


От лауреата Пулитцеровской премии за книгу
«Создание атомной бомбы»

РИЧАРД РОУДС

ЭНЕРГИЯ

история человечества

The background of the entire page is a photograph of an oil field in winter. Several pumpjacks are visible, their metal structures partially covered in snow. The sky is a mix of orange and blue, suggesting a sunset or sunrise. The overall tone is dramatic and industrial.

В своем историческом обзоре,
написанном с подлинной страстью,
Роудс выражает надежду на то, что критический
взгляд на энергетические технологии прошлого
поможет развитию технологий будущего.

Science Magazine

Ричард Роудс

Энергия. История человечества

«Азбука-Аттикус»

2018

УДК 620.9+94(100)
ББК 31+30г+63.3(0)

Роудс Р.

Энергия. История человечества / Р. Роудс — «Азбука-Аттикус»,
2018

ISBN 978-5-389-19281-2

В своей выдающейся книге лауреат Пулитцеровской премии Ричард Роудс рассказывает о событиях и достижениях, которые легли в основу всех революционных переходов в энергетике и транспорте: от животной силы и гидроэнергии — к паровой машине, от двигателя внутреннего сгорания — к электромотору. Исследуя направления развития технической мысли и уроки, которые извлекло человечество в процессе покорения сил природы, Роудс дает ответ на вопрос, как нам удалось произвести преобразования и обратить заложенные в них возможности себе во благо. Логическим итогом блестящего обзора ключевых событий истории энергетике за четыре столетия становится панорама нынешнего энергетического ландшафта, в том числе производство энергии из возобновляемых источников и вопросы ядерной энергетике. В изложении прослеживается тесная взаимосвязь с такими темами, как риск глобального потепления и стремительный рост численности населения Земли, которая к 2100 году должна достигнуть десяти миллиардов человек. Книга предназначена для всех, кого заботит влияние человека на окружающую среду и будущее мира. «Нынешние дебаты почти не затрагивают богатейшего человеческого аспекта истории — истока современных энергетических проблем. Одна из целей, которые я ставил перед собой, когда писал “Энергию”, состоит в заполнении этого пробела — людьми, событиями, датами, местами, методами, примерами, аналогиями, поражениями и победами — для оживления дискуссии и прояснения возможных решений». (Ричард Роудс) В формате PDF А4 сохранен издательский макет.

УДК 620.9+94(100)

ББК 31+30г+63.3(0)

ISBN 978-5-389-19281-2

© Роудс Р., 2018

© Азбука-Аттикус, 2018

Содержание

Предисловие	7
Часть I	10
Глава 1	10
Глава 2	22
Глава 3	41
Конец ознакомительного фрагмента.	53

Ричард Роудс
Энергия. История человечества

Посвящается Айзеку Роудсу

Предисловие

Сейчас вы отправитесь в четырехсотлетнее путешествие в компании некоторых из самых интересных и творческих из когда-либо живших людей. Эти люди – ученые, изобретатели и инженеры, и их произведения не всегда связывают с их именами. Но именно они придали миру, в котором мы живем, его вид – будь то во благо или во вред. По большей части, я считаю, во благо – и мне кажется, что вы, совершив это путешествие вместе с ними, согласитесь со мной. По меньшей мере вы узнаете, что они сделали, почему и как. Для меня было неожиданностью – а иногда настоящим шоком – узнать, сколь многие из их историй оказались забыты. Ряд источников, которые я использую, чтобы рассказать о них, – это исторические и биографические материалы двухсотлетней, а то и большей давности. Это старые книги и документы, но истории, изложенные в них, звучат совершенно по-новому.

Кто же эти герои? Среди них по меньшей мере один писатель – Уильям Шекспир, но он выступает здесь не в роли драматурга, а в роли совладельца «Театра» – самого первого в Лондоне. Во времена нехватки древесины в окрестностях Лондона он и его партнеры разобрали (а землевладелец утверждал, что украли) свой театр по бревнышку и перевезли его на другой берег Темзы, чтобы построить в злачном Саутуарке, рядом с площадкой для травли медведей, другой, более вместительный театр – «Глобус».

Это француз Дени Папен, стремившийся спасти бедняков от голода: изобретенная им пароварка проложила дорогу к созданию паровой машины.

Это, разумеется, Джеймс Уатт, шотландец, давший нам саму паровую машину, но также и его предшественник, Томас Ньюкомен: его огромная, неуклюжая атмосферная паровая машина существовала до изящных усовершенствований Уатта.

Я видел машину Ньюкомена, воссозданную в Англии, – в один из тех немногих дней в году, когда хранители ее запускают. Это сооружение размером с дом, поглощающее огромное количество угля (а уголь сейчас недешев, и именно поэтому машину так редко включают). Я забросил в топку ковш угля и поговорил с вышедшим на пенсию инженером, который управлял машиной. Я спросил: «Какое оборудование требуется для ее обслуживания?» – и он, ухмыльнувшись, поднял огромную кувалду. Машина Ньюкомена, вся состоящая из труб и кривошипов, часто выходит из строя, и кувалдой ее загоняют обратно в строй.

Машины Ньюкомена устанавливали у устьев шахт, чтобы откачивать из них воду. Они оказались настолько непроизводительными, что их не получалось сделать передвижными. Более производительная машина Уатта могла быть компактнее – достаточно компактной, чтобы поставить ее на колеса и отвозить уголь по рельсам от шахты к реке, где его грузили на баржи и отправляли в Лондон. Потом кому-то пришла в голову идея, что так можно возить не только уголь, но и людей: так возникли пассажирские железные дороги, быстро охватившие всю Англию. Появились они и в Америке, но там на протяжении большей части XIX в. жгли дрова, что позволило провести железные дороги вдалеке от угольных шахт и в конце концов соединить противоположные точки континента.

В число героев XX в. вошел Арье Хаген-Смит, голландский специалист по ароматическим маслам, преподававший в Калифорнийском технологическом институте (Калтехе) в Пасадине. Однажды в 1948 г. к нему в лабораторию, забитую в этот момент спелыми ананасами – там шла работа по конденсации их тропического аромата из воздуха, – пришли озабоченные государственные чиновники. Они попросили его выполнить ту же работу с ужасным лос-анджелесским смогом. Хаген-Смит убрал ананасы, открыл окно и закачал в лабораторию тысячу кубических футов (ок. 28300 л) пропитанного смогом воздуха. Прогнав воздух через фильтр, охлаждавшийся жидким азотом, он соскреб с него несколько капель вонючего коричневого налета, провел химический анализ и объявил, что налет состоит из автомобильных

выхлопов и атмосферных выбросов близлежащих нефтеперерабатывающих заводов. В отличие от старого, часто смертельно опасного, «дымного тумана» (само слово *smog* – соединение слов *smoke* и *fog*¹), отравлявшего крупные города, когда в них жгли уголь, это новое вещество образовывалось прямо в воздухе, наподобие бинарного ядовитого газа. Катализатором этой реакции, придававшей воздуху оттенок сепии, служил солнечный свет.

Нефтяным компаниям эта информация была ни к чему. Химики этих компаний высмеяли анализ Хаген-Смита. Они объявили всему миру, что не обнаружили никакой подобной реакции. Но это лишь раззадорило упрямого голландца. Вернувшись к лабораторным исследованиям, он продемонстрировал, что роскошное оборудование, используемое химиками нефтяных компаний, не позволяло выяснить, как формируется смог. Сам же Хаген-Смит измерял, как озон, содержащийся в смоге, разрушает резиновые ленты, нарезанные из старых автомобильных камер, и выделял компоненты, сочетание которых отравляло воздух, на своем оборудовании для анализа состава ананасов. Затем в дело вмешались власти, и начался процесс очистки воздуха Лос-Анджелеса.

В этой книге много таких историй. Однако она не сводится лишь к ним. Ее серьезная цель – исследование истории энергии и выявление тех дилемм, с которыми мы сталкиваемся сегодня в связи с проблемой глобальных изменений климата. Те, кто работает в области энергетики, считают, что мы воспринимаем энергию как некую данность. Они говорят, что она интересует нас только в приложении к насосу или розетке на стене. Возможно, когда-то так оно и было. Сейчас это точно не так. Изменения климата стали крупной политической проблемой. Большинство из нас осознает это – все в большей степени – и беспокоится о них. Они затрудняют работу коммерческих компаний. Они кажутся столь же мрачной апокалипсической угрозой существованию нашей цивилизации, какой был в годы холодной войны ужас ядерного уничтожения.

Однако многие чувствуют себя исключенными из обсуждения этой проблемы. Литература по изменениям климата по большей части ориентирована на специалистов; дебаты о них понятны лишь посвященным. Разговор сосредоточен на нынешнем положении дел и мало касается человеческого прошлого – многовекового опыта, доставшегося человечеству дорогой ценой. Однако сегодняшние проблемы – это наследие исторических преобразований. Дрова сменились углем, уголь потеснила нефть, а теперь и уголь, и нефть уступают место природному газу, атомной энергии и возобновляемым источникам. Движители (системы, непосредственно преобразующие энергию в движение) прошли путь от животной и гидравлической тяги к паровым машинам, затем к двигателям внутреннего сгорания, генераторам и электромоторам. Мы многому научились, решая связанные с этим задачи, освоили такие переходы и сумели обработать предоставляемые ими возможности себе во благо.

Нынешние дебаты почти не затрагивают богатейшего *человеческого* аспекта истории – истока современных энергетических проблем. Одна из целей, которые я ставил перед собой, когда писал «Энергию», состоит в заполнении этого пробела – людьми, событиями, датами, местами, методами, примерами, аналогиями, поражениями и победами – для оживления дискуссии и прояснения возможных решений.

В борьбе с энергетическими проблемами жили и умирали люди, процветали и разорялись компании, становились мировыми державами и приходили в упадок государства. В это повествование вплетено множество историй отдельных людей, и в число его героев входят многие исторические деятели четырех столетий: Елизавета I, Яков I, Джон Ивлин, Абрахам Дарби, Бенджамин Франклин, Томас Ньюкомен, Джеймс Уатт, Джордж Стефенсон, Гемфри Дэви, Майкл Фарадей, Герман Мелвилл, Эдвин Дрейк, Ида Тарбелл, Джон Дэвисон Рокфеллер, Генри Форд, Энрико Ферми, Хайман Риквер, угольные магнаты старой Пенсильвании и

¹ Соответственно «дым» и «туман» (англ.). – Здесь и далее, если не указано иное, постраничные примечания переводчика.

нефтяные магнаты Калифорнии и Саудовской Аравии – и это лишь немногие, самые известные из них.

В этой истории участвуют целые океаны китов, тела которых давали жир, освещавший весь мир. Со дна ручья сочится нефть, и профессор химии из Йеля задумывается, как ее использовать. Лошади заваливают города смердящим навозом, причиняя все больший вред здоровью жителей, а когда им на смену приходят автомобили, сельское население стремительно нищает – кому теперь нужен выращиваемый им корм для лошадей? Изобретение дуговой сварки становится толчком к строительству трубопроводов для транспортировки природного газа. Рождение ядерной энергетики знаменуется уничтожением двух японских городов: почти несмываемым пятном на ее репутации.

Само глобальное потепление, о котором за век тревожных наблюдений свидетельствуют все новые и новые факты, порождает столкновение идеологий и корыстных интересов – и масштабы этого столкновения сравнимы с библейскими. Энергия ветра, изобильная энергия солнечного света, огромные запасы угля и природного газа борются за господство в бурном мире, население которого к 2100 г. должно возрасти до десяти миллиардов. Его большую часть составляют жители Китая и Индии, двух самых населенных стран мира, только сейчас переходящих от выживания к процветанию и соответствующему расходованию запасов энергии. Энергии хватит на всех, но справится ли Земля с отходами ее потребления?

В этой книге вы почти не найдете рецептов. В каждом веке свои проблемы и свои возможности – запланированные или неожиданные, но в любом случае слишком сложные, чтобы вывести из них простую мораль. Зато вы найдете в ней примеры, которые я старался изложить настолько полно, насколько это было в моих силах. Речь идет о том, как люди снова и снова сталкивались с одной и той же фундаментальной задачей – извлечь жизненную силу из сырья этого мира. Каждое изобретение, каждое открытие, каждое усовершенствование вело к возникновению новых проблем, и именно через такие непрерывные преобразования мы и пришли к нынешнему положению вещей. Воздух стал чище, мир стал более мирным, и среди нас все больше тех, кто достигает процветания. Но в то же время воздух все больше нагревается. Например, в августе 2015 г. на севере Ирана зарегистрировали увеличение индекса тепловой нагрузки² до 165°F (74 °C). Пусть эти важные исторические сведения помогут нам найти дорогу в будущее. У меня есть дети и внуки. Я надеюсь и верю, что мы найдем эту дорогу.

