбы с Парсонсом лорд Фишер, неуклонно и твердо вводивший турбины в британский флот, усомнился в правильности своей политики. Он вызвал Парсонса и вместе с ним отправился осматривать новое судно.

— Сэр Чарлз, — глухо заметил своему консультанту первый лорд Адмиралтейства, мчась в автомобиле по лаковым от дождя улицам Лондона, — вы подробно знакомы по моей просьбе с двигателями Дизеля. Находите ли вы и теперь, что они не дадут никаких преимуществ военному судну?

— Я посетил все заводы, строящие эти машины, — медленно отвечал он, — в них есть только одно преимущество, на первый взгляд имеющее значение для военного судна: при полной нагрузке и нормальной работе они почти бездымны. На «Зеландии» вас прежде всего поразит отсутствие труб... Однако я исследовал этот вопрос вполне и нашел, что при неполной нагрузке дизели выбрасывают в выхлопную трубу черный, густой дым. Так что и это преимущество не имеет значения, раз судно может обнаружить себя перед неприятелем при маневрировании. Преимущество турбин — быстроходность — безусловно решает вопрос, по крайней мере для военного флота.

Лорд Фишер, прямой и спокойный, кивал головой в знак согласия. Он вышел на набережную, рассеяв сомнения, и с некоторой долей иронии поднялся на палубу беструбной «Зеландии».

Обойдя теплоход и осмотрев машинное отделение, лорд Фишер покинул «Зеландию».

— Однако несомненно, — вдруг, как всегда без всяких вступлений высказывая то, что было у него на уме, начал Парсонс, усаживаясь в машину, — несомненно, что в коммерческом флоте будет весьма выгодно пользоваться дизелями. Старик Уатту и нашим турбинам придется подвигаться, чтобы дать место машинам господина Дизеля.

— Это затрагивает интересы нашей промышленности? — высокомерно поднимая брови, спросил лорд Фишер, точно готовясь двинуть весь британский флот на ее защиту.

— В известной мере, — неопределенно отвечал Парсонс, — да... Однако думаю, что, после того как военный флот перешел на нефть, мировой добычи нефти не хватит для удовлетворения и паровых котлов и дизелей, если еще и значительная часть промышленных предприятий перейдет на дизельные двигатели. Но конкурировать с ними мы можем, только повышая экономичность пара. Над этим вопросом я сейчас работаю.

Парсонс закрыл свои голубые глаза и смолк. Консультируя первого лорда Адмиралтейства, Парсонс был убежден, вероятно, в своей объективности. В действительности же он был одной из самых опасных игрушек в руках империалистических сил, подготовлявших первую мировую войну за новый передел мира.

В этой войне, в одном из сражений на французском фронте, был убит единственный сын Парсонса, офицер английской армии, тот самый мальчик, который когда-то восхищался игрушечными моделями судов, сооружаемыми его отцом и плававшими на пруду в парке Эллен-Холла.

Но и среди тяжелых мыслей, вызванных смертью сына, едва ли думалось Чарлзу Парсонсу, насколько сам он, строя быстроходные крейсера и дредноуты для английского флота, снабжая турбинами военные корабли немцев, способствовал усилению мощи враждебных флотов, а значит, и усилению империалистических тенденций обеих стран.

Ютландский бой, происшедший в Северном море в ночь на 1 июня 1916 года, вошел в историю с эпитетом «великий». Это было самое большое морское сражение по количеству и величине принимавших в нем участие судов. Но Ютландский бой с полным правом может быть назван и величайшей демонстрацией диких противоречий монополистического капитализма. В этом сражении, где крейсера исчезали с поверхности моря, прежде чем успевал рассеяться дым от происшедшего взрыва, где, по словам немецкого главнокомандующего, «вся дуга горизонта внезапно превратилась в огневое море, в то время когда самих кораблей еще не было видно», сражались не только немцы с англичанами. Здесь сражались турбины Парсонса с турбинами Парсонса, обнаруживая исключительную маневренность кораблей, пушки Круппа — с пушками Круппа, демонстрируя свою дальнобойность и меткость. Здесь гибли люди во имя интересов монополистического капитала, ведшего свою собственную войну с иными границами, с иными линиями фронта.

«Общество судовых турбин Парсонса» установило на судах британского флота к концу войны турбины общей мощностью в 3 миллиона лошадиных сил. Не меньше было сделано турбинных установок по лицензиям Парсонса и во флотах враждебных и союзных стран.

Война приостановила дальнейшее развитие стационарных турбин. После заключения мира Парсонс снова вернулся к этому делу.

Некоторое время Парсонсу и его друзьям казалось, что распространение дизелей не пойдет дальше мелкой промышленности и мелкого судового транспорта. Монополи-

стический капитализм, сменивший капитализм промышленный, связывал свою судьбу с электрическим током и, стало быть, с турбогенератором. Общее развитие турбостроения, естественно, шло более бурными темпами, нежели распространение двигателей Дизеля.

Однако во время войны Аугсбургский завод осуществил опытный дизель мощностью в 3000 лошадиных сил в одном цилиндре и построил к концу войны судовой дизель мощностью в 12 000 лошадиных сил. Парсонс увидел, что дизели и по линии крупных мощностей могут догнать паровые турбины.

Семидесятилетний старик, высокий и стройный, не утративший ни в манерах, ни в речи, ни в осанке ни одной черты представителя английской знати, был взволнован, как уличный мальчишка. Человек, прошедший сквозь строй долгих лет и многогранной непрерывной деятельности, старик, чей жизненный путь подходил уже к концу, Парсонс бросился с юношеской страстностью работать над дальнейшим усовершенствованием своих турбин.

Двигатель Дизеля Аугсбургского завода мощностью в 12 000 лошадиных сил был разрушен по Версальскому договору. Машиностроительный гений Парсонса едва ли был удовлетворен этим варварским актом. Конечно, разрушение аугсбургского дизеля не могло помешать дальнейшему развитию дизелестроения. Но как характерен этот факт для буржуазных дельцов и властителей!

Парсонс ответил на вызов Аугсбургского завода паротурбинной установкой на предприятиях «Компании Эдисона» в Чикаго. Долгое время она служила показателем изумительных успехов паровой техники. Здесь работала турбина Парсонса мощностью в 50 000 киловатт.

Эта чикагская установка, пущенная в ход в 1925 году, представляет турбогенератор, работающий паром высокого давления, состоящий, как обычно у Парсонса, из трех турбин.

Пар подводится к турбинам под давлением в сорок атмосфер. Сначала он проходит через турбину высокого давления, которая вращает генератор электрического тока в 16 000 киловатт. Отсюда пар выходит с давлением около восьми атмосфер и подвергается подогреву, после чего переходит в промежуточную турбину среднего давления.

Вторая турбина вращает генератор в 29 000 киловатт. Здесь давление пара падает до давления гораздо более низкого, чем имеет отработавший пар обычной поршневой паровой машины. Тем не менее он еще не использован полностью и идет через громадный расширяющийся паропровод в турбину низкого давления. Эта третья турбина вращает генератор в 6 000 киловатт. Отсюда уже пар идет в конденсатор.

Таким образом, 6000 киловатт, или 8000 лошадиных сил, получаютя от пара, который в поршневой машине не имел бы никакого применения.

При таком чрезвычайно низком давлении пара он имеет колоссальный объем. Поэтому турбина низкого давления должна быть громадного размера: длина лопатки в последнем венце более метра, и весит она около девяти килограммов. Ротор этой турбины весит 54 тонны, что равняется весу паровоза. Скорость пара в этой турбине составляет 640 километров в час. При всем том турбина вращается спокойно и плавно, делая 750 оборотов в минуту.

Интересным в этой установке является ее конденсатор вертикального типа, так как трубки с охлаждающей водой расположены здесь вертикально.

Корпус турбины низкого давления и паропровод конденсатора снабжены ребрами, повышающими их прочность, так как иначе вследствие вакуума внутри конденсатора наружное давление воздуха могло бы их раздавить. Конденсатор требует около 160 кубических метров воды в минуту. Вода озера Мичиган, которая проходит через конденсатор, отличается низкой температурой, благодаря чему вакуум в конденсаторе получается очень глубокий.

Эта самая крупная из турбин Парсонса недолго радовала сердце изобретателя. Уже в следующем году немцы Блом и Фосс по чертежам Аугсбургского завода построили для гамбургской электростанции дизель мощностью в 15 000 лошадиных сил, а через десять лет на электростанции в Копенгагене завод Бурмейстера и Вайнса установил дизель мощностью в 22 500 лошадиных сил.

Если раньше думали, что мощности меньше 25 лошадиных сил для дизелей являются конструктивно трудно-выполнимыми, а большие мощности мало выгодными по

сравнению с паровыми установками, то с течением времени пришлось убедиться в том, что обе границы мощностей дизеля оказались стертыми. Двигателями Дизеля смогли заменяться с успехом и легкие бензиновые двигатели и тяжелые паровые установки. Вопрос о целесообразности установки того или иного типа двигателя стал решаться в зависимости от целого ряда эксплуатационных условий, среди которых тип самой машины уже не имел решающего значения.

Впрочем, Парсонс был прав, считая, что на электростанциях будут господствовать турбины, несмотря на более низкий коэффициент их полезного действия, нежели у дизелей. Преимуществом паровой машины оставалась возможность питать котлы любым топливом, начиная от угля и нефти и кончая торфом, дровами, отходами производства. Если раньше запасы высокосортного минерального топлива казались неограниченными и считалось, что нефть и уголь ни на что другое, как на топливо, не годны, то постепенно этот взгляд изменился, и вопрос о топливе приобрел решающее значение. Нефть и уголь стали сырьем для химической промышленности. Паровые котлы поэтому начали питать дешевым топливом: торфом, низкосортным углем, отходами.

В процессе борьбы паровых машин с двигателями внутреннего сгорания паровые котлы достигли высокого совершенства. Мало-помалу паровой котел превратился в очень сложную установку с автоматической подачей топлива, автоматическим регулированием притока питательной воды, с целым рядом аппаратов, контролирующих его работу. Выросший из первого котла-автомата, построенного Лавалем, такой котел, разумеется, ничем и нигде не напоминает собой того, что обычно называется у нас котлом.

Высокие давления пара оказались в центре внимания послевоенной паровой техники. Лаваль и вслед за ним Парсонс повысили экономичность паровых машин и вернули углю многие, казалось, навсегда утраченные позиции.

Идя по пути, указанному Парсонсом, американский трест «Дженерал электрик компани» осуществил паротурбинную установку на предприятиях «Гаммонд» в Чикаго мощностью в 208 000 киловатт. Однако эта рекорд-

ная установка, как и другая установка того же треста, в 160 000 киловатт, остались единичными. Установки мощнее 50 000 киловатт не сразу привились в капиталистическом хозяйстве. Для частных предприятий такие установки не требовались, а объединить несколько предприятий в одно частным собственникам не удается. Освоить крупнейшие мощности турбин, как мы увидим дальше, может только плановое социалистическое хозяйство.

Отстаивая интересы угля, Парсонс боролся за утверждение своих турбин не только на суше, но и на воде. До конца жизни он возглавлял свои огромные турбостроительные предприятия. За два года до смерти Парсонс спустил на воду пароход «Король Георг V», оборудованный турбинами и котлами высокого давления.

Этот пароход должен был доказать возможность и выгодность применения пара высокого давления в судовых установках.