² Heat Index – показатель, выражающий то, как действует на человека сочетание параметров микроклимата, в первую очередь температуры и влажности.

Часть I Сила

Глава 1 Нет леса – нет и королевства

Суббота 28 декабря 1598 г. День выдался холодный и серый; валит снег. Уже сорок один год длится царствование Елизаветы Тюдор, королевы Англии и Ирландии. На самом краю города Лондона, в округе Холиуэлл, во дворе перед старым «Театром» собираются рабочие: их бороды в снегу; они притопывают башмаками и хлопают руками в рукавицах, чтобы не замерзнуть. Они окликают друг друга, и в их горячем дыхании чувствуется эль. Пора браться за дело, и немедленно: даже в праздники нужно заработать свои несколько шиллингов. В Лондоне не хватает дерева – окружавшие город леса уже обобраны до нитки. Рабочих наняли, чтобы разобрать «Театр» – первый в Лондоне театр, – и перевезти его разобранный каркас на склад старшего плотника Питера Стрита, стоящий на берегу Темзы, у самого Брайдуэллского спуска. Все ясно, перемигивались некоторые. Перевезти? Украсть целое здание прямо из-под носа у отсутствующего землевладельца – вот для чего их наняли! Впрочем, окончательное решение о том, кому по праву принадлежит «Театр», примут лишь после многолетних судебных разбирательств³. Братья Бёрбедж, компаньоны Шекспира по театральному бизнесу, считали полностью владельцами именно себя. Это ведь они построили здание театра в 1576 г. Пускай земля останется землевладельцу – а они разберут свой театр и заново возведут его на новом месте!

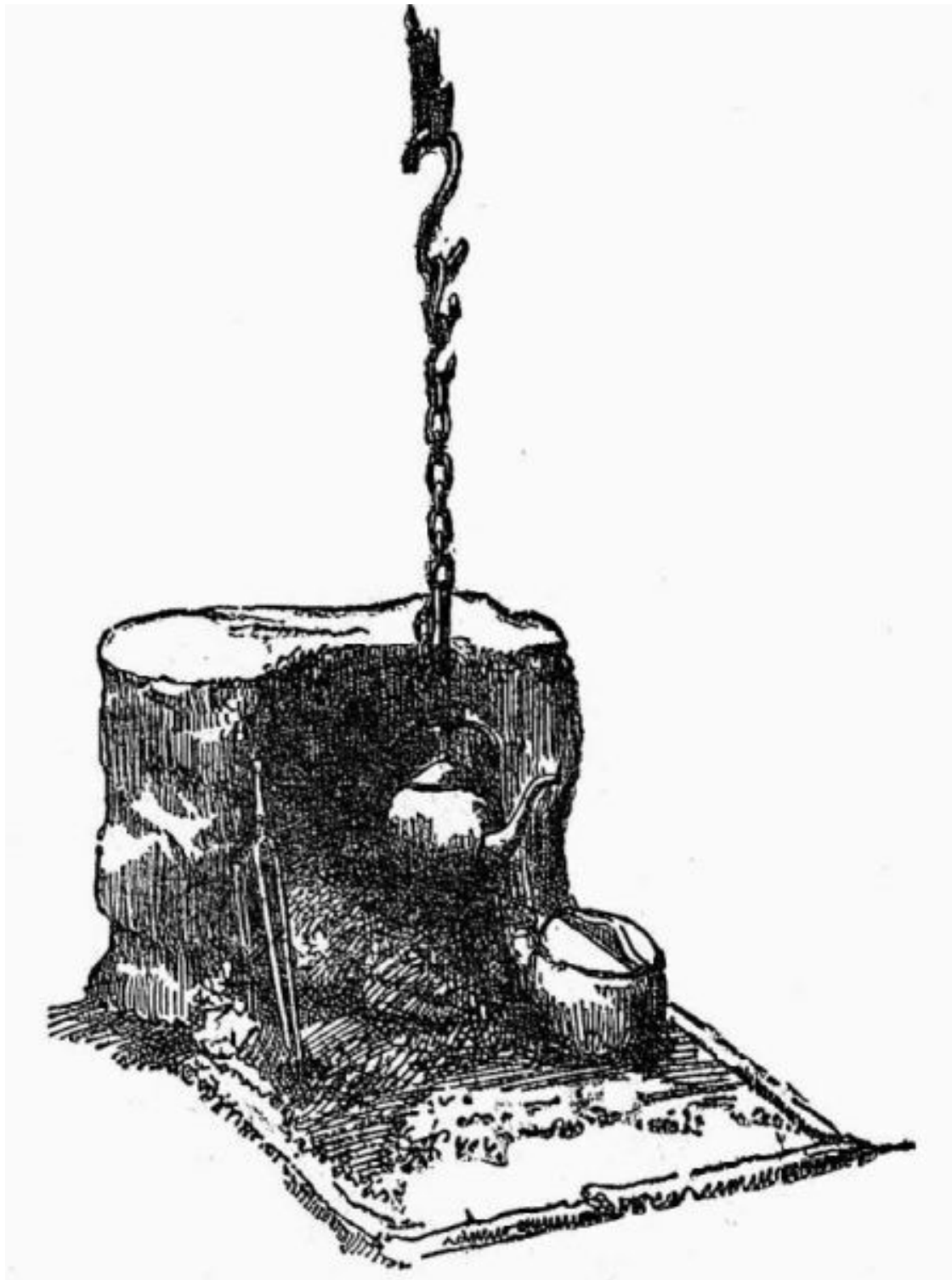
Землевладелец Джайлс Аллен, бывший тогда в своем поместье в Эссексе, впоследствии утверждал в суде, что его слуг, которых он отправил остановить работы (и заметьте, отправил с официальной доверенностью), прогнали с угрозами вооруженные люди. Крики привлекли толпу любопытных. Братья Бёрбедж присутствовали в тот день на месте событий. Был там и Шекспир. Перевезти театр требовалось срочно – иначе где выступать их труппе? Аллен угрожал, что сам снесет театр и построит из оставшейся от него древесины доходные дома – то есть жилье под сдачу внаем.

Рабочие Бёрбеджей разобрали деревянное здание и увезли балки на телегах. За два дня до этого труппа играла в присутствии королевы в Уайтхолльском дворце. В новогоднюю ночь им предстояло дать там очередное представление. Между двумя спектаклями театр и разобрали.

Весной 1599 г. его заново отстроили на другом берегу Темзы, в разгульном районе Саутуарк. Театр раздался вширь, получил новое название – «Глобус» – и превратился в трехэтажный двадцатиугольник примерно 30 м в поперечнике. Широкий центральный двор, располагавшийся под открытым небом, окружала кольцевая соломенная крыша. А вот откуда взяли древесину для расширения театра? Скорее всего, Питер Стрит добывал ее в лесу под Виндзором, к западу от Лондона. Стволы очищали от сучьев и верхушек, ошкуривали и обтесывали прямо на лесоповале, чтобы не сплавлять вниз по Темзе целые деревья – это обошлось бы дороже. Вечером 21 сентября 1599 г. швейцарский путешественник Томас Платтер присут-

³ Информация о событиях, произошедших около 28 декабря 1598 г., позаимствована из следующего источника: Aaron Melissa D. The Globe and Henry V as Business Document // SEL: Studies in English Literature 1500–1900: 40.2 (2000). P. 277–292; Nardizzi Vin. Shakespeare's Globe and England's Woods // Shakespeare Studies 39 (2011). P. 54–63; Shapiro James. A Year in the Life of William Shakespeare: 1599. N.Y.: Harper Perennial, 2006, P. 1–42; Wallace Charles William. The First London Theatre: Materials for a History // University Studies 13. № 1, 2, 3 (1913). P. 1–35ff. passim.

ствовал в новом «Глобусе», где давали трагедию «Юлий Цезарь», так что к этому дню театр уже открылся. По мнению Платтера, пьеса была «исполнена весьма умело»⁴.



Открытый очаг с крюком для подвешивания котла

Елизаветинскую Англию строили из дерева. «Постройки в больших и малых добрых городах Англии, – сообщил в 1577 г. летописец Елизаветинской эпохи Уильям Харрисон, – по

⁴ Mulryne J. R. and Shewring Margaret, eds. Shakespeare's Globe Rebuilt. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. P. 190.

большей части состоят из одной лишь древесины»⁵. Даже и орудия труда того времени, плуги и мотыги, делались деревянными, и их разве что оковывали железом. Лондон был деревянным городом, состоял из домов с остроконечными крышами и деревянными каркасами и отапливался дровами, которые жгли в открытых каменных очагах, располагавшихся посреди комнат. Сладкий дым горящего дерева растекался по всему дому и выходил в окна.

Но дерево дорожало; его цена росла по мере того, как увеличивалось население Лондона, и лесорубы везли в город дрова из все более и более отдаленных мест. В 1581 г. парламент предпринял шаги, несколько облегчившие эту ситуацию: был принят закон, запрещающий производить древесный уголь для выплавки железа в радиусе 22 км от Лондона – так намеревались сберечь местные деревья для отопления жилищ. Тем не менее с 1500 по 1592 г. цены на дрова, доставляемые в город, выросли более чем вдвое – а наряду с этим бурно возросла и численность населения, увеличившись за XVI в. в четыре раза, с 50000 до 200000 человек⁶. Население всей Англии в целом увеличилось за то же столетие с 3,25 до 4,07 млн человек⁷.

Кое-кто из нынешних экономистов сомневается, что в Англии кончалась древесина. Когда Бёрбеджи и их труппа перевозили каркас «Театра» и строили на берегу Темзы новый, увеличенный «Глобус», они стремились сберечь не только дерево, но и время, и деньги. Кроме того, что ни говори, древесина – ресурс возобновляемый. Однако многих государственных чиновников, парламентариев и частных наблюдателей XVII–XVIII вв. страшила нехватка леса – особенно крупных дубов, пригодных для изготовления корабельных мачт.

Боевые корабли того времени были так же ценны для безопасности страны, как нынешние авианосцы. На постройку среднего английского линейного корабля уходило около 2500 крупных дубовых стволов⁸. Он становился великолепной деревянной боевой машиной, массивной и прочной, шириной 15 м и длиной 60 м. Из ее выпуклых желтых бортов выступали два ряда пушек, установленных на подвижных деревянных лафетах. Палубы окрашивали в тускло-красный цвет, чтобы не так бросалась в глаза кровь, лившаяся в сражениях⁹. Для установки парусов на судне делали не менее 23 мачт, реев и стеньг, от почти сорокаметровой грот-мачты, весившей 18 тонн, до миниатюрного фор-брам-рея¹⁰, легкого семиметрового шеста¹¹. Патриоты говорили, что Королевский флот – это «деревянные стены» Англии, защищающие ее от вторжения. Адмиралтейство обеспечивало постройку и содержание около сотни линейных кораблей, а также нескольких сотен кораблей и лодок меньших размеров. Их губили сражения и древооточсы; лет через десять-двадцать такой корабль требовал замены.

Но, чтобы дерево, пригодное для изготовления большой мачты, выросло до нужного диаметра, требовалось от 80 до 120 лет. Землевладелец, посадивший желудь, мог надеяться, что его внуки или правнуки смогут продать выросший дуб – если только промежуточные поколения сумеют прождать достаточно долго. Многие не могли – да и не дожидались. Торговля лесом сулила легкие деньги; землевладельцы вплоть до самого короля прибегали к ней каждый раз, когда в их кошельках показывалось дно. Второй граф Карнарвон, известный острослов,

⁵ Eliot Charles W., ed. The Harvard Classics. Vol. 35. Chronicle and Romance: Froissart, Malory, Holinshed. N.Y.: P. F. Collier & Son, 1938. P. 293.

⁶ Закон 1581 г.: Flinn Michael W. Timber and the advance of technology: A reconsideration // Annals of Science. 15: 2. P. 110, 111; Nef John U. The Rise of the British Coal Industry. Vol. 1. L.: Routledge, 1966. P. 158.

⁷ Численность населения Англии в 1570–1600 гг.: Rutkow Eric. American Canopy: Trees, Forests, and the Making of a Nation. N.Y.: Scribner, 2013. P. 12.