Надо заметить, что двигатели Дизеля ни в одной области не завоевали себе такого прочного положения, как в судостроении. Английский союз судостроителей, произведший незадолго до того обследование мирового судостроения, нашел, что в 1927 году по всем странам находилось в постройке 356 паровых машин, 324 дизельных двигателя и только 35 паровых турбин, причем общая мощность строившихся паровых машин и турбин была меньше общей мощности строившихся судовых дизелей.

Эти данные свидетельствовали об угрожающем росте теплоходостроения, и спуск «Короля Георга V» был прямым ответом на эту угрозу. Однако, несмотря на то что пароход вполне оправдал ожидания Парсонса, он ничем не мог помочь ни углю, ни турбинам.

Этому способствовало еще одно обстоятельство. Важнейшим достоинством паротурбинных судов была скорость хода. «Мавритания», двадцать лет не уступавшая никому «голубой ленте» — символа первенства по скорости хода на Атлантическом океане, — в том же, 1929 году оказалась побитой германским «Бременом», прошедшим расстояние между Плимутом и Нью-Йорком на два часа сорок минут быстрее «Мавритании». Победитель был, однако, простым пароходом, котлы которого отапливались нефтью. «Бремен» владел «голубой лентой» до 1935 года, когда вынужден был уступить первенство французскому



пароходу «Нормандия». Основным достоинством «Нормандии» является рекордная скорость хода, достигающая тридцати узлов при мощности механизмов в 160 000 лошадиных сил. «Нормандия», сгоревшая в Нью-Йоркском порту, была оборудована турбинами, но они работали не на винты, а на генераторы электрического тока. Винты же приводились в движение электродвигателями мощностью по 40 000 лошадиных сил на каждый из четырех винтов. Турбогенераторы доставляли им ток. «Нормандия» относится, таким образом, к турбинным пароходам с электрической передачей на винт. В настоящее время «голубой лентой» владеет «Куин Мэри».

Необычайная целеустремленность создала Парсонсу мировую известность и авторитет благодаря успехам турбостроения. На заседаниях энергетической конференции в Берлине в 1931 году, где он возглавлял английскую делегацию, при обсуждении каких бы то ни было вопросов можно было неизменно услышать возле себя шепот:

— А что сказал Парсонс?

— Что думает по этому поводу Парсонс?

Он производил впечатление оригинала, когда неожиданно исчезал из блестящего салона океанского парохода между двумя обеденными блюдами. Под руку с каким-нибудь инженером спускался в преисподнюю корабля, слушал здесь, в темном туннеле, ему одному понятный во всех оттенках гул гребных винтов, музыку которых старался он объяснить своему спутнику, и потом так же неожиданно возвращался к столу. В действительности он не был ни чудачком, ни оригиналом: он просто делал только то, что его интересовало, и часто без всякого стеснения отдавался своим мыслям, когда разговор собеседников переставал его занимать.

Если Парсонс иногда и занимался делами, не имеющими отношения к турбостроению, то занятия эти только заменяли ему отдых и развлечения. Таковы были его опыты с превращением углерода в алмаз, постройка астрономических инструментов на организованном им заводе оптических приборов. Однако несомненно, что по способу своего мышления он принадлежал к художественному типу, как, впрочем, большинство инженеров и техников. Художники воспринимают объективный мир преимущественно своими пятью чувствами, непосредственно его

созерцающая. Люди противоположного типа мышления, мыслители, предпочитают постигать объективный мир, созерцая его с закрытыми глазами, одним умом, опираясь на формулы, числа и чертежи. Им больше говорит книга, чем природа, описание машины, чем самая машина. Тонкой работы своего ума Парсонс не замечал и, подчеркивая конкретность своих представлений, говорил даже, что он получает свой «опыт и знания кончиками пальцев».

Отвлеченное математическое мышление было ему чуждо. Когда однажды Дуглас Кларк спросил его, понимает ли он теорию относительности Эйнштейна, Парсонс ответил с улыбкой:

— Нет, не понимаю! Не думаю, однако, чтобы я много от этого потерял, — добавил он. — Я в своих делах не встречал нужды в этой теории.

Единственной душевной страстью Парсонса оставался до последнего дня его жизни водный спорт. Если он не носился по морю на своей «Турбинии», то отправлялся в путешествие на трансатлантическом судне. В январе 1931 года Парсонс предпринял последнее из своих кругосветных путешествий. Ничего нового не мог уже дать ему земной шар: Канада, Южная Африка, Египет, Австралия, Южная Америка, Вест-Индийские острова — все самые далекие уголки мира уже были изучены этим верным морю спортсменом. На этот раз он решил повторить посещение Вест-Индийских островов.

Ему шел семьдесят седьмой год. Ничто, однако, не предвещало, что это будет его последняя прогулка. Парсонс был здоров, весел, как всегда оживлен и жизнерадостен. Не было ничего удивительного и в том, что на последнем заседании правления «Общества паровых турбин», незадолго до отъезда, беседуя с друзьями, он с грустью вспоминал о гибели «Кобры» и старых сотрудников: воспоминание об этой мрачной странице жизни никогда не покидало его.

Вместе с женой 22 января Парсонс отправился в свое путешествие на пароходе «Герцогиня Ричмондская». Все было прекрасно в этом путешествии. За несколько дней до смерти Парсонс провел целый вечер на Тринидаде, этом залитом нефтью острове. Здесь он развлекался тем, что поджигал плававшую по поверхности озер смолу и нефть, просачивавшуюся всюду из недр... Что думал,

глядя на вспыхивающие огоньки, этот семидесятишестилетний старик, то и дело поправлявший скатывающееся с тонкого, горбатого носа пенсне? Кому посвящал свои последние забавы машиностроительный гений — друзьям или врагам, живым или мертвым, между рядами которых он прошел свою долгую жизнь?

Затем ему захотелось побывать в Каракасе, столице Венесуэлы. Он отправился из порта в город на автомобиле, но вернулся, чтобы провести день в постели.казалось, что он стал жертвой одной из своих обычных простуд, которым так часто подвергался на воде. Вернее всего, что переход от английской зимы к тропическому климату сказался резким потрясением на его организме, ослабленном артериосклерозом.

Парсонс провел в постели несколько дней и на закате солнца 11 февраля 1931 года умер, когда «Герцогиня Ричмондская» спокойно стояла в Кингстонской гавани на острове Ямайка.

Реактивная турбина Парсонса при всем ее совершенстве, как и активная турбина Лавалья, не стала последним словом турбостроения. Достижениями первых творцов турбины воспользовались многие другие конструкторы для создания иных типов турбин. К ним принадлежат Генрих Целли — швейцарский инженер, Чарлз Кэртис — американец, братья Юнгстрем — шведы, Огюст Рато — француз.

Совершенно новое место в промышленности для турбины, исключительно поднявшее ее значение, нашел Огюст Рато.

### **3. МНОГОСТУПЕНЧАТЫЕ ТУРБИНЫ**

*Р а т о*

«Чтобы иметь успех и избежать ошибок в области прикладной механики, все ваши поиски должна сопровождать математика!»

Молодой человек, неустанно повторявший эти слова своим ученикам, был самым юным профессором в мире. Ему шел двадцать четвертый год, когда он начал читать лекции по аналитической механике, промышленной электротехнике и машиностроению в знаменитой Сент-Этьенн-

ской горной школе. Лекции юного профессора поражали слушателей блестящим изложением, глубиной познаний, разносторонностью. Не прибегая ни к каким запискам и конспектам, опираясь на свою изумительную память и еще более на своеобразное математическое мышление, Огюст Рато увлекал своих слушателей; однако он уводил их не в отвлеченные рассуждения о теории, а в область искусства приложения теории для разрешения практических задач.

Он постоянно останавливал внимание учеников на создателе водяной турбины Бенуа Фурнейроне, чей огромный портрет украшал актовый зал школы. Именно по поводу Фурнейрона, самого замечательного воспитанника Сент-Этьеннской школы, Рато говорил:

— Теория — не все. Она только указывает путь, а не решает вопросов. Чтобы достигнуть успеха в области прикладной механики, нужно добавить понимание отдельных мелочей явления, нужно вносить поправки в теорию. Нужно уметь, как говорится, практикой проверять теорию!

Этим умением как раз и обладал в высшей степени сам Рато. В нем сочетались теоретик и практик, мыслитель и экспериментатор. Он был полным хозяином в области математических знаний и признавался друзьям, что может целые часы думать только одними формулами и числами, без единого слова. И этот же самый ум находил без затруднений практическое решение любой задачи, которую капиталистическое хозяйство ставило в данный момент перед техникой.

Рато давал теоретическое обоснование каждому новому опыту в турбостроении, едва лишь он начинался. Через десять лет он составил обширный научный трактат о турбомашинах, остающийся и до сих пор основным для всех интересующихся вопросом в полном объеме. Как практик он не только предложил тип практически совершенной паровой турбины, но еще и указал новый путь к максимальному использованию теплотворной способности топлива.

Рато вывел основные формулы для нахождения скорости истечения пара из отверстий и сопел, формулы для определения мощности турбины, формулы для расчета на прочность отдельных ее частей. Он исследовал массу вопросов и даже вопрос трения пара о колесо турбины.

Есть люди, одаренные абсолютным слухом и музыкальной памятью. Они читают ноты, как мы книги, — зажав уши, подперев голову руками. Математики так же читают трактаты, состоящие из одних только формул и чисел. Они видят машину, глядя на формулы, как музыкант слышит музыку, читая ноты. Рато был типичным математиком, с той разницей, что он не только видел свои машины, мысля формулами и чертежами, но и строил их.

Если бы он рос в других условиях, он, может быть, показывал бы в бродячем цирке пораженным зрителям свое искусство производить в уме сложнейшие вычисления с невероятной быстротой. Но родители его были почтенные, обеспеченные люди, и Рато стал профессором, академиком и даже «великим французом» в годы первой мировой войны.

Огюст Рато родился 13 октября 1863 года в маленьком Руайяне, расположенном близ впадения реки Жиронды в Атлантический океан. В этом городе, насчитывавшем всего пять-шесть тысяч жителей, отец Рато был организатором и начальником городских общественных работ.

Летом Руайян, привлекавший своим благоустроенным курортом десятки тысяч парижан, обращался в шумный, веселый город, развлекавший маленького школьника. Мальчик беспечно толкался в толпе курортников, гулявших по приморской набережной в весенние жаркие утра, и всячески избегал глядеть на башенные часы, строгие черные стрелки которых напоминали ему о приближающейся расплате за опоздание. Но зимой, когда привлекательные места для прогулок становились унылыми и скучными, маленький Рато всецело отдавался учебе, обнаруживая не только способности, но и трудолюбие.

Отец Рато, пользуясь своим общественным положением, добился приема сына в Парижскую политехническую школу, доступ в которую был столь затруднителен для рядовых французов.

Блестящий мундир и шпага, делавшие большеголового, но красивого юношу заметным во всяком обществе, никак не повлияли на образ жизни восемнадцатилетнего студента. Он окончил школу лучшим в своем выпуске. Отсюда его направили в Парижскую высшую горную школу.

Этот высокий, стройный брюнет с живыми карими глазами, необычайно располагавший к себе всех, кто с ним

сталкивался, казалось, был создан вовсе не для научной карьеры. Однако по окончании Горной школы, прослужив всего лишь год в качестве инженера на каменноугольных копях в Родезе, Рато вернулся к научной работе. Он получил место профессора Горной школы в Сент-Этьенне.

Здесь он провел десять лет, занимаясь теоретическим исследованием работы турбомашин. Затем он перебрался в Париж, чтобы перейти от теоретических исследований к практическим выводам. С его научным авторитетом ему нетрудно было заинтересовать проектом своей паровой турбины один из лучших машиностроительных заводов в Париже — «Сотте-Гарле». Испробовав ряд опытных конструкций под руководством Рато, завод приступил к постройке турбины мощностью в 1000 лошадиных сил.

Это происходило в 1898 году. Постройку турбины не успели закончить к открытию Всемирной выставки, однако вера в точность расчетов Рато была у всех настолько велика, что выставочный комитет принял вместо турбины ее чертежи и отдельные части. Жюри выставки ознакомилось с построенной турбиной на заводе.

Теоретические расчеты Рато убедили его прежде всего в том, что активная турбина выгоднее реактивной и что для наивыгоднейшего использования скорости пара на колесе турбины лопатки колеса активной турбины должны двигаться со скоростью вдвое меньшей, чем скорость истекающего из сопла пара.

Но скорость истечения пара из сопла всецело зависит от разницы давлений и температур в начале и конце его расширения. Чем больше падение давления и температуры при расширении пара, тем выше его скорость. Давление пара в котле может достигать до двухсот атмосфер, а давление в конденсаторе, где кончается расширение, бывает значительно меньшим, чем обычное атмосферное давление. При такой разнице давлений в начале и конце процесса расширения пара скорость его чрезвычайно велика. Уже при выходе пара из котла с давлением в десять атмосфер на воздух через сопло Лавала скорость его достигает почти до километра в секунду, а при выпуске такого же пара в конденсатор, где давление равно десятой доле атмосферного, скорость пара составляет 1167 метров в секунду. Пуля современной винтовки движется значительно медленнее.

Применяя перегретый пар, скорость его можно повысить еще больше. Если все падение давления происходит на одном колесе активной турбины, для полного использования скорости пара нужно было делать, как Лаваль, турбины с окружной скоростью колеса в триста — четыреста метров в секунду, дававшие до тридцати тысяч оборотов в минуту.

Для соединения такого быстроходного двигателя с исполнительным механизмом или с генератором электрического тока прибегали к зубчатым передачам системы Лавалья. Размеры этих передач значительно превышали размеры самой турбины. Для надежной работы турбины нужны были, кроме того, гибкий вал и диск равного сопротивления, изготовление которых давалось нелегко.

Но и преодолев все эти затруднения, Лавалю не удалось построить турбины мощностью свыше 500 лошадиных сил.

Задача сводилась к тому, чтобы дать такую конструкцию активной турбины, которая при сравнительно небольшом числе оборотов имела бы высокий коэффициент полезного действия, могла применяться для любых мощностей и изготовление отдельных частей которой не встречало бы затруднений.

Для Рато важно было установить задачу, разрешение же ее не представляло больших затруднений. Он решил, что разность давлений и температур в котле и конденсаторе должна преобразовываться в скорость пара в целом ряде систем, последовательно расположенных, состоящих из групп сопел и рабочего колеса.

Исходя из этого, Рато разделил цилиндр турбины на ряд камер специальными диафрагмами. В этих диафрагмах он укреплял направляющие лопатки, через которые пар проходил из одной камеры в другую. В каждой камере помещалось одно рабочее колесо. Разумеется, все колеса насаживались на один общий вал.

Таким образом, при переходе из одной камеры в другую пар расширялся в направляющих лопатках, заменявших сопла, и давление его падало постепенно.

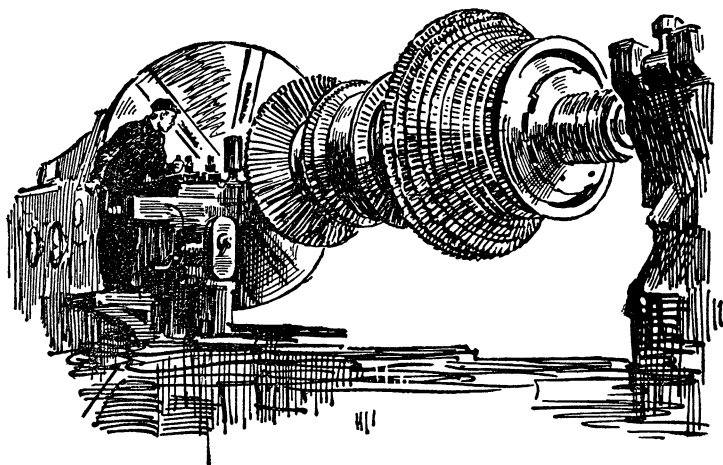
Турбина Рато имела немало преимуществ перед турбинами Парсонса и Лавалья. Однако конструкторское бюро Рато и его маленький завод не скоро получили заказы.

Когда в 1902 году Рато установил свою первую турбину на каменноугольных копях в Брюа, он сознавался одному из своих приятелей:

«Директор копей не очень-то уверен, что сделал выгодное дело! Он согласился на это только из уважения ко мне».

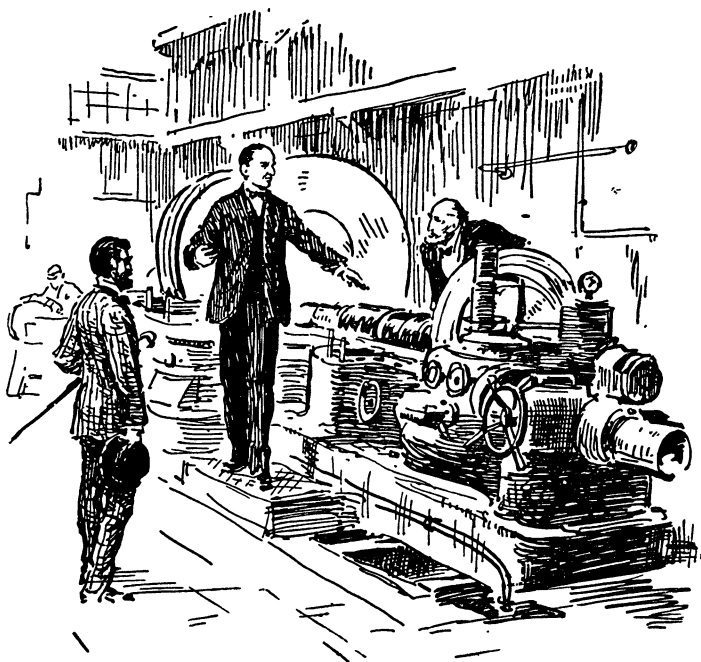
Первый период исключительно практической деятельности Рато, после десятилетней профессоры в Сент-Этьенне продолжался четыре года: за это время он разработал конструкцию турбины нового типа, положил начало серийному производству этой турбины, сделал первые установки на производстве, выпустил первые турбовентиляторы своей системы и, наконец, создал тепловой аккумулятор. Это изобретение имело крупное значение для развития турбостроения и, главное, указало практический путь для разрешения одной из основных проблем энергетической техники — наибольшего использования теплотворной способности топлива.

Горный инженер, представлявший собой редкостное соединение больших знаний и практического опыта, Рато, конечно, не мог не заметить, посещая рудники, что шахтные подъемные паровые машины работают без конденса-



*Вал турбины Рато.*





*Общий вид турбины Рато.*

торов, выпуская отработавший пар на воздух. Из-за неудобств, связанных с установкой конденсатора, подобным же образом работали прокатные машины, паровые молоты, воздуходувки.

Этот выбрасываемый на воздух пар не давал спать молодому инженеру. При наличии турбин, решил он, отработавший в паровой машине пар возможно и выгодно использовать в паровой турбине с конденсатором, которая может работать паром низкого давления.

Что могло мешать осуществлению этой простой идеи? Затруднение состояло в том, что паровые машины такого рода работают неравномерно, давая то много, то мало отработавшего пара, в то время как турбине нужен равномерный приток пара, особенно если она вращает генератор электрического тока.

В противоположность Лавалю, решавшему задачи,

в которых было слишком много неизвестных, и вследствие того часто терпевшему неудачи, Рато, как истый математик, прежде всего стремился правильно ставить задачу. Разрешение ее при достаточном количестве данных не представляло труда.

Практическое решение вопроса, вставшего перед ним в рудниках, сводилось к тому, чтобы между турбиной низкого давления и паровой машиной установить аккумулятор. Аккумулятор запасал бы излишнюю теплоту отработавшего пара во время усиленной работы и отдавал бы ее турбине в периоды слабой работы паровой машины. При наличии такого аккумулятора пар, неравномерно поступающий из машин, должен пойти в турбину совершенно равномерно.

Такой аккумулятор и построил Рато. Он представлял собой железный резервуар, наполненный внутри чугунными сосудами с водой. При избытке пара чугун и вода отнимали у него теплоту, и часть пара конденсировалась в воду. При недостатке пара из машин давление в аккумуляторе падало, точка кипения, естественно, понижалась, часть воды превращалась в пар, и этот пар прибавлялся к отработавшему пару, проходящему через аккумулятор в турбину.

Аппарат был рассчитан так, что запаса теплоты хватало на обычные периоды остановки или слабой работы паровых машин, продолжающихся не более одной-двух минут. Если машины останавливались на больший срок, в аккумулятор автоматически добавлялся свежий пар непосредственно из котла.

Тепловой аккумулятор давал возможность предприятиям с переменным расходом пара значительно повысить использование теплотворной способности топлива.

Сначала предложением Рато воспользовались судостроители. Они начали сооружать на судах комбинированные установки паровых двигателей и турбин. Первым судном подобного типа был пароход «Отаки», вслед за которым был построен еще ряд таких судов. К ним принадлежали известные трансатлантические гиганты «Титаник» и «Олимпик». Все эти суда строились по такой системе: два внешних гребных вала приводились в движение паровыми машинами, а средний вал обслуживался паровой турбиной. В турбину подводился отработавший в паровых

двигателях пар, имевший при поступлении сюда давление в две атмосферы. Из турбины он шел в конденсатор.

«Титаник» несколько лет спустя погиб в Атлантическом океане, столкнувшись с плавучей льдиной огромных размеров. Разумеется, в этой катастрофе система его машин несколько не повинна.

Как ни велико было значение практической деятельности Рато, она не принесла ему материальных выгод за эти годы. Основанные им предприятия не могли существовать, опираясь на одно «уважение» заказчиков к имени ученого и его авторитету. К тому же сам Рато почувствовал необходимость вернуться к теоретическим исследованиям. Все эти обстоятельства заставили его занять кафедру промышленной электротехники в Парижской высшей горной школе и возвратиться к профессуре.

По-прежнему он оставался блестящим лектором и оказывал на слушателей огромное влияние. Секрет влияния заключался еще и в том, что Рато видел в своих учениках будущих работников отечественной промышленности и относился к ним скорее как к сотрудникам своего предприятия, нежели как к случайным слушателям, будущее которых его не касается. Он был особенно внимателен к обращающимся к нему за помощью студентам, и они платили ему привязанностью, столь несвойственной вообще отношениям, существовавшим между профессурой и студенчеством казенных школ.

Вернувшись к научной и педагогической работе, Рато, конечно, не оборвал своей связи с промышленным и деловым миром. Кое-как собственные его предприятия развивались, хотя скорее они напоминали опытные мастерские, чем коммерческие учреждения. Здесь Рато осуществлял одну за другой конструкции разных турбомашин. Из них наибольшее значение имел для промышленности сконструированный им турбокомпрессор, заменивший на предприятиях прежние громоздкие воздуходувные поршневые машины. Здесь, как и в его вентиляторе, быстрота турбины была основным достоинством. Верный своему практическому чутью и пониманию природы, Рато применял турбомашин лишь там, где турбина естественно сливалась с исполнительным механизмом, требовавшим большого числа оборотов.