⁸ 2500 дубов: Flinn (1959). P. 110, 4n.

⁹ Английский линейный корабль: Albion Robert Greenhalgh. The Timber Problem of the Royal Navy, 1652–1862. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1926. P. 4.

¹⁰ Фор-брам-рей – рей верхнего отдела (фор-брам-стеньги) фок-мачты (то есть передней мачты судна с двумя или более мачтами).

¹¹ Размеры парусов: Albion. Timber Problem of Royal Navy. P. 28.

сказал одному другу мемуариста Сэмюэла Пипса, что лес – это «нарост на земле, дарованный Богом для уплаты долгов»¹².

Искривленный низкорослый лес – «кокеры», как называли такую древесину моряки, – играл в судостроении не менее важную роль, чем прямые стволы, необходимые для изготовления мачт. Из этих огромных изогнутых дубов получались криволинейные и разветвленные единые заготовки для килей, ахтерштевней¹³ и шпангоутов¹⁴ корабельных корпусов. Такое дерево всегда было редким и, соответственно, дорогостоящим. Но в результате так называемых «огораживаний» в средневековой Англии – приватизации и объединения общинных полей под овечьи пастбища в интересах крупных помещиков – почти все искривленные деревья вырубали. Поиски подходящей детали для корабля занимали иногда целые годы.

Но не только Королевский военно-морской флот расходовал леса Англии. К 1630-м гг. в стране работало около трех сотен железоплавильных производств, ежегодно пережигавших на древесный уголь 300000 *лоудов*¹⁵ древесины, причем каждый лоуд соответствовал одному крупному дереву¹⁶. Строительство и содержание еще более многочисленных в Британии торговых судов требовало в три раза больше дуба, чем военное кораблестроение.



¹² The Diary of Samuel Pepys. Sunday, 5 May 1667. www.pepysdiary.com.

¹³ Ахтерштевень – задняя оконечность корпуса судна, замыкающая киль

¹⁴ Шпангоуты – поперечные ребра корпуса судна.

¹⁵ Лоуд (*англ.* load) – название нескольких внесистемных единиц измерения; в частности, объема лесоматериалов. Величина одного лоуда бывала разной в зависимости от эпохи, места и вида древесины – приблизительно от 0,75 до 1,5 м³.

¹⁶ Триста железоплавильных предприятий, 300 000 лоудов: Albion. Timber Problem of Royal Navy. P. 116, 117.

Галеон «Арк Ройял» с двумя пушечными палубами, оснащенными 55 пушками. Построен в 1587 г. по заказу сэра Уолтера Рэли, в 1588-м преследовал Непобедимую армаду при ее отступлении в Северное море

Лес – в особенности дубы – оспаривал пахотную землю у зерновых культур. Большим деревьям требовалась глубокая плодородная почва, но такие земли было выгоднее возделывать: их засевали растениями, годными в пищу. Томас Престон, чиновник из графства Суффолк, считал могучие леса уделом первобытности, «былого века», в котором королевство «весьма изобиловало дубом». Чем меньше дубов, утверждал он, тем выше уровень развития королевства, «и это в тысячу раз ценнее любой древесины». Престон надеялся, что это сокращение продолжится: «Если мы вынуждены кормить людей иностранной пшеницей, а лошадей – иностранным овсом, к чему нам растить дубы?.. Ни в коем случае не следует сожалеть о недостатке леса, ибо это верный признак развития страны. Что же до нужд Королевского флота, достойные и даже единственно возможные питомники для них – это страны, еще не вышедшие из варварского состояния»¹⁷.

В число этих варварских стран входила Северная Америка, особенно колонии в Новой Англии, где поселенцы в то время только начали заготавливать древесину в первозданных лесах. И с 1650 г. именно оттуда Адмиралтейство получало для своих военных кораблей крепкие мачты из цельных бревен, по 40 м в длину и от метра до полутора в диаметре. А в колониях тем временем началась конкуренция – борьба за древесину. В 1663 г., задолго до того, как англичане перестали пилить бревна вручную и перешли на пилорамы, приводимые в движение водяным колесом, на реке Салмон-Фолс в Нью-Хэмпшире заработала первая американская лесопилка. К 1747 г. на реках Салмон-Фолс и Пискатакуа появилось уже 90 таких водяных лесопилок, а бревна перевозили на 130 воловых упряжках. В общей сложности американцы ежегодно распиливали около 6 млн досковых футов¹⁸ леса, который шел на продажу в Бостоне, Вест-Индии и других местах. Историк XVIII в. Дэниел Нил отмечал в «Истории Новой Англии», что Пискатакуа оказалась «важнейшим местом торговли мачтами во всех владениях короля»¹⁹.

К несчастью для Королевского флота, спустя 30 лет в Америке свершилась революция, положившая конец поставкам американской белой сосны. Флоту пришлось вернуться к ранее освоенному средству – «составным мачтам», менее прочным, собранным из нескольких стволов, обвязанных вокруг центрального бруса.

Из дров в Англии делали не только уголь для выплавки железа. Лес валили для постройки домов, амбаров и изгородей, для производства стекла и рафинирования свинца, для сооружения мостов, доков, шлюзов, канальных барж и крепостей, для производства бочек под пиво и сидр... Многие из этих отраслей потребляли дерева не меньше, чем военно-морской флот. Даже особы королевской крови бывали замечены в ненадлежащем обращении с королевскими лесами при полном попустительстве парламента. «Окончательное разорение лесов, – заключает историк, – стало итогом постоянного небрежения и злоупотреблений»²⁰.

Аргура Стэндиша, агронома Яковианской эпохи, опубликовавшего в 1611 г. под покровительством короля Якова I «Жалобу общин» (The Commons Complaint), тревожили не столько нужды Королевского флота, сколько «повсеместное уничтожение и растрата лесов». Однако в числе нехваток, которые он предвидел, он упоминал и «лес... для мореплавания». И в своем суровом отчете о последствиях он перефразировал одну из королевских речей, прозвучавших

¹⁷ Источник цитаты: Albion. Timber Problem of Royal Navy. P. 118, 119.

¹⁸ Досковый фут – принятая в США и Канаде мера объема лесоматериалов, равная одному квадратному футу (0,093 м²) при толщине один дюйм (2,54 см).

¹⁹ Neal Daniel. The History of New England. Vol. 2. L.: A. Ward, 1747. P. 213.

²⁰ Albion. Timber Problem of Royal Navy. P. 121.

в парламенте, и заключил: «Итак, можно предположить: *не будет леса, не будет и королевства*»²¹.

Проблему с топливом решала дешевая альтернатива: можно было жечь каменный уголь – «морской» или «карьерный», как называли его елизаветинцы, чтобы отличить от угля древесного. Исходно словом *coal* (уголь) называли любые тлеющие куски топлива; отсюда появились названия *char-coal* (букв. «жженный уголь») для обожженной древесины, а также *sea coal* («морской уголь») или *pit coal* («карьерный уголь») для ископаемого топлива в зависимости от того, откуда его добывали: из естественных выходов на мысах над морем – или из-под земли. В 1577 г., в статье, опубликованной в елизаветинском сборнике «Хроники Холиншеда»²², Харрисон отмечал, что Центральная Англия уже переходит на ископаемое топливо: «Что касается угольных шахт, они настолько изобильны в северной и западной частях нашего острова, что их хватило бы и для всего английского королевства»²³. Уголь служил кузнецам уже многие столетия. Его использовали и мыловары; и обжигальщики, готовя в своих печах негашеную известь для штукатурки; и солевары, когда выпаривали морскую воду в открытых железных чанах – долго, тратя огромную массу угля: так получали соль, необходимую для хранения пищи в эпоху, еще не знавшую холодильной техники.

Но уголь, добываемый в Центральной Англии, давал едкий дым и пах серой, и потому его не жаловали в быту, в домах, где мясо жарили на открытом огне, без дымоходов. «Милые дамы Лондона», как называет их хронист, не желали даже заходить в такие дома. В 1578 г. даже сама Елизавета I жаловалась на зловоние угольного дыма, доносившееся до Вестминстерского дворца от близлежащей пивоварни, и в том же году отправила по меньшей мере одного пивовара в тюрьму за такую дерзость²⁴. Испуганная гильдия пивоваров согласилась жечь вблизи дворца только дрова.

Подобно ядерной энергии в веке XX, в XVI–XVII столетиях каменный уголь вызывал страх – и вполне оправданный. Уголь считали отравой, изначальной скверной, даже порождением дьявола: «...ядовит при сжигании в жилищах, – резюмирует предрассудки Елизаветинской эпохи историк, – и... особенно вреден для цвета лица. Его использование считали причиной всевозможных недугов»²⁵. Кроме того, черному камню, извлекаемому из подземных залежей и горящему зловонным адским пламенем, будто испражнения самого дьявола, как клеймили его проповедники, – вредила связь с горным делом, отраслью, которую издавна проклинали священники и поэты. Тон этим проклятиям задал Джеффри Чосер в коротком стихотворении «Детство человечества», написанном около 1380 г.:

Потом металлы стали добывать,
Во мрак земли все глубже погружаться
И перлы, обнаружив их приятство,
Себе выуживать из недр морских.
(Отсель пошли и жадность, и злорадство,
И зависть – бед источники людских)^{26,27}.

²¹ Standish Arthur. The Commons Complaint. L.: William Stansby, 1611. 1.

²² «Хроники Англии, Шотландии и Ирландии» (The Chronicles of England, Scotland and Ireland), изданные хронистом Рафаэлем Холиншедом. Перу священника Уильяма Харрисона принадлежало опубликованное в этом сборнике «Описание Англии» (Description of England).

²³ Eliot. Chronicle and Romance, 319, 320.

²⁴ Елизавета I отправила пивовара в тюрьму: Nef. Rise of British Coal. Vol. 1. P. 156.

²⁵ Smiles Samuel. Industrial Biography: Iron Workers and Tool Makers. Boston: Ticknor and Fields, 1864. P. 59n.

²⁶ Перевод Т. Стамовой. Цит. по изд.: Чосер Дж. Кентерберийские рассказы. М.: Наука, 2012.

²⁷ Chaucer Geoffrey. The Former Age. Lines 27–30.

В 1556 г. немецкий врач-гуманист Георгий Агрикола, живший в горнопромышленном городе Иоachimстале²⁸, опубликовал трактат «О металлургии» (*De re metallica*), в котором пересказывал доводы противников разработки недр и цитировал Овидия, осуждавшего горное дело в сходных выражениях. Римский поэт, по словам Агриколы, утверждал, что люди вечно проникают «...в утробу земную; // Те, что скрывала земля, отодвинувши к теням стигийским, // Стали богатства копать, ко всякому злу побужденью! // С вредным железом тогда железа вреднейшее золото // Вышло на свет и война, что и золотом крушит, и железом»^{29,30}. Спустя столетие после Агриколы горное дело по-прежнему осуждал Джон Милтон, связывая его в первой книге «Потерянного рая» с падшим ангелом Маммоном:

Вблизи гора дымилась – дикий пик
С вершиной огневержущей, с корой,
Сверкающей на склонах: верный признак
Работы серы, залежей руды
В глубинах недр. Летучий легион
Туда торопится. Так мчатся вскачь,
Опережая главные войска,
Саперы, с грузом кирок и лопат,
Чтоб царский стан заранее укрепить
Окопами и насыпью. Отряд
Маммон ведет; из падших Духов он
Всех менее возвышен. Алчный взор
Его и в Царстве Божьем прежде был
На низменное обращен и там
Не созерцаньем благостным святынь
Пленялся, но богатствами Небес,
Где золото пятами попиралось.
Пример он людям подал, научил
Искать сокровища в утробе гор
И клады святокрадно расхищать,
Которым лучше было бы навек
Остаться в лоне матери-земли^{31,32}.

Как бы ни обстояло дело со святокрадством, елизаветинцам не хватало дерева, так что они начали добывать и жечь уголь. При этом, чтобы не задохнуться, им понадобились дымоходы – выводить дым наружу. Как пишет хронист Харрисон, старики в его деревне заметили, что стало больше печных труб, «в то время как в дни их юности их было две-три, не больше». Сам Харрисон считал эти новшества сомнительными и даже губительными:

Теперь у нас множество дымоходов, и все же дети наши жалуются на насморки, катары и простуды; а в давние времена у нас были лишь открытые очаги, но головы наши никогда не болели. Ибо в то время дым не только считался достаточным средством для укрепления балок домов, но и славился

²⁸ Ныне г. Яхимов в Карловарском крае Чешской Республики.