«Счастлив только тот,— говорил Рато,— кто исполнил свое назначение!»

Свое собственное назначение он видел в реализации огромных знаний и теоретических заключений. К исполнению этого назначения он стремился всю жизнь. Увидев, что профессура мешает ему выполнять свое назначение, он вышел в отставку и всецело занялся прикладной техникой.

Рато быстро стяжал репутацию выдающегося ученого-инженера. Вскоре он приобрел в этом мире огромный авторитет. Он был новым типом предпринимателя-ученого, одинаково легко разбирающегося и в практических нуждах промышленности и в подготовленности прикладной техники для удовлетворения этих нужд. Сам он не имел средств для организации большого дела, но в эпоху предвоенного подъема очень многие французские капиталисты готовы были объединить свои интересы с маленькими предприятиями Рато и, главное, с его капиталом в виде патентов и изобретательских способностей.

Так возникло в Ля-Курневе, близ Парижа, «Общество Рато», располагающее и до сего времени крупнейшими машиностроительными и турбостроительными заводами.

Живой, общительный человек, Рато широко использовал залы различных научных обществ для своих выступлений. Они заменили ему школьные аудитории.

Но особенное значение получила общественная деятельность Рато во Франции во время первой империалистической войны. В эти годы ко многим его титулам и почетным дипломам ему было прибавлено звание «великого француза».

Свободный от всяких военных обязанностей, Рато добровольно явился во время мобилизации в Сент-Этьенн и выразил готовность работать в военной промышленности. Его назначили управляющим делами Комиссии по усилению военной мощи Франции. Вскоре Рато предложил модель тяжелого снаряда, имевшего при взрыве весьма значительный радиус так называемого «полезного действия». Этих снарядов французские заводы выпустили свыше четырех миллионов штук. Затем Рато реализовал замечательное изобретение, обеспечившее французской авиации колоссальное превосходство, — именно «наддув» в двигателях внутреннего сгорания. Дело в том, что на

большой высоте, на которой иногда должны двигаться самолеты, особенно военные, разрежение воздуха очень значительно. Такого воздуха оказывается недостаточно для нормальной работы двигателя при обычном способе засасывания, вследствие чего мощность двигателя резко снижается. Рато направил отходящие из двигателя газы в небольшую газовую турбину, которую соединил с компрессором. Этот турбокомпрессор подавал в цилиндры воздух в сжатом виде, и таким образом двигатель на любой высоте питался нормально.

Впоследствии наддув в двигателях внутреннего сгорания стал применяться очень широко. В годы же войны, когда турбокомпрессорами были снабжены лишь двигатели французских и союзных самолетов, изобретение Рато разрешило огромной важности вопрос о полете на большой высоте.

Награжденному орденом Почетного легиона изобретателю поручили затем заняться специально вопросом отката артиллерийских орудий. Вопрос этот, имеющий для артиллерии большое значение, Рато изучил со всей тщательностью и вниманием. В результате, по свидетельству специалистов, он создал прекрасно разработанную теорию работы орудий, которая легла в основу пушек новой системы. Работы эти остаются для широких кругов до сего времени полнейшей тайной, но, по свидетельству лиц, с ними знакомых, они являются шедевром творческой деятельности Рато.

Увенчанный премиями Фурнейрона и Понселе, награжденный всеми знаками отличия, Рато был в 1918 году избран членом Французской академии наук и деканом вновь организованного Отдела прикладных наук.

Тип активной многоступенчатой турбины, предложенный Рато, получил большое развитие в Швейцарии, Германии и Франции.

Особенное значение в этом деле получило конструктивное осуществление активной турбины со ступенями давления, данное Генрихом Целли.

Положив в основу своей конструкции идею Рато, Целли внес ряд усовершенствований. Прежде всего он сократил число ступеней, принятых Рато, до десяти. В скором времени образовался синдикат из нескольких заводов для

постройки турбин Целли. Постройкой их затем занялись многие заводы, в том числе и «Общество постройки турбин Лавала» в Стокгольме. Некоторые из этих заводов сохранили основной тип «Рато — Целли», то есть турбины с одними ступенями давления, другие же стали строить комбинированные активные турбины с колесами Кэртиса в верхней части турбины.

Двухвенечный диск Кэртиса дает возможность снизить скорость лопаток вчетверо против скорости пара, а трехвенечный — в девять раз.

В системе Кэртиса пар проходит через расширяющееся сопло Лавала, но скорость пара используется не в одном ряде лопаток, как у Лавала, а в двух или более. Эти ряды лопаток размещаются обыкновенно на одном диске; в промежутках между двумя подвижными рядами лопаток помещается неподвижный ряд лопаток, служащий для изменения направления движения пара.

Осуществление турбин Кэртиса приняла на себя американская компания «Дженераль электрик», которая начала строить эти турбины в 1902 году.

Производство турбин типа Кэртиса не было охранено в Европе патентом, и многие фирмы, строившие первоначально турбины типа «Рато — Целли», перешли к постройке смешанных турбин с колесом Кэртиса в верхней части и с несколькими ступенями давления — в нижней.

Этот тип сделался наиболее распространенным и в общих чертах удерживается до сих пор.

Паровые турбины в дореволюционной России строились в незначительном количестве, только на Металлическом заводе в Петербурге. Первоначально завод строил турбины системы Рато, но число построенных им до революции стационарных турбин было чрезвычайно незначительно.

Судовые турбины строились исключительно для военных судов, причем для линейных кораблей и больших крейсеров применялись турбины Парсонса. Право производства их приобрели Балтийский судостроительный, Франко-русский и Николаевский судостроительный заводы.

Турбины для контрминоносцев и небольших крейсеров строились Металлическим заводом и Судостроительным заводом в Ревеле (ныне Таллин).

Уже в самом начале реконструктивного периода социалистическое хозяйство нашей страны приступило к развитию собственного турбостроения.

Трудности, стоявшие перед советскими заводами, были огромны. Не только отсутствовал опыт, оборудование, технические материалы, даже чертежи; все это можно было получить без большого затруднения при техническом содействии иностранных фирм, всячески добывавшихся того, чтобы заставить советские предприятия строить турбогенераторы по их типу, их чертежам. Дело заключалось в том, чтобы создать советский турбогенератор, по качеству стоящий выше машин этих фирм.

В 1930 году завод имени Кирова построил генератор мощностью в 50 000 киловатт для Каширской электростанции. Коэффициент полезного действия у него оказался выше, чем у турбогенератора «Сименс — Шуккерт».

В подобных же условиях развивалось и турбостроение на Металлическом заводе в Ленинграде. Перед рабочими и инженерно-техническим составом завода стояла задача освободить советскую электропромышленность от необходимости соединять советские генераторы с заграничными турбинами. Металлический завод искал новых и лучших конструкций. Бюро паровых турбин завода под руководством инженера М. И. Гринберга разрабатывало одновременно чертежи новейших комбинированных турбин, переходя к крупнейшим мощностям.

Заложив в 1931 году серию крупных турбин, завод сдал в эксплуатацию для целого ряда советских электростанций шестнадцать турбин мощностью в 24 000 киловатт каждая и две турбины мощностью по 50 000 киловатт для Невдубстроя. Начиная с 1930 года заводом были также запроектированы крупные теплофикационные турбины, то есть турбины промышленные, специального назначения.

Первые две турбины этого типа установлены на Московской и Ленинградской электростанциях. Московская турбина мощностью в 12 тысяч киловатт, давая ток электростанции, пропущенным через турбину паром отапливает Кремль и прилегающие к нему в центре города здания: Академический Большой театр и другие.

Таким образом, наши заводы не только освоили производство лучших типов мощных и сверхмощных турбин,

но и начали производить по собственным чертежам мощные теплофикационные турбины.

Не имея своего опыта в постройке мощных турбин, завод в то же время не мог слепо следовать чужому, так как без изменений в конструкциях и производстве европейские типы турбин невозможно было использовать. Завод не располагал оборудованием, рассчитанным на производство турбин мощностью в 50 000 киловатт. Трудности изготовления подобной турбины связаны главным образом с ее размерами. Цилиндр низкого давления такой турбины в собранном виде настолько превышает габариты железнодорожного транспорта, что для перевозки к месту назначения он должен делаться разъемным, а для этого необходима исключительная тщательность обработки отдельных частей, чтобы удержать в конденсаторе вакуум.

К десятилетию первого советского турбогенератора объединенными силами Металлического завода и завода «Электросила» импорт турбогенераторов был совершенно прекращен. Турбогенераторы 1934 года были уже построены целиком из советских материалов. С этого же года начинается изготовление турбогенераторов для внешнего рынка.

Десятилетие первого советского турбогенератора совпало и с двумя другими моментами, чрезвычайно значительными для развития советского турбостроения. К концу года Металлический завод и завод «Электросила» приступили к изготовлению рабочих чертежей турбогенератора на 100 000 киловатт. Этот турбогенератор рассчитан на три тысячи оборотов в минуту, причем размеры машины не превышают размеров пятидесятитысячных турбогенераторов.

В том же юбилейном году вступил в строй новый Турбогенераторный завод в Харькове, представляющий собой исключительное предприятие как по оборудованию и размерам, так и по мощности своей продукции. Он рассчитан на изготовление турбин мощностью до 200 000 киловатт. Первой турбиной его была турбина мощностью в 50 000 киловатт для Зуевской электростанции, но в конструкторском бюро были готовы все рабочие чертежи и для изготовления турбогенератора мощностью в 100 000 киловатт.

Несмотря на полное прекращение котлотурбинного производства в начале Великой Отечественной войны,



строители котлов и турбин, твердо веря в победу советского оружия, шли по пути творческих исканий.

Конструкторское бюро Ленинградского металлического завода было эвакуировано в один из далеких районов Урала. В дни сталинградских боев этому коллективу было поручено приступить к проектированию мощных турбин и барабанного котла высокого давления. Это был смелый шаг вперед.

Кончилась война. Прошел год мирного труда. Дружный коллектив турбостроителей не только восстановил свой завод, но и построил первую турбину высокого давления пара мощностью в 100 000 киловатт.

Чем же она замечательна?

Турбина рассчитана на давление пара в 90 атмосфер и температуру 480 градусов при трех тысячах оборотов в минуту. По своей экономичности она не уступает лучшим образцам современных турбин. Быстроходные турбины лучших американских фирм имеют, например, два вала, турбина же советского завода — одновальная. Это дает ей значительный выигрыш в размерах, затрате металла, упрощает ее изготовление и эксплуатацию.

В Советском Союзе выпускаются не только эти самые мощные в мире одновальные быстроходные турбины высокого давления, но и турбины сверхвысокого давления — 150 000 киловатт, 170 атмосфер! В Соединенных Штатах Америки и в Западной Европе турбины мощностью около 100 000 киловатт и выше изготавливались тихоходными и двухвальными, более тяжелыми по сравнению с советскими турбинами. Но за последние годы турбинные фирмы США стали на советский путь проектирования паровых турбин и освоили производство турбин такого типа мощностью до 200 000—300 000 киловатт.

В послевоенные годы советские ученые совместно с турбостроительными и котлостроительными заводами решили важную задачу технического прогресса нашей энергетики: перевод тепловых электростанций с довоенных параметров пара — 29 атмосфер, 400 градусов на более высокие — 90 атмосфер, 500 градусов.

В настоящее время Центральный научно-исследовательский котлотурбинный институт имени И. И. Ползунова в содружестве с котлотурбинными заводами работает над созданием котельных и турбинных агрегатов с давле-

нием пара: 90—200 атмосфер и с температурой в 535—600 градусов и выше.

Мощность паровых турбин повышается со 100 000 — 150 000 киловатт до 200 000—250 000 киловатт. В будущем даже турбина мощностью в 200 000—250 000 киловатт будет снабжаться паром от одного сверхмощного котельного агрегата. Такой принцип строительства электростанций значительно снизит стоимость их сооружения и в несколько раз уменьшит численность эксплуатационного персонала.

Успехи, достигнутые в области турбостроения, велики, однако экономический коэффициент полезного действия конденсационных турбин в лучшем случае только сравнялся с коэффициентом полезного действия двигателей Дизеля. Таким образом, единственным путем, по которому могло идти дальнейшее экономическое использование тепла в силовых установках, оставался путь использования отходящего пара для нужд производства. Прямым результатом предложений, сделанных в этой области и разработанных отдельными конструкторами, было распространение паровых турбин на фабриках и заводах, где они при современных технологических процессах оказались наиболее выгодными и удобными двигателями.

Дело в том, что современное производство почти всегда нуждается в теплоте и электрической энергии. Тепло подводится обычно в виде пара. Теплосиловая установка и состоит в том, что пар из котлов высокого давления сначала направляется в паровую турбину, где теряет часть своего давления, а затем идет на тепловые нужды производства, в то время как турбина снабжает предприятие электрической энергией. Типы турбин такого промышленного назначения чрезвычайно разнообразны. Современная техника, легко преодолевая конструктивные трудности, имеет возможность удовлетворить запросы любого предприятия так, что в теплосиловой установке используется теплотворная способность топлива на 80—90 процентов.

В условиях капиталистического общества основным препятствием к распространению и развитию этих промышленных турбин среди многих других является раздробленность предприятий. Крупные теплосиловые установки с использованием отходящего тепла требуют объединения нескольких предприятий, часто разнородных.

Последним достижением энергетической техники в полной мере смогло воспользоваться, как и многими другими, только советское социалистическое плановое хозяйство.

Среди советских предприятий, осуществивших у себя впервые почти полное использование тепла сжигаемого топлива, характерным является паросиловое хозяйство Балахнинского бумажного комбината.

Для производства бумаги нужно очень много пара, идущего на обогревание каландров бумагоделательной машины. Каландры сушат и гладят превращающуюся в бумажную ленту древесную массу. Котельная установка фабрики состоит из нескольких паровых котлов высокого давления. Пар отсюда по паропроводам направляется сначала в паровую турбину, вращающую генератор электрического тока, а затем идет уже в каландры бумагоделательной машины. После этого он поступает еще в радиаторы парового отопления зданий фабрики.

Теплосиловая установка, таким образом, обслуживает все потребности комбината в тепле и частью — в электроэнергии, потребной для электродвигателей, приводящих в действие бумагоделательную машину.

Так как не всякое предприятие нуждается в соответствующем количестве тепла и электроэнергии, то мы создаем теплоэлектроцентрали, представляющие самостоятельное предприятие, вырабатывающее пар и электрический ток. Вокруг этой теплоэлектроцентрали строятся фабрики и заводы, которые она снабжает паром и током с таким расчетом, чтобы тепло и ток централи использовались этими предприятиями полностью.

Совершенно ясно, что осуществление подобных установок возможно только в плановом, социалистическом хозяйстве и немислимо при частновладельческой системе. Этот факт с горечью отмечал в 1930 году Международный энергетический конгресс в Берлине.

Советская энергетика является носителем наиболее передовых тенденций современной техники. По темпам развития электрификации Советскому Союзу принадлежит первое место в мире. Многие достижения советской научно-технической мысли являются наивысшими в современной технике и получают общее признание во всем мире.

## 4. ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ

### *Общий труд*

Как только выяснились преимущества паровой турбины над паровой машиной, так тотчас же появились теоретические исследования о рабочем процессе газовой турбины и начались практические опыты ее осуществления. Проблема газовой турбины представляет большие трудности и до последнего времени не могла считаться решенной, если говорить о настоящей турбине внутреннего сгорания, в которой сгорание газовой смеси происходит в самой турбине. От них надо отличать турбины, работающие продуктами сгорания, выходящими из тех или иных поршневых двигателей внутреннего сгорания. Такую турбину предложил, как мы уже говорили, впервые Рато для повышения зарядки двигателей самолета на большой высоте. Подобные турбины создавались и целым рядом других изобретателей и заводов преимущественно с той же целью подзарядки двигателей, в том числе и дизелей.

В настоящей турбине внутреннего сгорания воздух и газ в случае, если как горючее применяется газ, сжимаются отдельно до более высокого давления, затем сжигаются в какой-либо камере и подводятся к турбине, в которой происходит расширение продуктов сгорания до атмосферного давления.

Попытки построить настоящую газовую турбину начались очень давно.

Со времени первого патента на газовую турбину, выданного в Англии в 1791 году, до начала XX века разрешение проблем, связанных с газовой турбиной, привлекало внимание многих изобретателей.

Из этих попыток осуществления турбины внутреннего сгорания заслуживала серьезного внимания только турбина Гольцварта. Более ранние конструкции турбин, например Караводина, не получили дальнейшего развития. Турбина Караводина имела мощность, равную только двум лошадиным силам, и работала с очень низким коэффициентом полезного действия.

Гольцварт избрал тип турбины, работающей отдельными взрывами, без предварительного сжатия. В его опыт-

ной турбине было введено небольшое предварительное сжатие, причем давление взрыва дошло до 9 атмосфер. В новой опытной турбине Гольцварта первоначальное сжатие было повышено, вследствие чего и давление взрыва повысилось до 12—14 атмосфер. Кроме того, введены были некоторые конструктивные усовершенствования. Результаты испытаний этой турбины были более удовлетворительны, чем предыдущей, но все же полный экономический коэффициент полезного действия этой турбины не превосходил 13 процентов, то есть не доходил даже до величины, получаемой у хороших паровых машин.

Опыты с турбиной Гольцварта продолжались и далее, с затратой больших денежных средств, но технические трудности построения удовлетворительно работающей газовой турбины не были преодолены, и опыты пришлось прекратить.

Большая доля заслуг в создании турбин внутреннего сгорания принадлежит русским инженерам и ученым. В конце прошлого века инженер-механик русского флота П. Д. Кузьминский сконструировал такую машину в качестве корабельного двигателя. Было немало и других интересных попыток. В 1912 году А. Н. Шелест указал на новый принцип работы тепловых машин, в виде механического генератора газов.

Шелест спроектировал даже локомотив с газовой турбиной постоянного давления. Он предусматривал возможность работы турбин на пылеобразном твердом топливе.

Теорию газовых турбин и современную газотурбинную установку с горением при постоянном давлении разработал советский ученый профессор В. М. Маковский.

Газовая турбина состоит в основном из центробежного воздушного компрессора, камеры сгорания, турбины смонтированной на общем валу с компрессором, и какого-либо вспомогательного двигателя для запуска турбины.

Введением в схему газовой турбины регенератора — подогревателя сжатого воздуха за счет тепла отработавших газов — повышается ее коэффициент полезного действия.

Хотя все перечисленные выше основные элементы газотурбинной установки были давно известны, инженеры, работавшие в этой области техники, натолкнулись на весьма серьезные практические трудности. В то время еще

не было жаропрочных материалов, способных выдержать действие высоких температур, неизбежных в двигателе этого типа. В то же время коэффициент полезного действия как компрессоров, так и турбин был слишком низок, чтобы обеспечить получение удовлетворительных результатов.

Большинство инженеров считало эти трудности непреодолимыми, что вынудило некоторых из них обратиться к двигателям взрывного типа, как, например, турбина Гольцварта.

Характерная особенность турбины внутреннего сгорания заключается в том, что в ней механической работе предшествует преобразование потенциальной энергии газа в кинетическую.

Другая особенность этой турбины состоит в разделении процессов сжатия и расширения газа по отдельным агрегатам. В самой турбине совершается расширение газа, сжатие же производится в компрессоре. Образование рабочего тела (газа) также происходит в отдельном агрегате — камере сгорания.

Турбина внутреннего сгорания оставляет далеко позади паровую машину с ее поршневым механизмом, громоздким паровым котлом и конденсационным устройством. Отсутствие котла и всей паровой аппаратуры ставит ее также впереди паровой турбины, а отсутствие поршня и кривошипно-шатунного механизма является существенным преимуществом по сравнению с двигателем внутреннего сгорания.

Таким образом, газовая турбина представляет собой новый и наиболее совершенный тип теплового двигателя, обладающего всеми преимуществами своих предшественников и свободным от их недостатков. От паровой турбины в ней заимствована идея преобразования потенциальной энергии газа в равномерное вращательное движение рабочего колеса без промежуточных механизмов. От двигателя внутреннего сгорания заимствована идея непосредственного преобразования топлива в рабочее тело путем сжигания его в камере сгорания.

Недостатком простейших турбин, работающих по открытой схеме, является невысокий коэффициент полезного действия. Турбины с регенерацией тепла, промежуточным охлаждением воздуха и повторным подогревом газа обла-

дают повышенной экономичностью, хотя теряют простоту и компактность конструкции из-за наличия больших теплообменных поверхностей.

Создание эффективных газовых турбин стало возможным лишь после того, как металлургия освоила производство сплавов, способных более или менее длительное время работать с большими напряжениями и при высокой температуре.

Сейчас металлургическая промышленность поставляет жаропрочные сплавы для газовых турбин, которые работают при температурах 700—800 градусов и выше. В то же время успехи аэродинамики дали возможность изготавливать компрессоры с высоким коэффициентом полезного действия. Они дают значительное увеличение отношения полезной работы к потерянной на компрессоре.

Для повышения экономичности газотурбинных установок применяются регенераторы где часть тепла рабочего тела, выходящего из турбины, отдается рабочему телу, поступающему в камеру сгорания.

Можно без преувеличения сказать, что создание газовой турбины явилось одним из основных условий, обеспечивших развитие турбореактивных и турбовинтовых двигателей, находящихся широкое применение в современной авиации. Газовые турбины турбореактивных двигателей отличаются исключительной несложностью конструкции. Турбина в них используется непосредственно для создания тяги.

Однако газовые турбины в стационарных установках и на транспорте применяются еще очень мало.

В авиации насчитываются тысячи газовых турбин. Стационарных газовых турбин во всех странах имеется не более двухсот, а газотурбовозов — лишь несколько десятков.

Коэффициент полезного действия газовой турбины зависит от температуры газа перед соплами: чем выше температура, тем выше коэффициент. Однако по условиям жаропрочности применяемых сплавов современные турбины не допускают высоких температур газа, что приводит к сравнительно невысоким коэффициентам полезного действия. По этим причинам развитие стационарных и транспортных газовых турбин задерживается.

Другим препятствием развитию газотурбостроения слу-

жат малоэффективные способы сжигания твердого топлива в камерах турбин.

До сего времени как промышленные, так и транспортные газотурбинные установки работают или на жидком топливе, или на природном газе. Результаты проведенных повсюду опытов сжигания твердого топлива в газотурбинных установках внушают надежду на успех. Надо только усилить исследовательскую и конструкторскую работу в этой области, что и делается в настоящее время с большим размахом.