²⁹ Перевод С. В. Шервинского. Цит. по изд.: *Публий Овидий Назон. Метаморфозы*. М.: Художественная литература, 1977.

³⁰ Agricola Georgius. *De re Metallica*, trans. Herbert Hoover and Lou Henry Hoover. 1556; repr., N.Y.: Dover, 1950. P. 7.

³¹ Перевод А. А. Штейнберга. Цит. по изд.: *Милтон Дж. Потерянный рай. Возвращенный рай. Другие поэтические произведения*. М.: Наука, 2006.

³² Milton John. *Paradise Lost*. Bk. 1. Lines 670–688.

как гораздо лучшее лекарство, хранящее добрых мужей и их домохозяев от хрипоты и простуд, известных в те дни лишь немногим³³.

Соответственно поставки угля из Ньюкасла, растущего угольного порта на реке Тайн на северо-востоке Англии, с середины XVI в. по 1625 г. возросли примерно с 35000 до 400000 тонн. За два поколения, заключает историк Джон Ульрик Неф, «торговля углем из Ньюкасла выросла двенадцатикратно»³⁴.

В 1603 г., когда в возрасте шестидесяти девяти лет умерла королева Елизавета I, в Лондон, с медленно идущей процессией, отправился шотландский король Яков VI, объединивший шотландскую и английскую короны под именем Якова I. Шотландцы извели леса своей страны на сто лет раньше, чем англичане. Они уже привыкли жечь каменный уголь и, по счастью для них, твердый шотландский уголь горел чище и ярче, чем мягкий битуминозный уголь из Ньюкасла. Содержание серы в шотландском антраците составляло всего 0,1 %, а в английском битуминозном угле – от 1 до 1,4 %³⁵. К несчастью, шотландский антрацит и сгорал быстрее – а потому был дороже. Но расходы короля не беспокоили: для отопления его дворцов в Вестминстер привозили добрый шотландский уголь. Подражая королю, состоятельные лондонцы переняли эту привычку; начали жечь уголь и средние классы. Он позволял лондонцам оставаться в тепле и сытости, и население города быстро росло – примерно с 200000 человек в 1600 г. до 350000 к 1650-му³⁶.

Для предотвращения пожаров дымоходы нужно было чистить. Этой новой и смертельно опасной работой занимались дети, которых брали в ученики трубочиста, когда им исполнялось пять-шесть лет. Такой ребенок ходил по улицам, выкликая: «Чистим! Чистим!»; а потом, получив заказ, он, раздетый донага и в большой шляпе, проползал по узкому дымоходу как живая щетка. В 1618 г. появилась «Петиция к королю от бедных трубочистов города Лондона» (*Petition of the Poor Chimney Sweepers of the City of London to the King*). В ней две сотни трубочистов жаловались на то, что городу грозят пожары, а сами они «готовы умереть от голода за отсутствием работы», ибо горожане пренебрегают чисткой труб. Трубочисты просили назначить инспектора: тот мог бы заходить в дома и обяывать их хозяев чистить дымоходы. Платить такому инспектору и его помощникам, как предлагалось в петиции, можно было бы, «отдавая им собранную сажу», которую те смогли бы продавать на удобрения. Король отнесся к этому прошению сочувственно, в отличие от лорд-мэра Лондона. Лорд-мэр заявил, что должностные лица, наблюдающие за состоянием лондонских дымоходов, уже существуют, – и петицию бедных трубочистов отклонили³⁷.

От постоянного воздействия сажи и креозота среди трубочистов началась эпидемия «сажевых бородавок» – сквамозной карциномы мошонки, – которую описал в 1775 г. английский хирург Персиваль Потт. Так впервые в истории выявили раковое заболевание, связанное с профессиональной деятельностью. Мошонка оказалась местом проникновения рака в организм, потому что именно там у трубочистов, ползущих вверх по лондонским дымоходам, скапливался смешанный с сажой пот.

Инженер Ричард Геслинг изобрел способ смешивания дымного угля из Ньюкасла с тем, что всегда было под рукой, – резаной соломой, опилками или даже коровьим навозом. Эти угольные шарики, как он их называл, чем-то походили на угольные брикеты, которыми американцы растапливают мангалы для своих барбекю; сгорая, они дымили меньше, чем чистый

³³ Источник цитаты: Galloway. A History of Coal Mining in Great Britain. L.: Macmillan, 1882), 23.

³⁴ Статистика по «угольной торговле»: Nef. Rise of British Coal. P. 25.

³⁵ Содержание серы в шотландском и английском углях: Brimblecombe Peter. The Big Smoke: A History of Air Pollution in London Since Medieval Times. L.: Methuen, 1987. P. 66. Table 4.1.

³⁶ Historical Overview of London Population // <http://www.londononline.co.uk/factfile/historical/>

³⁷ Источник цитаты: Cullingford Benita. British Chimney Sweepers: Five Centuries of Chimney Sweeping. Hove, UK: Book Guild, 2000. P. 9.

уголь. Геслинг умер, так и не успев сообщить о своем методе широкой публике, но в 1644 г. некто, не указавший своего имени, опубликовал отчет о нем – «Искусственный огонь, или Уголь для богатых и бедных» (Artificiall Fire, or, Coale for Rich and Poore)³⁸. Кто бы это ни оказался, у его действий была веская причина: той зимой в Лондоне царил холод, как на улице, так и в домах. Роялисты вели гражданскую войну против пуританина Оливера Кромвеля и его «круглоголовых» – сторонников парламента, которых поддерживали шотландцы. В 1644 г. шотландская армия осадила Ньюкасл, и поставки угля в английскую столицу прекратились. Автор «Искусственного огня» презрительно пишет о «неких городских дамах с нежными носами, говоривших, бывало, своим мужьям: “О муж мой! Не обрести здоровья нам и детям нашим, пока живем в зловонном этом городе, в дыму морского угля”». Но теперь, когда Ньюкасл осажден и в Лондоне не хватает угля, продолжает он, «сколь многие из этих нежноносых дам восклицают ныне: “О боже, нам бы только морского угля! О, мы гибнем без огня! О, как сладостен был наш угольный огонь!”»

Уголь заменял дрова, и его дым, густой, ядовитый, становился все более пагубным. С 1591 по 1667 г. объемы поставок угля в Лондон возросли с 35000 до 264000 тонн; к 1700 г. эта цифра почти удвоилась и достигла 467000 тонн³⁹. Ископаемого топлива хватало на обогрев жилищ и поддержание роста английской промышленности, но в столице стало нечем дышать. В памфлете «Характер Англии» (The Character of England), опубликованном в 1659 г., состоятельный садовод и мемуарист Джон Ивлин, один из основателей научного Королевского общества в Лондоне, проклинал этот город.

Лондон, писал Ивлин, – город хоть и большой, но «чрезвычайно уродливый; в нем нет житья от наемных экипажей и заносчивых возниц, лавок и кабаков, шума и такого облака [дыма от] морского угля, что если и можно найти на Земле подобие ада, то именно в этом вулкане в туманный день: гибельный этот дым... разъедает самое железо и разрушает все, что движется, оставляя сажу на всем, до чего добирается; при этом он так пагубно впивается в легкие жителей, что в городе нет ни одного человека, которого пощадили бы кашель и чахотка. Я стоял в просторной церкви – и не видел священника из-за дыма, а голоса его не слышал из-за лающего кашля прихожан»⁴⁰.

Ивлин, человек мрачный и даже угрюмый, но жаждавший славы, не ограничивался жалобами. Пытаясь придумать, как очистить воздух, он принял назначение на должность одного из инспекторов лондонской канализации. А поскольку он интересовался садоводством и деревьями, в его изобретательном уме родилась идея выселить из Лондона промышленные предприятия и ароматизировать воздух городских районов цветущими растениями – так сказать, обратить вспять превращение древесины в уголь, хотя бы в местном масштабе. 29 мая 1660 г., в день своего тридцатилетия, на трон взошел король Карл II, а на Лондонском мосту выставили вымоченную в рассоле голову мятежника Оливера Кромвеля, насадив ее на заостренный шест. Этим закончилось семнадцатилетнее кровавое междоусобие, омраченное цареубийством и гражданской войной, и мечта об освеженном и оздоровленном Лондоне, которую стремился осуществить Ивлин, опиралась в том числе и на вновь воскресшее в его душе чувство общественного порядка.

В посвящении, предварявшем его проект, Ивлин рассказывал королю, что однажды, когда он шел по Уайт-холлу, «бесцеремонный дым... так затопил дворец, что им заполнились и наводнились все залы, галереи и другие помещения, до такой степени, [что] люди едва могли различать друг друга в этом облаке, и никто не мог стерпеть этого без величайшего стесне-

³⁸ Artificiall Fire, or, Coale for Rich and Poore. Early English Books Online, Wing (2nd ed.) G623, British Library.

³⁹ Поставки угля в Лондон: Nef. Rise of British Coal. Vol. 1. P. 21. Table 2.

⁴⁰ Evelyn John. A Character of England. L.: Joseph Crooke, 1659. P. 29, 30. Early English Books Online.

ния»⁴¹. Он добавлял, что уже уделил время размышлениям об этой проблеме, но именно «это пагубное происшествие» и «то беспокойство, которое оно, несомненно, причиняет Вашему величеству, равно как и вред Вашему здоровью» вдохновили его на написание этого проекта. Он дал ему величественное название «Fumifugium, или Об изъянах воздуха и рассеянного дыма в Лондоне» (Fumifugium: or, the Inconvenience of the Aer, and Smoake of London Dissipated). Корень *fumi* восходил к латинскому слову *fumus* (дым), а *fuge* – от латинского же *fugo* (изгонять)⁴²: ср. «фумигация». Стремясь пробудить интерес короля, Ивлин утверждал, что его проект превратит дворец и весь город в «одно из приятнейших и прелестнейших обиталищ на свете, причем ценой малых расходов или вовсе без них»⁴³.

Ивлин дал следующее выразительное определение «чистого воздуха»: «прозрачный, свежий, плавно овевающий и приводимый в движение легчайшим мягким ветром; не слишком резкий, но умеренный по характеру»⁴⁴. Таким и должен быть воздух Лондона, отмечал он: город построен на возвышенности, его гравийная почва «изобильна и богато орошаема... водами, образующими родники на каждой его улице». Лондон спускается к «приятной и ухоженной реке», и она унесет прочь промышленные отходы, а солнце рассеет их⁴⁵. Ивлин считал главным виновником загрязнения лондонского воздуха не бытовое, а промышленное сжигание угля. Проблема не в «кухонных очагах», пронизательно доказывал он. Нет, поистине губительный дым исходит «от пивоварен, красилен, печей, где жгут известь, от солеварен и мыловарен и от прочих частных ремесленных мастерских» – из тех же источников, на которые лондонцы сетовали еще со Средних веков. Когда они извергают угольный дым, «город Лондон скорее похож на склоны Этны, двор Вулкана, Стромболи или же окрестности преисподней». Их пагубный дым оставляет «сажевую корку или шубу на всем, до чего он достигает, повреждает движимое имущество, лишает блеска посуду, позолоту и мебель и рушит даже железные прутья и прочнейший камень всепроникающими и едкими духами, сопровождающими его серу»⁴⁶.

Ивлин уверял, что загрязнение угольным дымом не только вредит лондонской застройке, но и несет болезни и смерть горожанам, «убивая их за один год больше, чем могло бы умереть за несколько столетий, дыши они свежим сельским воздухом». Те, кто переезжает в Лондон, обнаруживают «всеохватные перемены в своих телах, которые либо иссушаются, либо воспаляются; «телесные соки» их претерпевают раздражение и проявляют склонность к загниванию; их чувствования и потоотделение... чрезмерно затрудняются наряду с потерей аппетита и своего рода общим помрачением сознания». Однако те же приезжие быстро восстанавливают здоровье, вернувшись домой, что доказывает, что причиной их нездоровья является именно лондонское загрязнение. Для пущей убедительности Ивлин добавил: «Как часто слышим мы, как говорят (рассказывая о некоем покойном соседе или друге): “Он поехал в Лондон и подхватил там сильную простуду... от которой так уже и не смог оправиться”»⁴⁷.

Как же очистить растущий город – город, стоящий на пороге промышленной революции? Прежде всего, утверждал Ивлин, следует освободить Лондон от источников загрязнения: парламент должен потребовать их перемещения на пять или шесть миль вниз по Темзе, за Собачий остров, квадратную милю осушенного болота, вокруг которой река делает крутой изгиб,

⁴¹ Evelyn John. Fumifugium: or, the Inconvenience of the Aer, and Smoake of London Dissipated. L.: printed by W. Godbid, for Gabriel Bedel, and Thomas Collins, 1661; reprinted for B. White, 1672. P. 1, 2.