Газообразное топливо — одно из самых удобных топлив как для поршневого двигателя внутреннего сгорания, так и для газовой турбины. Но с точки зрения тепловой экономичности использование газогенераторного газа в цилиндре двигателя более рационально, чем в камере газовой турбины при низких температурах перед турбиной.

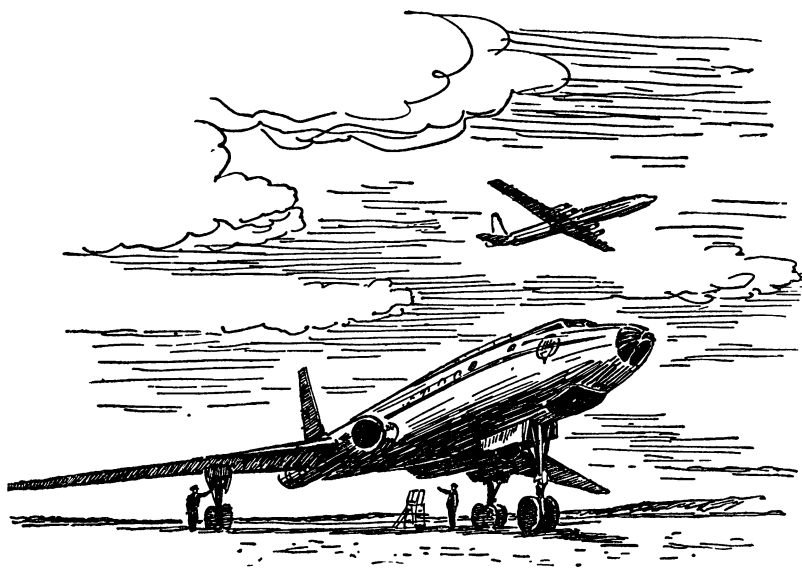
Иное дело непосредственное сжигание угля в камерах газовых турбин. Попытки сжигания угля непосредственно в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания к успеху не привели.

Дизель, проектируя свой двигатель, рассчитывал питать его угольной пылью, но не достиг успеха. Ближайший его сотрудник, Рудольф Павликовский, в течение сорока лет после Дизеля продолжал работать над созданием угольного двигателя, работающего по циклу Дизеля. Накануне войны ему удалось построить такой двигатель, названный им «рупамотор», то есть мотором Рудольфа Павликовского. Секрет оказался будто бы не в слабой прочности материалов, не в плохой конструкции, а в недостаточной размельченности угольной пыли, которую применял Дизель.

Однако дальнейших известий о рупамоторе не появилось. Совершенно ясно, что соединение процессов сжатия, сгорания и расширения в одном цилиндре, удачное для жидкого и газообразного топлива, оказалось непригодным для твердого. Разделение процессов должно оказаться благоприятным при использовании твердого топлива в газовой турбине.

Разделение процессов позволяет осуществить и очистку газов перед их расширением и избежать износа рабочих органов турбины, что помешало использованию угля





*Самолеты с турбореактивными двигателями.*

в цилиндрах двигателей. Газовых турбин на твердом топливе еще нет, имеются только проекты в США, Англии и СССР. Силовые установки такого рода в США и Англии испытываются на стендах уже в течение многих лет, но трудности поставленной задачи не преодолены, и работы не вышли из стадии экспериментов.

Однако при подземной газификации угля, быстро развивающейся у нас в Советском Союзе, вопрос о газовых турбинах на твердом топливе теряет свою остроту.

Газовые турбины нашли широкое применение в авиации в виде так называемых турбореактивных двигателей. Они работают по простому циклу и отличаются исключительной несложностью конструкции.

Двигатели внутреннего сгорания поршневого типа по экономичности и другим показателям работы приобрели сейчас сильнейших конкурентов в виде газовой турбины и компрессорного турбореактивного двигателя. Советское правительство приняло меры к широкому развитию производства подобных двигателей, особенно газовых турбин

для стационарных и транспортных установок, а также для морских и речных судов.

В Советском Союзе уже работает Шатская газотурбинная электростанция, первая в мире установка на подземной газификации угля.

Мысль о возможности сжигания угля под землей высказал впервые Д. И. Менделеев, а затем к ней вернулся английский ученый Вильям Рамсей. Идею эту оценил В. И. Ленин. Он посвятил «одной из великих побед техники» статью в «Правде» и указывал, что подземная газификация угля ведет к революции в каменноугольном деле, высвобождая горняков от тяжелого труда под землей.

Опытных установок подземной газификации у нас много, и дело это идет к своему бурному развитию благодаря созданию газовых двигателей и газовых турбин большой мощности. Директивами XX съезда предусмотрено введение в действие как опытных, так и промышленных газотурбинных электростанций.

Газотурбинную установку для Шатской электростанции выполнил Ленинградский металлический завод. Турбина реактивная, мощностью в 12 000 киловатт. Выходящий из-под земли газ охлаждается, очищается, поступает в камеры сгорания, куда одновременно подается воздух. Отсюда продукты сгорания, температура которых достигает 650 градусов, и устремляются под сильным давлением на рабочие лопатки турбины.

Создание газовой турбины трудно приписать тому или другому имени: так много конструкторов и инженеров теоретически и практически работало над ее осуществлением.

Газовая турбина есть плод общего труда ученых и техников многих стран и национальностей.

В такой же мере общим трудом является и создание турбореактивного двигателя, судьбу которого решила газовая турбина.

Однако в области реактивной техники особое место занимает известнейший русский ученый Константин Эдуардович Циолковский, о заслугах которого в этом деле нельзя не вспомнить.

Есть люди, у которых невозможно отделить их внутреннюю личную духовную жизнь от их общественной, профессиональной или научной деятельности, люди, для которых

их профессия, наука или техника являются естественной страстью ума и сердца.

Идеи слишком необычные, слишком новые и неожиданные захватывают наш ум большей частью тогда, когда мы еще только устанавливаем собственное отношение к окружающему нас миру, — ум со сложившимся уже строем мыслей они так легко не могут захватить. Преодоление привычного мышления часто требует большого нервного труда, и в этом лежат обычно истоки личной и общественной трагедии людей, провозглашающих идеи, усвоение которых требует от окружающих разрушения их привычного мышления.

За восемь лет до первых полетов братьев Райт Константин Эдуардович Циолковский опубликовал свой проект самолета, по конструкции очень далекого от машин его предшественников, но очень близкого к современному типу самолета. За десять лет до появления первого цеппелина Циолковский выступил с проектом своего дирижабля, оболочка которого изготавливается из волнистой стали, дирижабля гораздо более совершенного, чем цеппелины. И за пятнадцать лет до работ Годдарда, поднявшего вопрос о практическом использовании реактивного двигателя, Циолковский разработал теорию реактивного движения, дал схему космической ракеты, доказал возможность межпланетных путешествий, и все это — с исчерпывающей полнотой и доказательностью. Но понадобилось почти полвека, для того чтобы были поняты, усвоены и оценены идеи этого замечательного ученого.

Следует отметить, что в настоящее время Циолковский уже во всем мире признается патриархом ракетного летания, и приоритет его в этом деле не только не оспаривается, но имя его в связи с вопросом о ракетах встречается всюду.

Посмотрим, однако, в чем заключается значение его теории и выводов, в чем именно здесь является он пионером и что в этом отношении было сделано до него.

Обыкновенная, всем и давно известная ракета есть трубка, сделанная из картона и набитая порохом. Если поджечь спрессованную массу ее заряда с открытого конца, он не взрывается сразу, а горит постепенно.

Существует очень распространенное, но неправильное мнение, будто ракета летит, отталкиваясь от воздуха

струей выходящих из нее газов. На самом деле ракета при полете вовсе не опирается на воздух и не отталкивается от него. Зажженная ракета может лететь и в безвоздушном пространстве. Сжатые в трубке ракеты газообразные продукты сгорания, стремясь расшириться, давят на стенки трубки во все стороны равномерно, но дело в том, что боковые давления уравновешены стенками трубки, а продольное давление не уравновешено, так как газы снизу выходят наружу. Давление вверх поэтому сильнее, чем вниз, где газы свободно выходят. Вот это давление вверх, не уравновешиваемое снизу, и заставляет ракету двигаться вперед с большой скоростью.

Таким образом, ракету движет давление газа, заключенного в ней самой, и в опоре вне себя ракета для полета не нуждается. Наоборот, сопротивление воздуха только мешает скорости ракетного движения, и в безвоздушном пространстве она будет двигаться быстрее. Это соображение было положено в основание утверждения Циолковского о возможности полета в безвоздушном, межпланетном пространстве.

С математической точки зрения ракета есть летящее тело, масса которого непрерывно меняется, так как она выбрасывает беспрестанно продукты сгорания и теряет свой вес. И целый ряд математиков и физиков в последнюю четверть XIX века делали анализ движения тел с переменной массой, но конкретный случай такого движения — полет ракеты — был рассмотрен только одним математиком, профессором П. А. Мещерским, в сочинении «Динамика точки переменной массы», опубликованном в 1897 году. Это, так сказать, первая попытка теоретического исследования полета ракеты, но ничего общего с теорией Циолковского, одновременно занимавшегося тем же вопросом, она не имеет.

Заслуга Циолковского как пионера ракетного и вообще реактивного движения состоит в том, что он разработал основы этого движения, дал не только расчет полета ракеты, но и расчет расхода горючего, определил коэффициент полезного действия реактивного двигателя. Он показал, что все работы в области ракетной техники окажутся бесплодными, если не создать надежный реактивный двигатель и не подобрать для него наивыгоднейшее топливо.

Вопреки существовавшему всеобщему убеждению, что

для ракеты лучшим, да, пожалуй, и единственным видом горючего является порох, Циолковский первый говорит о том, что выгоднее брать жидкие горючие смеси: бензин и жидкий кислород или жидкие водород и кислород.

Это предложение Циолковского, как самое целесообразное, подтвердилось опытами Годдарда. В декабре 1925 года им была сконструирована ракета с двигателем, работающим по реактивному принципу на бензине и жидком кислороде. В этом двигателе невоспламеняющийся газ, запасенный в сжатом виде, силой своего давления подавал из топливных баков бензин и кислород по длинным трубкам в камеру сгорания. Ракета Годдарда взлетала за 2,5 секунды на 60 метров вверх.

Опыты с первыми ракетами редко приводили энтузиастов этого дела к успеху по многим — совершенно, впрочем, устранимым — причинам, в частности из-за разрушения камер сгорания. Выходящие газы имеют температуру в несколько тысяч градусов, и практически редко кому удавалось подобрать материал, способный хотя бы и очень малый срок выдерживать такую температуру.

В качестве боевого снаряда ракета вывелась из употребления после того, как появились нарезные пушки. Но предметом развлечения она оставалась неизменно в течение многих веков.

Естественно, что, когда появились первые самолеты с тяжелыми и неудобными двигателями, у многих возникла мысль применить здесь ракетобразный двигатель, простой и легкий, как нарочно созданный для авиации.

Таких предложений было сделано на заре авиации очень много, но теоретического обоснования их работы не имелось. Теория «воздушно-реактивного двигателя», могущего заменить авиационный, впервые была разработана Борисом Сергеевичем Стечкиным.

«Отец русской авиации» Николай Егорович Жуковский, никогда не сомневавшийся в возможности динамического полета, не раз говорил своим ученикам, что надо бы кому-нибудь из членов Воздухоплавательного кружка посвятить себя вопросам авиационного моторостроения. При организации Авиационного расчетно-испытательного бюро и Курсов авиации при Московском высшем техническом училище в особенности специалист по авиамоторам стал совершенно необходимым. Развитие авиации в то время

настоятельно требовало разделения специальностей пилота, конструктора и моториста, на первых порах соединившихся в одном лице.

Выбор Николая Егоровича пал на тяготевшего к энергетической технике студента, бывавшего часто в Воздухоплавательном кружке, Бориса Сергеевича Стечкина.

Это был очень удачный выбор. Стечкин воспитывался в Орловском кадетском корпусе как раз в те годы, когда кадетские корпуса перестраивали свои учебные программы, приближая их к вопросам естествознания. Орловский кадетский корпус, в частности, отличался такой хорошей постановкой преподавания естественных наук и математики, что Стечкин по окончании его в 1908 году без всякой дополнительной подготовки выдержал конкурсный экзамен для поступления в Московское высшее техническое училище, где и начал учиться.

Юноша, часто бывавший в доме Жуковского и испытывавший на себе огромное влияние его светлого ума, принял совет Николая Егоровича и, еще будучи студентом, начал заниматься вопросами авиационного моторостроения. В 1915 году, когда открылись Курсы авиации, Стечкин заведовал моторной лабораторией курсов. Общее руководство занятиями в лаборатории осуществлял профессор, ныне академик, Н. И. Кулебакин, читавший на курсах лекции по вопросам авиационного моторостроения.

По окончании училища, в 1918 году, Стечкин был оставлен при нем для научно-исследовательской работы. Моторная лаборатория Курсов авиации помещалась, как и курсы, на Вознесенской улице. Когда тут организовался по инициативе Н. Е. Жуковского и А. Н. Туполева Экспериментально-аэродинамический отдел Народного комиссариата путей сообщения, моторная лаборатория вошла в его винтомоторную секцию, которой заведовать стал Стечкин.

А в конце того же 1918 года Б. С. Стечкин вместе со своей лабораторией вошел в состав ЦАГИ, возглавив здесь винтомоторный отдел.

В непосредственной близости к Жуковскому Стечкин формировался скорее как ученый и исследователь, нежели как конструктор. Он ставил перед винтомоторным отделом чисто исследовательские задачи. С организацией ЦАГИ ему удалось превратить моторную лабораторию из учеб-

ной в научно-исследовательскую и создать для этой цели экспериментальную базу.

Отдельных оригинальных и ценных научно-исследовательских работ сотрудниками винтомоторного отдела было проведено очень много.

Вопросами реактивного движения с особенной страстью занимался здесь Ф. А. Цандер, человек совершенно необычайной целеустремленности, скромный, застенчивый и тихий в жизни, но исполненный внутренне грандиознейших замыслов и непреклонной веры в их осуществление.

Подобно Циолковскому, он мечтал о межпланетных сообщениях, давал своим детям имена планет и, увлеченный расчетами, заставлял вздрагивать углубленных в свои занятия сотрудников лаборатории, когда восклицал, высоко поднимая голову:

— О Марс, о Юпитер! Я увижу вас. . .

Он рано умер от туберкулеза легких, не успев высказать всех своих идей и не дожив даже до появления реактивных самолетов, но и сделанные им предложения показывают, каким оригинальным и изобретательным умом энтузиаста обладал этот скромный, тихий человек.

Цандер начал заниматься реактивным движением еще до революции. После целого ряда работ по вычислению скорости истечения газов и по изучению сверхвысотного самолета с обычной винтомоторной группой он предложил в 1917 году присоединить к этому самолету ракеты для полетов на больших высотах.

В 1923 году Цандер разрабатывает идею применения металла в качестве топлива в жидкостных реактивных двигателях с использованием для той же цели и отдельных частей конструкции летательного аппарата, с тем чтобы таким образом увеличить запас топлива. По его проекту летательный аппарат должен был во время полета постепенно втягивать крылья в камеру сгорания, расплавляя втянутые части и используя их далее в качестве топлива. К концу полета аппарат, таким образом, превращается в самолет с маленькими крыльями, необходимыми только для спуска и посадки. Проведенные Цандером позднее опыты подтвердили возможность сжигания в воздухе сплавов, содержащих магний и алюминий.

Из других предложений Цандера интересны крылатые

ракеты для полетов в высшие слои земной атмосферы. В низших слоях атмосферы он рекомендовал пользоваться реактивными двигателями, приспособленными для полетов в воздухе.

Незадолго до смерти им была разработана схема реактивного двигателя весьма оригинальной конструкции.

Но самой интересной из работ, выполненных в винтомоторной лаборатории ЦАГИ, остается работа самого Стечкина «О теории воздушно-реактивного двигателя», опубликованная им в 1929 году.

Реактивное движение теперь уже вышло из своего младенческого возраста, но тридцать лет назад надо было обладать большой смелостью и предвидением, чтобы ввести вопросы реактивных двигателей в научное хозяйство исследовательского института.

Стечкин имел замыслы более скромные, чем полет на Луну, но и более близкие к осуществлению. Поэтому он занялся не ракетным, а воздушно-реактивным двигателем, столь простым и легким, что у техников он получил название «свистульки». Схематически воздушно-реактивный двигатель представляет собой сосуд с более узким горлом спереди и более широким — сзади. При быстром движении летательного аппарата с таким двигателем воздух входит в узкое горло сосуда, затем несколько уплотняется в расширяющемся сосуде и поступает в камеру сгорания. Газообразные продукты сгорания выходят из широкого горла со значительно большей скоростью, чем имеет воздух, поступающий в двигатель. Разность между скоростями поступления и выхода и сообщает всему аппарату движущую силу.

Ракета пленяет «звездоплывателей» тем, что она может лететь и в безвоздушном пространстве, так как не нуждается в кислороде для сгорания топлива. Кислород входит в состав горючего, как это имеет место при начинке ракеты порохом, или же запасается в жидком виде, как это проектировал Циолковский. В безвоздушном пространстве, конечно, только и можно летать на ракете, скорость которой будет при этом очень большой, так как тут нет сопротивления воздуха.

Но если мы собираемся летать в пределах земной атмосферы, то, разумеется, выгоднее не таскать с собой в баллонах жидкий воздух, а брать его прямо из атмосферы.



Вот такому-то воздушно-реактивному двигателю Стечкин и дал теоретическое обоснование; поставив вопрос на научную почву, он приблизил реактивный самолет к практическому осуществлению.

В течение последующего десятилетия вопросами реактивного движения у нас занимались мало, и это понятно: воздушно-реактивный двигатель становится выгодным лишь при очень большой скорости полета, приближающейся к звуковой. Но авиации в те времена такие скорости были еще не по силам, и в области реактивного движения продолжал работать только Циолковский.

Одна из работ этого страстного мечтателя все же имела очень интересное практическое приложение. В 1932 году Циолковский опубликовал свое сочинение «Стратоплан полуреактивный», посвященное описанию и приблизительным расчетам некоторых деталей своеобразного самолета, который «движется одновременно силою тяги воздушного винта и отдачей продуктов горения».

Это предложение Циолковского было тогда же использовано моторостроителями, знавшими по опыту, что при все возрастающих скоростях выхлопные трубы начинают действовать как реактивные двигатели. Углубившись в физическую сущность явления, В. И. Поликовский дал его теорию и показал, что, используя выхлопные трубы по предложенному им методу, можно повышать мощность двигателя на 15 процентов, что и подтвердилось практикой самолетостроения.

Осуществление воздушно-реактивного двигателя совершенно нового типа возможно, конечно, только на основе глубокого и правильного понимания природы явления.

Но характерно для широты нашей научной и технической мысли, что вопросами реактивного движения мы начали заниматься так давно.

То, что стало таким простым и ясным для всех нас теперь, полвека назад было понятно и ясно только старому калужскому учителю.

А между тем открытое и искреннее признание, почет и поклонение после переворота, внесенного в сознание окружающих первыми успехами авиации и воздухоплавания, были неизбежны, неотвратимы, как неизбежна и неотвратима была трагедия одиночества до этого переворота.

Революция спасла Циолковского от одинокой и страшной смерти, на которую он был обречен.

Большая Октябрьская социалистическая революция принесла ему признание. Новые люди, пришедшие к власти, чтобы установить новый общественный строй, нашли и оценили этого странного на вид человека. Они верили в науку и технику, верили во всемогущество человеческой мысли. В идеях Циолковского они увидели не заблуждение, а смелость, которая приносит победу. Они извлекли из забвения старые проекты калужского учителя и учредили специальный отдел целлюлозно-металлических дирижаблей Циолковского. Десятки инженеров взялись за осуществление его идей. Ученики и последователи Циолковского учредили особую группу реактивных двигателей. Эта группа и начала разрабатывать проекты аппаратов, построенных на принципе ракеты. Но самого Циолковского более всего занимали все-таки межпланетные сообщения. Несмотря на свои шестьдесят лет, Циолковский возвратился к этим работам с необычайным подъемом.

Последнюю трудность осуществления межпланетных путешествий, сводящуюся к необходимости иметь огромное количество топлива, Циолковский устраняет новым предложением: он рекомендует составные, ступенчатые ракеты. Ракетные аппараты должны состоять, по его мысли, из нескольких ракет, соединенных так, что отработавшая ракета автоматически отбрасывается и не обременяет больше своим мертвым весом весь состав космического поезда.

Это предложение разработано Циолковским так полно и так убедительно, что он вправе был сказать в заключение:

«Эта идея приближает реализацию космической ракеты, заменив в моем воображении сотни лет, как я писал в 1903 году, только десятками их».

Успехи воздухоплавания и авиации убеждали Циолковского в том, что даже в этой наитруднейшей области техники человек идет вперед гигантскими шагами. Предоставив другим работать над усовершенствованием самолетов и аэростатов, Циолковский всецело отдается теперь идее межпланетных поездов.

Разрабатывая все шире и глубже технику космического путешествия, он выступает наконец с предложением, по

смелости и оригинальности не имеющим себе равных в истории техники: он проектирует создание искусственного островка за пределами земной атмосферы, постройку внеземной станции, так сказать, нового спутника Земли. Металлическая конструкция, составляемая из материалов многих ракет, по мысли Циолковского. будет, как новая Луна, обращаться вокруг Земли и станет, таким образом, первой станцией межпланетных путешественников.

При всей кажущейся фантастичности этого предложения оно опять-таки настолько полно и обстоятельно разработано изобретателем, что является не только вполне осуществимым, но, как мы знаем, уже осуществляющимся сейчас.

В те годы, когда Циолковский начал выступать впервые со своими проектами, авиация и воздухоплавание казались человеческому уму менее осуществимыми, чем сейчас нам кажутся межпланетные ракетные поезда. Но несомненно уже родились те люди, которые будут первыми, кто полетит на Луну.

Однако практическое использование реактивного двигателя происходит пока что в пределах земной атмосферы. Такой двигатель не является в полном смысле слова ракетой и носит название воздушно-реактивного двигателя, то есть двигателя, работающего по реактивному принципу, но нуждающегося в воздухе для того, чтобы могло происходить сгорание топлива в нем самом.