⁴² По другой версии, *fugium* происходит от глагола *fugio/fugere* («убегать» или «избегать»), а не от *fugo/fugare* («изгонять»).

⁴³ Ibid. P. 3.

⁴⁴ Ibid. P. 13.

⁴⁵ Ibid. P. 17.

⁴⁶ Ibid. P. 19, 20.

⁴⁷ Ibid. P. 24, 25.

способный остановить распространение дыма⁴⁸. Ивлин знал эти места – в 1629 г. их содержание поручили нескольким инспекторам лондонской канализации; в их числе был и он.

Переместив туда промышленные предприятия, жгущие уголь, – подобно тому как в наши дни перемещают заводы в пригородные промышленные зоны, – правительство могло очистить зараженный дымом воздух Лондона. Кроме того, прибавлял Ивлин, это дало бы работу «тысячам добрых лодочников», которые доставляли бы промышленные изделия вверх по реке, в город; а в самом городе освободились бы «дома и участки» с привлекательными видами на реку, и их можно было бы преобразовать в «доходное жилье, а некоторые – в благородные строения для полезного или приятного времяпровождения». (Видимо, реновация и джентрификация городов уходят корнями в далекое прошлое.) Стоит только убрать промышленность в пригороды, писал в конце своего труда Ивлин – и можно предотвратить пожары. Он полагал, что непреднамеренные возгорания возникают в «местах, где постоянно поддерживают такие сильные и чрезмерные огни»⁴⁹. Действительно, в 1661 г., когда был впервые опубликован *Fumifugium*, Лондону оставалось всего пять лет до Великого пожара 1666 г., уничтожившего весь город в пределах старых средневековых стен. И пожар этот начался в пекарне.

Устранение из Лондона промышленности, сжигающей уголь, было лишь первой частью плана Ивлина по очищению воздуха от дыма. Вторая часть отражала опыт автора в разбивке садов. Он предлагал превратить все низинные участки, окружающие город, в поля, засадить их ароматными цветами и кустарниками, в том числе шиповником, жимолостью, жасмином, розами, испанским дроком, лавром, можжевельником и лавандой, «но прежде всего розмарином», запах которого, как считалось, слышен даже в море на сотню миль⁵⁰.

Между полями, окружающими город, он также предлагал посадить цветы и «грядки с фасолью, горохом», но «только не капусту, чьи гниющие и сохнувшие стебли издают весьма неприятный и нездоровый запах». Цветущие злаки «явят свои достоинства», и их можно будет продавать в Лондоне; «отсеченные и обрезанные части» можно будет сжигать зимой в подходящее время, «чтобы над городом вился более благотворный дым»⁵¹.

Но планам Ивлина не суждено было осуществиться. Карл II принял его на королевской яхте «Екатерина» в дни яхтенных гонок на Темзе, говорил с ним о проекте, сказал, что «решительно намерен предпринять что-либо по этому поводу», и даже попросил подготовить законопроект для представления в парламент. Ивлин его составил, но никаких мер так и не приняли. Король был слишком занят – распродал монополии для поправки своего состояния – и не особо думал вкладывать средства в преобразования своей задымленной столицы.

В ноябре 1660 г. было основано Лондонское королевское общество, и одним из его учредителей стал Ивлин. Оно воздало должное трудам садовода и поручило ему в 1662 г. написать отчет о состоянии лесных ресурсов королевства. Его заказал Королевский военный флот, обеспокоенный все большей нехваткой крупных деревьев, необходимых для строительства и ремонта кораблей. Этот отчет, опубликованный в феврале 1664 г., стал самой известной работой Ивлина и получил название: «*Sylva*⁵², или Трактат о лесных деревьях и распространении древесины во владениях Его Величества» (*Sylva: Or, a Discourse of Forest-Trees and the Propagation of Timber in his Majesty's Dominions*). Более того, он оказался первой книгой, изданной Королевским обществом.

Еще много десятилетий англичане в основном обогревали углем дома. Новое топливо еще не приспособили для полезной работы. Жечь его дома было просто; применять в промыш-

⁴⁸ Ibid. P. 36.

⁴⁹ Ibid. P. 37.

⁵⁰ Ibid. P. 47.

⁵¹ Ibid. P. 48, 49.

⁵² Лес (*лат.*).

ленном производстве – трудно и сложно. В домах вполне хватало лишь очагов с дымоходами. Промышленность требовала изменений в самой химии угля. Тем временем спрос возрастал, и вскоре поверхностные выходы «морского угля» истощились. До сих пор уголь получали из карьеров, выкопанных под открытым небом. Теперь его начали добывать из все более глубоких шахт с туннелями, и углекопы, проникая все глубже под землю, достигли водоносных горизонтов. Иные шахты осушали при помощи дренажных стоков, но шахты, слишком глубокие для дренажа, заполнялись водой, и их приходилось забрасывать. Простые технологии помогли перейти с древесины на уголь, когда оскудели английские леса. Но теперь уголь предъявлял новые требования – и обещал награду тем, кто придумает, как их удовлетворить.

Глава 2

Огонь поднимает воду

Чтобы добыть уголь, углекопам нужно было найти угольный пласт. Каменный уголь – спрессованные и обуглившиеся останки древних растений – залегал слоями почти под всей землей Британских островов; мощно в центральной части Англии – Мидлендсе, а мощнее всего – в окрестностях Ньюкасла. Там, где угольный пласт выходил на поверхность на береговом мысу или на склоне холма, уголь могли добывать прямо с поверхности, но такие легкодоступные месторождения быстро исчерпались. После них стали разрабатывать пласты неглубокого залегания: их было легко найти и легко использовать. Для этого либо выкапывали траншеи, либо снимали расположенный над углем слой почвы, либо рыли многочисленные ямы, формой напоминавшие колокол.

Уголь все активнее вытеснял дрова – им отапливали дома, на нем работала промышленность. А население Британии росло, и углекопы искали все более глубокие пласты. Толщина угольного пласта в Британии могла составлять от нескольких сантиметров до – в редких рекордных случаях – десятка метров. Под землей он мог залегать всего-то в паре фатомов – метрах в четырех, а то и меньше, – но порой до него оказывалось около 250 м. Иногда он шел параллельно поверхности земли, иногда – в гору или под уклон. Вода могла течь сквозь него или сквозь пористые породы, расположенные выше или ниже. Часто в таких пластах скрывались полости или каналы с ядовитыми или взрывчатыми газами.

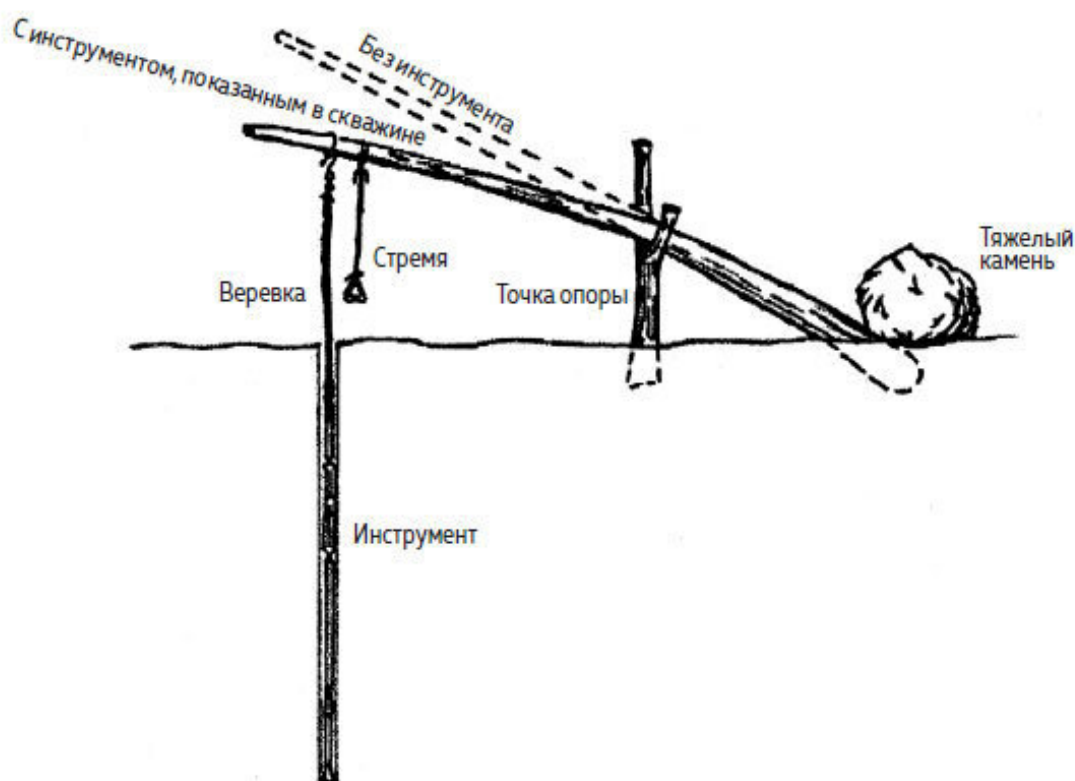
Разведка пластов подразумевала проходку или бурение, а часто и то и другое. Для проходки рыли кирками и лопатами шахту – около 2 м в поперечнике, – над ней устанавливали ворот, чтобы поднимать выкопанную землю, а сверху натягивали холст для защиты от дождя. Углекопам мешали грунтовые воды и песчаные пливуны, поэтому ствол шахты иногда укрепляли брусками, обмазав их для герметичности землей или глиной или же обернув неостриженными овечьими шкурами.

Труднее работалось со скальными породами. Камень требовалось бурить, для чего в земле сперва пробивали дыру в палец глубиной: это делали долотом, крепя его к концу последовательно соединенных стержней из кованого железа. Рычагом служил упругий шест: один его конец закапывали в землю и прижимали тяжелым камнем, середину шеста поддерживала рогатина – точка опоры, а свободный верхний конец позволял землекопу, вставив ноги в стремени, с силой давить – и железные стержни с долотом могли подниматься и опускаться.

После каждого удара угольщики поворачивали долото на четверть оборота, делая скважину круглой. Углубившись примерно на 15 см, стержни приходилось вытягивать, чтобы заново заточить долото и проверить, нет ли на нем следов угля; и это становилось все труднее – ведь скважина углублялась. Если ее забивала раскрошенная порода («обломки», как говорили углекопы⁵³), скважину прочищали, вытянув прутья и прикрепив к ним вместо долота бур с винтовой резьбой. Пробурить твердую породу на метр в день считалось успехом. Глубинный угольный пласт порой могли искать год, а то и дольше, причем угольщикам повышали плату по мере того, как скрепленные стержни становились все длиннее, а работа – все тяжелее⁵⁴. Если скважина доходила до угольного пласта, ее расширяли кирками и лопатами, превращая в шахту.

⁵³ Holland John. The History and Description of Fossil Fuel, the Collieries, and Coal Trade of Great Britain, 2nd ed. L.: Whittaker, 1841. P. 178.

⁵⁴ Проходка и бурение: Hatcher John. The History of the British Coal Industry. Vol. 1. Before 1700: Towards the Age of Coal. Oxford: Clarendon Press, 1993. P. 196, 197.



Пружинящая штанга. S.T. Pees and Associates.

Один из отчетов XVII в. о бурении в Йоркшире послойно описывает обнаруженные породы: «...в земле 1 ярд, в желтой глине 1 ярд, в черном сланце 1 четверть [то есть девять дюймов, или четверть ярда], в сером песчанике два ярда и две четверти, в черном песчанике 2 четверти, в сером камне 2 ярда, в крепком камне [то есть твердой темной породе, например в базальте] 1 четв[ерть], в сером песчанике 2 четв[ерти], в крепком камне фут, в сером песчанике фут, в железяке 6 дюймов», – и так далее, все ниже и ниже, сквозь последовательные слои, пока скважина не доходила наконец до угольного пласта толщиной в треть метра. «Всего, – так завершается отчет, – 21 фатом⁵⁵», то есть 38 с лишним метров земли и камня с огромным трудом пробили долотом⁵⁶.