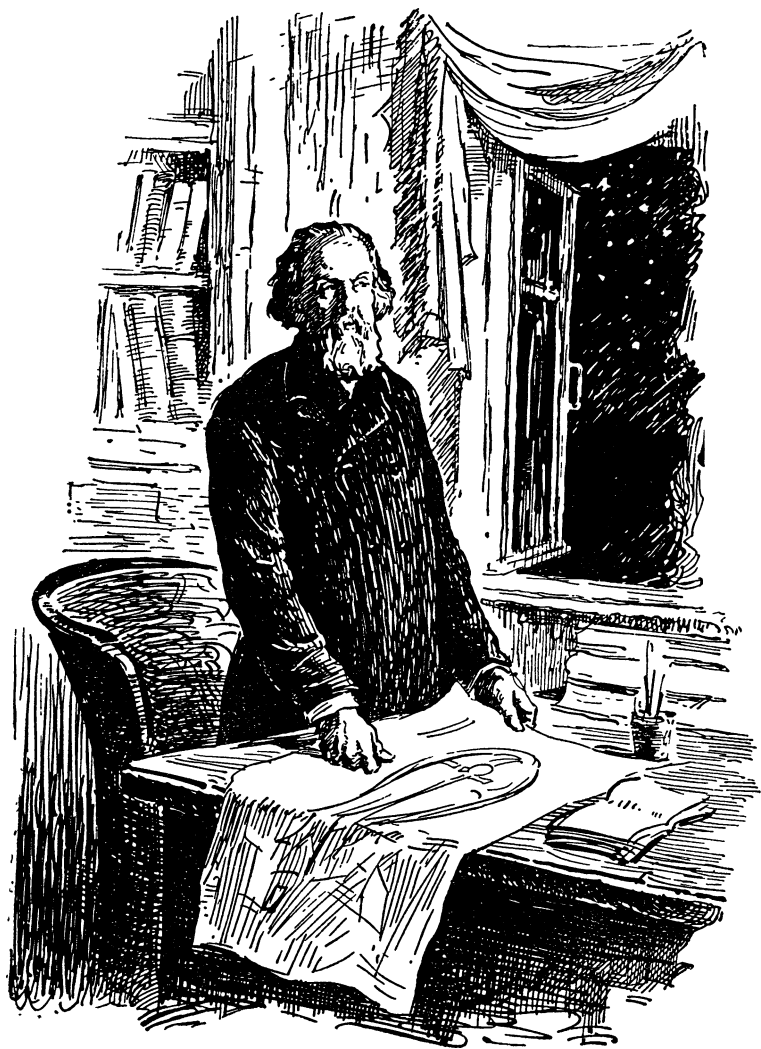
Конечно, применяемые теперь в авиации воздушно-реактивные двигатели уже не представляют собой примитивную «свистульку», но принцип их действия тот же.

В чем же заключаются преимущества воздушно-реактивного двигателя перед обычным авиационным?

Самолет братьев Райт был снабжен двигателем внутреннего сгорания мощностью в 16 лошадиных сил. С тех пор поршневые двигатели непрерывно совершенствовались, повышая свою мощность. Есть авиационные двигатели мощностью в две тысячи лошадиных сил и выше.

Рост мощности сопровождается увеличением веса двигателя. Авиационный двигатель оброс множеством вспомогательных механизмов и представляет собой сейчас одну из самых сложных машин.

Для увеличения скорости полета необходимо повысить тягу двигателя, не допуская при этом роста его размеров



*К. Э. Циолковский.*

и веса, ибо утяжеление самолета сведет на нет прирост мощности.

На пути к повышению скорости самолетов есть и другое препятствие. При небольших скоростях полета винт имеет высокий коэффициент полезного действия, но при скорости полета в 800 километров в час и более эффективность винта уменьшается. Когда лопасти винта начинают рассекают воздух со скоростями, превышающими скорость звука, возникает особое «волновое сопротивление», во много раз превышающее обычное сопротивление трения лопасти о воздух. На преодоление этого сопротивления затрачивается значительная доля мощности двигателя.

Для дальнейшего увеличения скорости полета поршневой двигатель и винт становятся все менее пригодными. Наоборот, воздушно-реактивные двигатели, мало пригодные для полета с небольшой скоростью, с увеличением скорости полета становятся очень удобными.

Простейший воздушно-реактивный двигатель может работать только во время полета, поэтому он не способен самостоятельно поднять самолет в воздух.

В настоящее время применяются гораздо более совершенные двигатели — турбореактивные.

Идея использовать газовую турбину для реактивного движения самолетов принадлежит английскому инженеру Франку Уиттлу. В 1930 году, когда ему было всего двадцать два года, он взял патент на свое изобретение: оно заключалось в разработке путей использования принципа реактивного движения, в усовершенствовании конструкций газовых турбин и воздушных компрессоров, применяемых в сочетании с реактивным движением.

Турбореактивный двигатель получил огромное распространение в авиации. В таком двигателе, для того чтобы обеспечить сгорание нужного количества топлива, перед камерой сгорания, во внутреннем потоке, ставится компрессор, повышающий давление воздуха до нескольких атмосфер. Компрессор же вращается турбиной, приводимой в действие газами, выходящими из камеры сгорания.

Турбина является самым компактным из известных сейчас двигателей. Мощность в несколько тысяч лошадиных сил может быть получена с одного диска турбины диаметром значительно меньше метра. Но проектирование турбины представляет большие трудности. Необходимо

сконструировать прочную турбину при огромных окружающих скоростях и высоких температурах воздуха.

Основное преимущество турбореактивного двигателя перед поршневым — небольшой вес и малые размеры.

Экономичность турбореактивного двигателя при скорости полета 900—1000 километров в час такая же, как у самолета с обычным двигателем, но при дальнейшем увеличении скорости экономичность реактивного двигателя будет расти, тогда как у винта она падает. Этот двигатель, в противоположность поршневому двигателю, не требует высокосортного бензина, он работает на керосине.

Турбореактивный двигатель прост в управлении и обеспечивает самостоятельный взлет самолета.

Появление турбореактивных двигателей сразу подняло авиацию на новую ступень. Самолеты с такими двигателями уже летают со скоростями, достигающими тысячи километров в час, имея при этом продолжительность полета, измеряемую не минутами, а часами.

Турбореактивный двигатель представляет собой весьма совершенную машину, и создание его опиралось на последние научные достижения газовой динамики, аэродинамики и других областей механики, на высокий уровень современного машиностроения и большой размах научно-исследовательской работы.

Не менее совершенными машинами являются и турбовинтовые двигатели.

От турбореактивного двигателя подобный двигатель отличается тем, что передает свою мощность тянущему винту. Ни один из пассажирских самолетов за рубежом в настоящее время не имеет столь мощных турбовинтовых двигателей, как советский самолет А. Н. Туполева «ТУ-114».

В настоящее время проводятся также и другие работы, посвященные применению газовой турбины для промышленных процессов, например для сжижения воздуха с целью получения кислорода и азота на основе простых, безопасных и высокопроизводительных схем, разработанных с такими поразительными результатами академиком П. Л. Капицей и его сотрудниками в Московском институте физических проблем.

Не только в истории энергетической техники создание газовой турбины является ясным и законченным приме-

ром общего труда ученых и инженеров, теоретиков и практиков, конструкторов и изобретателей. Нынешнее состояние науки и техники таково, что создание новых, все более совершенных и сложных машин вообще под силу только общему труду работников науки и техники, какую бы область техники мы ни взяли.

Сложная и вполне еще не разрешенная проблема турбины внутреннего сгорания на нынешнем этапе развития заключает историю создания машин-двигателей. Создание новых типов двигателей, очевидно, потребует еще большего количества участников из представителей самых отдаленных друг от друга областей науки и техники.

Потребности народного хозяйства таких высокоразвитых стран, как Советский Союз, уже постепенно выдвигают вперед проблему создания атомного двигателя. Ведь то, что сейчас иногда в просторечии называется атомным двигателем, атомной электростанцией, атомным ледоколом, в действительности не является ни тем, ни другим, ни третьим. И там и тут работают все те же турбины, турбогенераторы и электродвигатели, а распад атомов, сопровождающийся выделением тепла, используется лишь вместо горючего для парообразования в устройствах, заменяющих паровые котлы. Однако проблема использования атомной энергии для энергетических нужд нашего хозяйства требует совершенно новых решений. Проблема эта по своей сложности под силу только общему труду многих людей и, быть может, даже не одного поколения.

Рудольф Дизель, счастливо сочетавший в себе ученого и инженера, говорил:

— Инженер все может!

История науки и техники действительно учит нас, что ни одна проблема, выдвигаемая временем, не остается рано или поздно без разрешения и при осуществлении выдвигаемых народным хозяйством технических задач труднее всего, оказывается, преодолевать косность привычного мышления, идти к решениям новым путем, новыми средствами.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ академика <i>И. П. Бардина</i> . . . . .	3
--	---

### *Глава первая*

#### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

1. Паровой и пороховой цилиндры. <i>Папен</i> . . . . .	5
2. Отдельный паровой котел. <i>Севери</i> . . . . .	24
3. Основные свойства пара. <i>Папен</i> . . . . .	30
4. Атмосферная машина. <i>Ньюкомен</i> . . . . .	36
5. Универсальный двигатель. <i>Ползунов</i> . . . . .	48

### *Глава вторая*

#### ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛООВОГО ДВИГАТЕЛЯ

1. Отдельный конденсатор. <i>Уатт</i> . . . . .	72
2. Паровая машина двойного действия. <i>Уатт</i> . . . . .	82
3. Устранение конденсатора. <i>Кьюньо</i> . . . . .	94
4. Давление пара. <i>Иеенс</i> . . . . .	101
5. Высокое давление. <i>Тревитик</i> . . . . .	108
6. Идеальный тепловой двигатель. <i>Карно</i> . . . . .	119

### *Глава третья*

#### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ

1. Водяные колеса. <i>Фролов</i> . . . . .	131
2. Турбины. <i>Фурнейрон</i> . . . . .	146
3. Электродвигатель. <i>Якоби</i> . . . . .	155
4. Вторичный двигатель. <i>Кооперация современников</i> . . . . .	168

### *Глава четвертая*

#### ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

1. Внутреннее сгорание. <i>Ленуар</i> . . . . .	181
2. Четырехтактный цикл. <i>Отто</i> . . . . .	193
3. Низкие степени сжатия. <i>Даймлер</i> . . . . .	211
4. Высокое сжатие. <i>Дизель</i> . . . . .	223



## Глава пятая

### ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

1. Основные законы аэродинамики. *Жуковский* . . . . . 270
2. Инерционный ветродвигатель. *Ветчинкин и Уфимцев* . . . . . 282
3. Ветряные двигатели. *Сабинин и Красовский* . . . . . 285

## Глава шестая

### ТУРБИНЫ

1. Активная паровая турбина. *Лаваль* . . . . . 296
2. Реактивная паровая турбина. *Парсонс* . . . . . 318
3. Многоступенчатые турбины. *Рато* . . . . . 346
4. Газовые турбины. *Общий труд* . . . . . 363

---

## К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство просит отзывы об этой книге  
присылать по адресу: Москва, Д-47, ул. Горь-  
кого, 43. Дом детской книги.

Оформление Ю. Киселева

ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

*Гумилевский Лев Иванович*

СОЗДАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Ответственный редактор *М. А. Зубков*. Художественный редактор *Г. С. Вебер*.  
Технический редактор *Р. Г. Грачева*. Корректора *Т. П. Лейзерович*  
и *А. Б. Стрельник*.

Сдано в набор 18/1 1960 г. Подписано к печати 12/IV 1960 г. Формат 84 × 108<sup>1</sup>/<sub>3</sub> —  
12 печ. л. = 19,72 усл. печ. л. (20,48 уч.-изд. л.). А04123. Тираж 30 000 экз.

Цена 7 р 15 к. Заказ № 11.

Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1.

---

2-я фабрика детской книги Детгиза Министерства просвещения РСФСР.  
Ленинград, 2-я Советская, 7.

7 р. 15 к.