После открытия шахты ее непременно требовалось держать в сухости. Один викторианский специалист называет воду – и дождевую, которая просачивалась в ствол шахты, и подземную, поступающую из глубинных потоков, – «первым злейшим врагом шахтера»⁵⁷. Если поверхность земли у шахты опускалась ниже ее рабочего уровня, воду могли отвести в естественные стоки через узкую штольню, *adit* (от лат. *Aditus* – вход). По этим же штольням в шахту поступал свежий воздух. В шахтах с газовыми карманами такую естественную вентиляцию регулировали при помощи системы деревянных дверей. Поскольку площадь поперечного сечения таких штолен обычно составляла примерно 45×45 см, не больше, эти двери обслуживали дети, сидевшие до 12 часов в сутки в полной темноте: так тратилось меньше свечей

⁵⁵ 1 дюйм = 2,54 см, 1 фут = 12 дюймам (30,48 см), 1 ярд = 3 футам (91,44 см), а 1 фатом = 2 ярдам (182,88 см).

⁵⁶ О бурении угольных скважин сообщает доктор Мартин Листер (Dr. Martin Lister, Fell. Coll. Phys. & R. S.); сведения или записи ему предоставил мистер Малевевер из Арнклиффа в Йоркшире (Mr. Maleverer, of Arncliffe in Yorkshire) // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 21 (1699). P. 73–78.

⁵⁷ Galloway Robert. *Annals of Coal Mining and the Coal Trade: The Invention of the Steam Engine and the Origin of the Railway*. L.: Colliery Guardian, 1898. P. 56.

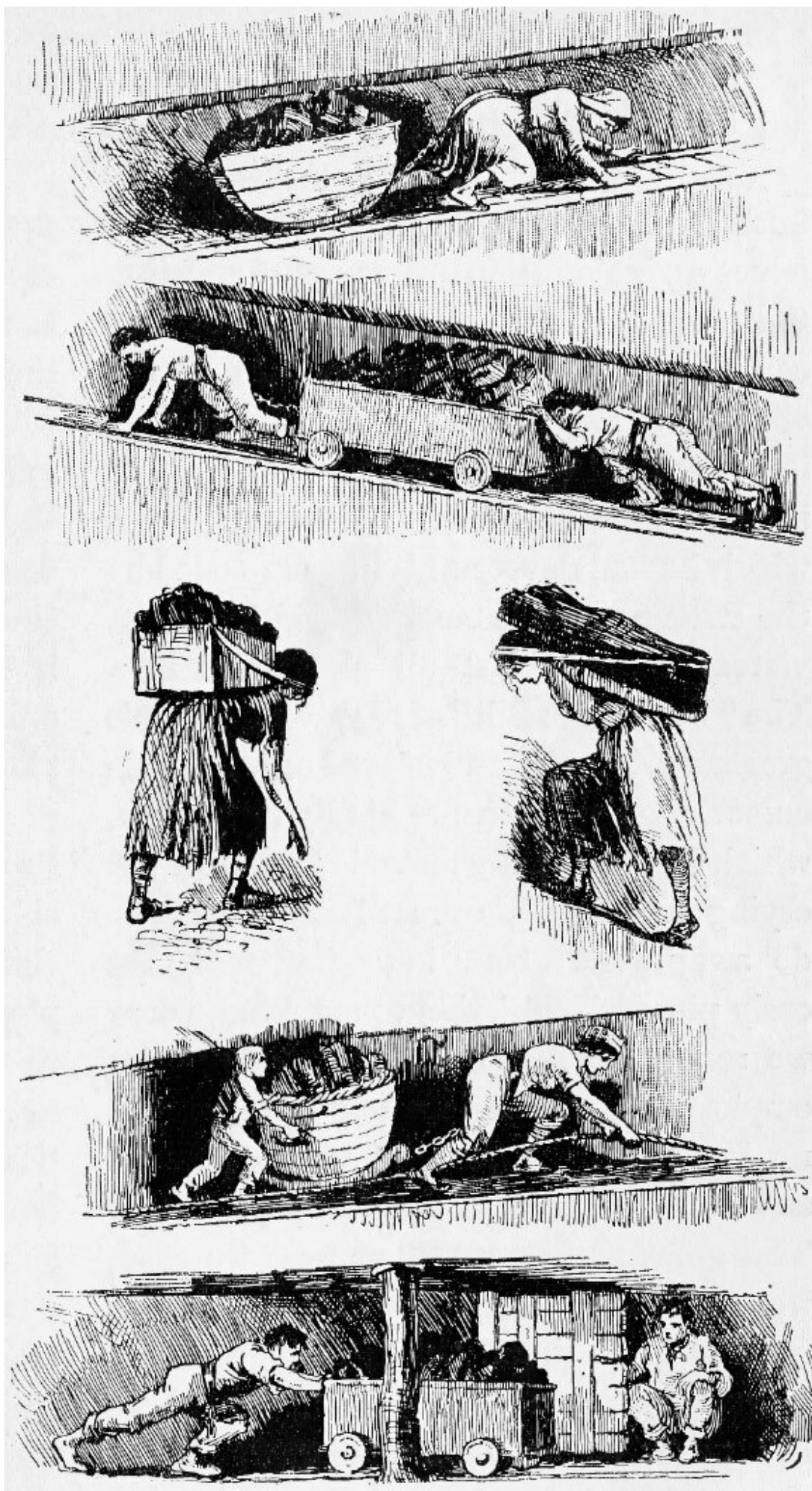
или лампового масла в расчете на день. Пока парламент не принял реформаторский Закон о шахтах 1842 г., запрещавший работать в рудниках женщинам и детям младше десяти лет, под землей трудились целые семьи: мужчины кирками отрубали уголь от поверхности пласта; женщины оттаскивали его в плетеных корзинах, нося их на спине или же в железных или деревянных кадках, к которым пристегивали себя за пояс цепью; дети помогали перетаскивать уголь или занимались дверьми. Семьи должны были приносить свой инструмент; платили только за добытый уголь. Позднее, и на более крупных шахтах, уголь стали возить в вагонетках: в них запрягали пони, которые постоянно жили в подземных стойлах.

Не далее как в 1841 г. неграмотная семнадцатилетняя девушка Пейшенс Кершоу рассказывала на заседании парламентской комиссии об условиях, в которых она работала «таскальщицей», перемещая вагонетки с углем из забоя к стволу шахты:

Я захожу в шахту в пять часов утра, а выхожу в пять вечера; перед этим я завтракаю кашей с молоком; на обед беру с собой пирог и ем его на ходу; а так я ни минуты не отдыхаю, работаю все время, больше я ничего не ем, пока не вернусь домой, а тогда ем картофель с мясом, но мясо не каждый день. Я таскаю в той одежде, которая сейчас на мне, вот, в штанах и тряпичной куртке; проплешина у меня на голове появилась, когда я толкала вагонетки; ноги у меня никогда не опухали, а у [моих] сестер бывало, когда они работали на фабрике; я таскаю вагонетки под землей больше мили, туда и обратно; они весят по три хандредвейта⁵⁸; за день я таскаю по одиннадцать штук; на работе я ношу пояс с цепями, чтобы вытаскивать вагонетки; забойщики иногда бьют меня руками, когда я недостаточно быстро работаю; они бьют меня по спине; мальчишки ко мне пристают; иногда они распускают руки; я единственная девушка на шахте; всего там десятка два мальчишек и полтора десятка мужчин; и все мужчины голые [иначе не выдержать жары и сырости]; я бы лучше работала на фабрике, чем в угольной шахте⁵⁹.

⁵⁸ Около 150 кг.

⁵⁹ Свидетельства предоставлены согласно следующему источнику: Ashley's Mines Commission. www.victorianweb.org.



Газы в угольной шахте таили смертельную опасность. Шахтеры называли их *damps* от средневерхненемецкого слова *dampf* – пар, испарения. Немецкие шахтеры привезли в Англию свое мастерство и свою терминологию еще в Средние века. Рудничные газы образовывались под землей в ходе естественных химических и биохимических процессов. Шахтеры различали пять видов таких газов: «удушливые испарения» (смесь азота с углекислым газом), взрывчатый «гремучий газ» (метан), взрывчатые и удушливые «вонючие испарения», пахнущие тухлыми яйцами (сероводород), удушливые «белые испарения» (угарный газ) и удушливые «вторичные испарения» (смесь газов – угарного газа, углекислого газа, азота и других продуктов взрывов рудничного газа или угольной пыли)⁶⁰. По мере удлинения и углубления шахт естественной циркуляции воздуха уже не хватало для их очистки. Порой проблема решалась так: на дне центрального ствола шахты – в так называемом устье, а если буквально, «оке» – разжигали и поддерживали огонь, который вытягивал воздух из штреков и выводил его вверх по стволу, как по дымоходу. Но взрывы случались часто и иногда ужасали.

«Случаи, когда людей выбрасывало из шахт, – пишет Роберт Галлоуэй, горный инженер Викторианской эпохи, – в ранние времена часто и даже почти регулярно сопутствовали взрывам любой силы на угольных шахтах»⁶¹. Один из самых впечатляющих таких случаев произошел в 1675 г. на шахте Мостин в Уэльсе, находившейся на реке Ди к юго-востоку от Ливерпуля. В 1640 г., когда эта шахта только открылась, шахтеры разработали систему удаления рудничного газа в начале каждого рабочего дня: одного отправляли в шахту впереди прочих, и он нес длинный шест с пучком зажженных свечей на конце, чтобы выжечь скопившийся за ночь газ. Такого человека называли «пожарником». Для защиты от огня он надевал поверх одежды пропитанный водой холщовый балахон. «Когда пламя, возгоревшись, мчалось под сводами шахты, – пишет Галлоуэй, – “пожарник” кидался на землю, лежал распростершись и ждал, пока огонь пройдет над ним»⁶². Днем шахту вентилировали, не давая метану скапливаться, а на следующее утро «пожарник» снова принимался за свою опасную подрывную работу.

К 1675 г. шахта Мостин разрабатывалась уже более трех десятилетий. Затем ее владельцы решили проложить новый шурф к параллельному угольному пласту, залегавшему ниже. Этот пятнадцатиметровый «слепой ствол», или гезенк, заполнился рудничным газом. При его поджоге, сообщает Галлоуэй, произошел взрыв «столь сильный, что это вызывало чувство немалой обеспокоенности»⁶³. Но худшее ждало впереди.

Работы остановили на трое суток, после чего управляющий спустился к устью шахты, пытаясь придумать, как прогнать сквозь шахту достаточно воздуха и тем самым очистить ее от газа. Он взял с собой двух шахтеров. За ними пошли те, кто выкопал новый шурф. «Один из них, – говорится в отчете того времени, – бывший беспечнее других, прошел со своей свечой прямо над устьем шурфа, заполненного газами, отчего те немедленно воспламенились и хлынули по всем пустотам шахты, создав сильнейший ветер, непрерывно горевшее пламя и вместе с этим чудовищный рев». Шахтеры пытались укрыться в шламе, которым был засыпан пол, или за деревянными опорами, поддерживавшими своды. Рокочущая огненная волна прокатилась по шахте до самого конца, отразилась и с ревом ринулась обратно: «Она приблизилась, накатила с невероятной силой; ветер и пламя содрали почти всю одежду с их спин, опалили то, что осталось, обожгли волосы, лица, руки; удар от взрыва был столь силен, что иссек кожу

⁶⁰ Испарения: Galloway, *Annals of Coal Mining*, 160.

⁶¹ *Ibid.* P. 214.

⁶² *Ibid.* P. 220.

⁶³ *Ibid.* P. 221.

так, будто их били розгами». Шахтеров, не сумевших укрыться, разметало по туннелю шахты, ударяя о свод, швыряя на опоры, лишая чувств⁶⁴.

Один из шахтеров, застигнутый взрывом, стоял рядом с устьем верхней шахты. Волна подхватила его, с ревом помчалась вверх по стволу, вырвалась из устья с грохотом артиллерийской канонады, и шахтер взлетел выше самых высоких деревьев – вернее, уже не шахтер, а его тело. Можно сказать, шахта выстрелила несчастным, словно пушечным ядром.

Но сложнее всего в ту раннюю эпоху добычи угля оказалось другое: отводить из шахт воду. Дождевые потоки стекают в ручейки, те впадают в ручьи побольше, ручьи питают реки, и вся эта вода, направляемая силой тяжести, непрестанно стремится все ниже и ниже – к морям. Около трети воды, выпавшей при любом дожде, впитывается в почву и просачивается вглубь земли. Рано или поздно эта вода встречает непроницаемые слои скальной породы. Она растекается по ним и течет вдоль скального пласта, находя трещины или проницаемые породы, и через них проникает дальше, до очередного водонепроницаемого пласта. Она просачивается, процеживается, растекается все шире, насыщает проницаемую породу и образует подземное водохранилище – водоносный слой. Чтобы построить колодец, нужно выкопать скважину достаточно глубокую, способную пройти под поверхность такого водоносного слоя: колодец наполнится до уровня этой поверхности – горизонта грунтовых вод – и будет наполняться заново при каждом заборе воды.

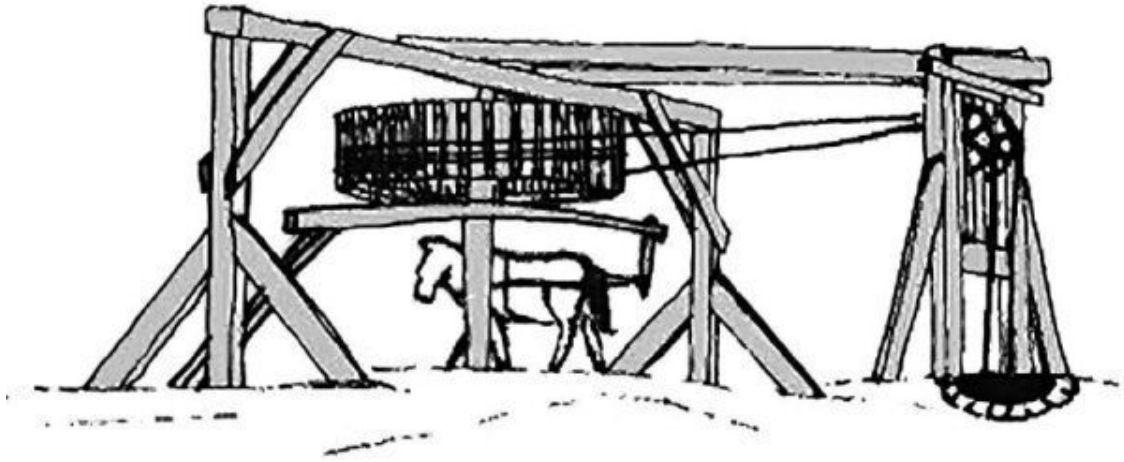
Шахты, расположенные на возвышенностях, могли осушать при помощи штолен. Но поверхностные угольные пласты истощались, отчего владельцы шахт вскрывали другие – более глубокие, уходящие под водоносные горизонты. И если такую шахту затапливало, требовалось либо откачивать воду, либо просто все бросать. Их и бросали, довольно часто, а потому технологии, которые позволили бы осушать такие шахты и поддерживать отвод воды для выработки угля, становились все желаннее. Галлоуэй называл отвод воды из шахт «величайшей инженерной задачей эпохи»⁶⁵.

Откачивать воду ветряными мельницами не получалось: английская погода славилась своей непредсказуемостью. Водяные колеса работали там, где хватало воды, но мощность потоков, как правило, изменялась со сменой времен года. К тому же лишь немногие затапленные шахты находились вблизи достаточно крупных рек. Сначала владельцы шахт запрягали лошадей в ворота – приподнятые над землей горизонтальные барабаны размером с колесо водяной мельницы: животные вращали их, ходя по кругу, и вращение ворота наматывало и разматывало крепкую веревку, проходившую через шкив в ствол шахты.

Конными воротами из шахты поднимали не только ведра с водой, но и корзины с углем. Правда, Галлоуэй говорит, что такая система давала мало, а стоила дорого: лошадей требовалось или покупать, или разводить, а значит – растить, кормить, содержать. «В некоторых случаях для подъема воды из одной-единственной угольной шахты использовалось целых пятьдесят лошадей», – что, по оценке Галлоуэя, стоило не менее 900 фунтов стерлингов в год (113600 фунтов, или 169000 долларов, в нынешних деньгах). Более глубокие шахты, которые не удавалось осушить при помощи одной только конной тяги, приходилось забрасывать. Затапленные шахты, потерянные средства, напрасные труды – все это открывало простор для изобретений.

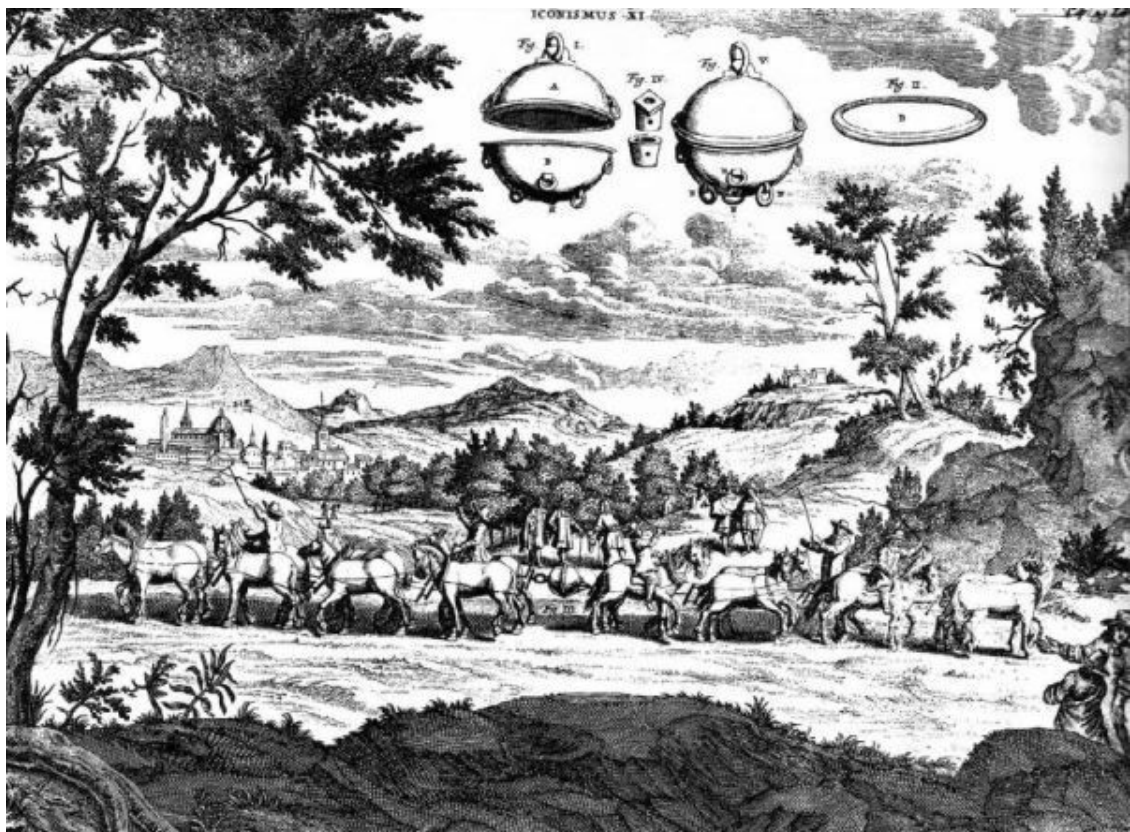
⁶⁴ Ibid. P. 222.

⁶⁵ Ibid. P. 157.



Конный ворот. Источник неизвестен.

Почву для них подготовили научные открытия. О том, что атмосфера имеет вес, знали со времен опытов, поставленных в 1643 г. Эванджелистой Торричелли, учеником Галилея. Опыты Торричелли привели к изобретению ртутного барометра, который реагирует на смену атмосферного давления – то есть изменения плотности воздушного столба, расположенного над прибором. В 1654 г. прусский инженер Отто фон Герике продемонстрировал силу атмосферного давления в знаменитом эксперименте, публично поставленном в Регенсбурге в присутствии императора Фердинанда III. Фон Герике соединил два медных полушария в сферу, откачал из нее воздух и поместил ее между двух упряжек, в каждую из которых запрягли по восемь лошадей. Хотя полусферы прижимались друг к другу только силой атмосферного давления, конные упряжки так и не смогли разъединить их, как ни старались.

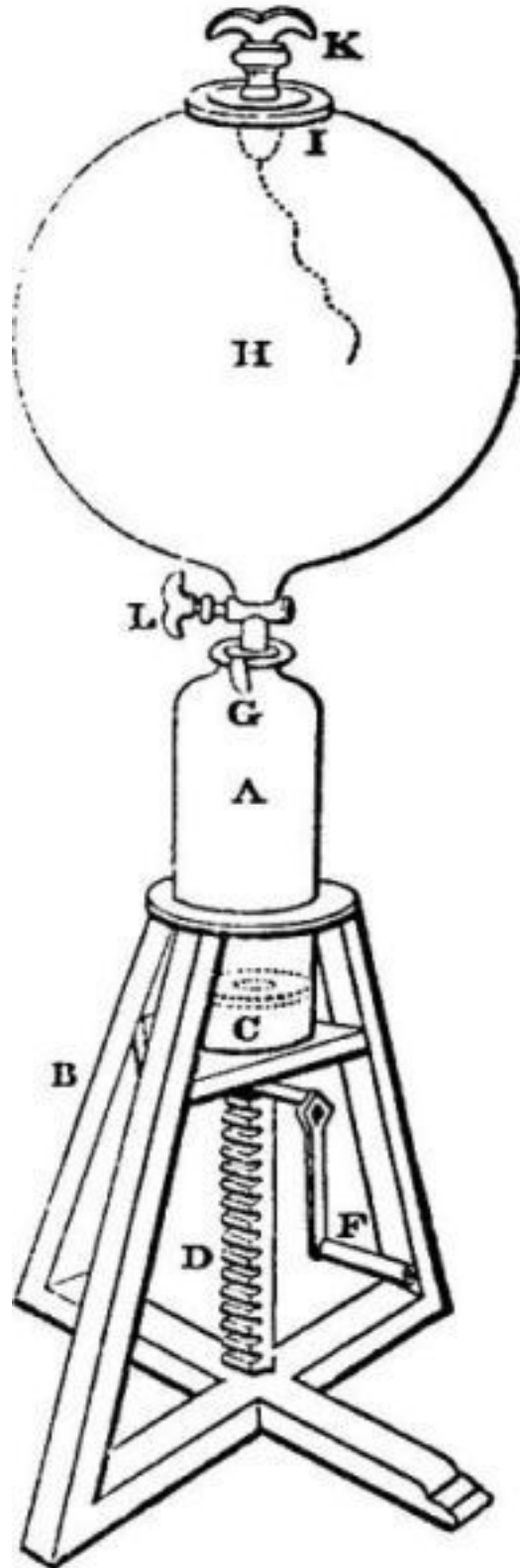


Отто фон Герике демонстрирует давление воздуха на вакуум

Друг фон Герике, математик-иезуит Каспар Шотт, включил отчет об этом событии (и впечатляющую гравюру, изображающую его) в книгу, которую опубликовал в 1657 г. В Англии об опытах, устроенных фон Герике, и о демонстрации прочел состоятельный ирландский натурфилософ⁶⁶ Роберт Бойль, сын графа Коркского, пытавшийся в это же самое время придумать, как создать вакуум в более крупном масштабе, нежели позволяла узкая стеклянная трубка барометра Торричелли⁶⁷. Демонстрация фон Герике впечатлила Бойля, в отличие от лабораторной вакуумной системы. Фон Герике создавал вакуум в лаборатории, откачивая воздух из сосуда, установленного вверх дном в чаше с водой. Бойль хотел экспериментировать с вакуумом – например, посмотреть, что случится с горячей свечой, заключенной в вакуумный сосуд, по мере откачки воздуха, – а как это сделать, если в сосуд приходится проникать из-под воды?

⁶⁶ Ученые назывались по-английски натурфилософами (*natural philosophers*) до 1833 г., когда глава кембриджского Тринити-колледжа Уильям Уэвелл предложил современное название – *scientist*. – *Примеч. авт.*

⁶⁷ Бойль прочитал об опыте: Boyle (1660), 5.



Первый воздушный насос Гука и Бойля. Вынув пробку К, расположенную в верхней точке сферы, в сферу через отверстие помещают исследуемые материалы. Затем, снова закрыв пробку, вращением рычага отводят поршень С вниз по цилиндру А, откачивая из сферы воздух. Клапан L закрывают, что не позволяет воздуху опять заполнить сферу, и снова вращают рычаг в обратном направлении, продвигая поршень вверх. Когда поршень полностью войдет в цилиндр, клапан L вновь открывают, что позволяет откачать из сферы следующую порцию воздуха, постепенно увеличивая разрежение в ней

Хотя Бойль жил к тому времени в Оксфорде, он обратился к известному лондонскому производителю приборов Ральфу Грейтрексу и заказал работоспособный воздушный насос. Грейтрекс с заказом не справился. А потом один из оксфордских преподавателей химии представил Бойлю своего ассистента: молодого, но изобретательного Роберта Гука; тому в 1658 г. исполнилось двадцать три. Бойль привлек Гука к своей работе, и после нескольких безуспешных попыток создать устройство по чужим проектам Гук взялся за проект сам – и его насос работал. Этот прибор первого поколения, медленный и негерметичный, позволил Бойлю начать эксперименты.

Насос Бойля и его последующие опыты с вакуумом не только показали, что вакуум можно создать, изучить и выявить его характерные свойства (в нем гаснут свечи; он проводит свет, но не звук). Они проявили и силу давления воздуха: вес атмосферы, находящейся над нами и вокруг нас в нашей повседневной жизни. «В воздухе, в котором мы живем, – писал Бойль, – есть пружинная, или упругая, сила»⁶⁸. Теперь возник следующий вопрос: как применить столь мощную силу в более крупном масштабе, вне лаборатории?

Эксперименты с использованием тепла для создания частичного вакуума проводились по меньшей мере с начала XVII в. В 1604 г. голландец Корнелиус Дреббель изобрел простой механизм, использующий огонь для откачки воды; впоследствии он привел его изображение в своей книге.

Устройство, описанное Дреббелем, состоит из реторты – металлического сосуда в форме тыквы, – подвешенной над огнем; горлышко реторты погружено в ведро с водой. Когда огонь нагревает реторту, содержащийся в ней воздух расширяется и выходит сквозь воду в виде пузырей. Если убрать огонь, то воздух, оставшийся в реторте, остывает, сжимается и создает частичный вакуум, – и тогда атмосферное давление внешней среды загоняет воду из ведра в горлышко реторты, скрытое под водой. Простой насос Дреббеля открывал широкие возможности. Его могли увеличить, доработать – и, скажем, качать им воду из рек, снабжая ею населенные пункты.

Дреббель, «статный мужчина с очень светлыми волосами... и человек весьма приятных манер»⁶⁹ – по описанию одного придворного, который с ним встречался, – изобрел еще много всего, от систем фонтанов до барометрического «вечного двигателя», демонстрации которого пользовались большим успехом у коронованных особ⁷⁰. В 1605 г. он приехал в Лондон в качестве учителя Генриха Фредерика, принца Уэльского, старшего сына Якова I. Слава о его изобретательских талантах разошлась по всей Европе, и континентальные аристократы приезжали в Лондон только для того, чтобы увидеть его за работой. Когда Рудольф II, император Священной Римской империи, пригласил Дреббеля в Прагу, тому ничего не оставалось, как принять это приглашение, хотя сам он предпочел бы остаться в Англии. Но в 1612 г. Рудольф умер, и Дреббель уже никому не был ничем обязан. К несчастью, тогда же, в восемнадцать лет, умер от брюшного тифа и принц Уэльский. А через год Дреббель вернулся в Англию – на службу к Якову I.

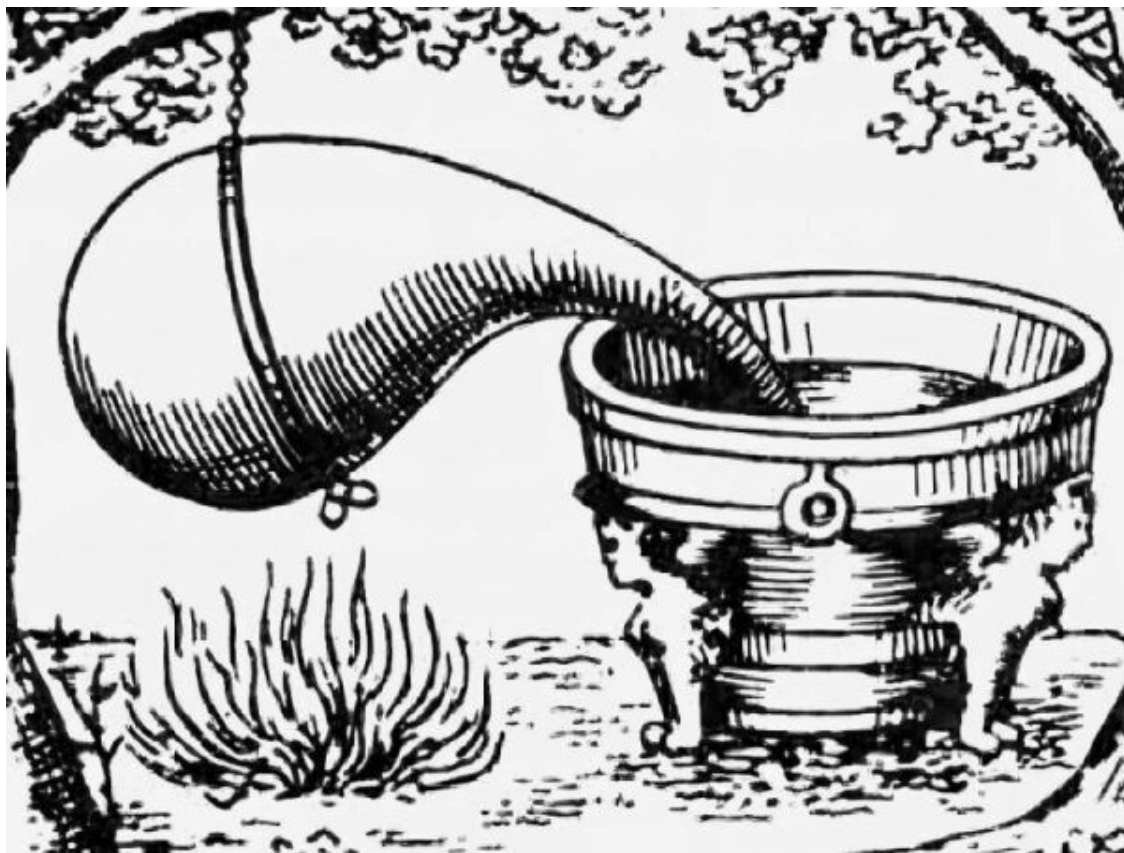
Кое-кого забавляла поддержка, оказываемая Дреббелю королем Яковом I; «говорили, что этот вечный изобретатель так и не придумал ни одной вещи, польза от которой превышала бы ее стоимость». Одним из защитников голландского изобретателя был Константейн Гюйгенс, молодой голландский поэт и дипломат. Они с Дреббелем познакомились в Лондоне в 1621 г. Гюйгенс считал Дреббеля гением, равным великому англичанину Фрэнсису Бэкону.

⁶⁸ Ibid. P. 22.

⁶⁹ Источник цитаты: Gerrit Tierie. Cornelis Drebbel (1572–1633) / PhD diss., Leiden University, 1982. P. 17 (online).

⁷⁰ Ретортный насос Дреббеля: Tierie. Cornelis Drebbel. P. 32, 33.

«При помощи глубочайших знаний, – восхвалял юный поэт своего соотечественника, – он создал замечательные механические устройства»⁷¹.



Простой насос Дреббеля

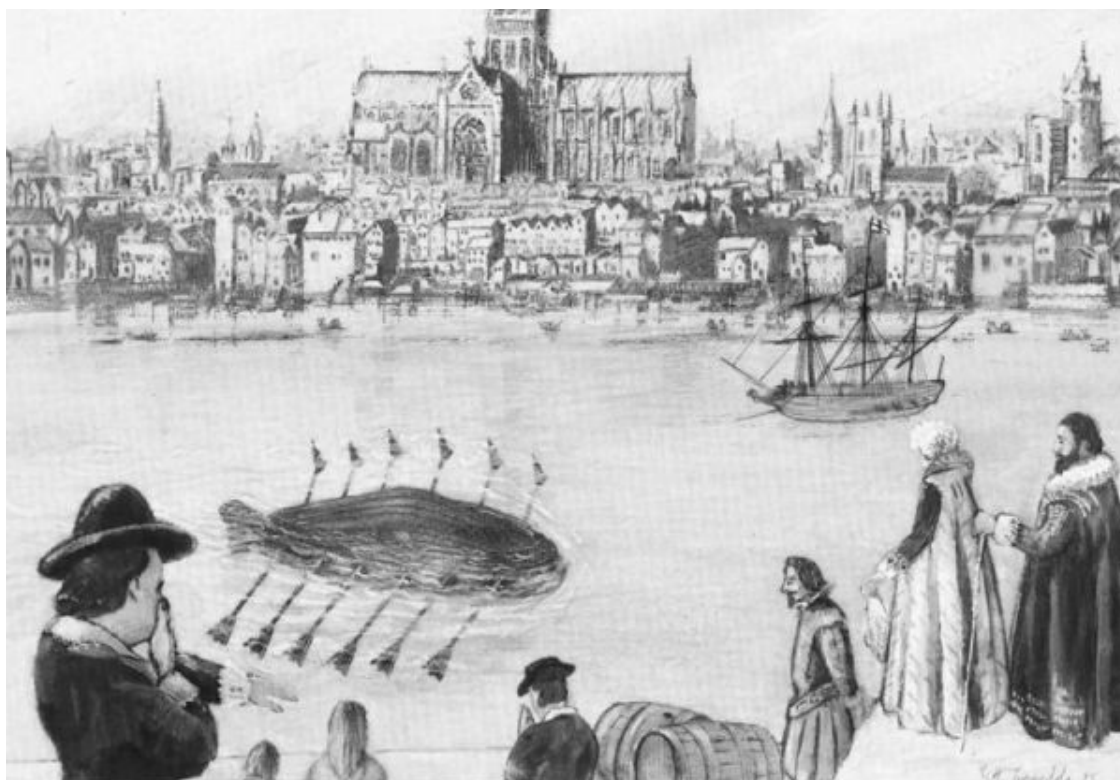
Возможно, самым замечательным из них стала подводная лодка Дреббеля, первая в своем роде, – вытянутый водолазный колокол, который он продемонстрировал в 1620 г. на Темзе представителям Королевского флота. Дреббель взял гребную шлюпку, выбил из нее дно, оборудовал ее куполообразной деревянной палубой, герметизировал уключины и руль кожаными прокладками и покрыл всю лодку водонепроницаемой кожей. Лодка могла оставаться под водой по несколько часов кряду, и есть основания полагать, что Дреббель знал, как химическим путем получать кислород из калийной селитры – нитрата калия – для восполнения в лодке запасов воздуха. Кислотный остаток нитратов (солей азотной кислоты) состоит из азота и кислорода⁷².

Позднее в 1620-х гг. Дреббель изготавливал мины и ракеты для Королевского флота: корабли пытались прийти на помощь протестантам-гугенотам, осажденным французами в Ла-Рошели⁷³. В конце этого же десятилетия у Гюйгенса родился сын Христиан, в будущем – один из величайших натурфилософов XVII столетия. Дреббель умер в 1633 г., но его дружба с отцом Христиана позволила изобретательному голландцу повлиять на развитие мальчика.

⁷¹ Источник цитаты: Tierie. Cornelis Drebbel. P. 28.

⁷² Дреббель получал кислород. См. обсуждение: *ibid.* P. 70.

⁷³ Королевский флот в Ла-Рошели: *ibid.* P. 72.



Подводная лодка Дреббеля на Темзе, 1620 г. Источник неизвестен.

Христиан Гюйгенс впервые получил известность как математик и астроном. Закончив Лейденский университет, где он изучал право и математику, в 1651 г., в двадцать два года, Гюйгенс опубликовал свою первую книгу по математике, посвященную задачам квадратуры – нахождению площади геометрических фигур, например круга. В 1650-х он научился шлифовать линзы и изобрел первый составной окуляр для телескопа, а в 1656 г. верно установил, что выступающие по бокам Сатурна «уши», которые видели прежде и другие астрономы, – это кольца. В том же году он изобрел маятниковые часы.

Эти и другие достижения подготовили почву для избрания этого блистательного молодого изобретателя первым директором недавно созданной Французской академии наук. Жан-Батист Кольбер, министр финансов в правительстве Людовика XIV, задумал ее по образцу британского Королевского общества. Академию учредили в 1666 г., и Кольбер надеялся, что та поспособствует получению знаний, которые можно будет использовать в промышленности для увеличения доходов короля. Гюйгенс кратко изложил свои планы только что назначенным членам академии в следующих словах:

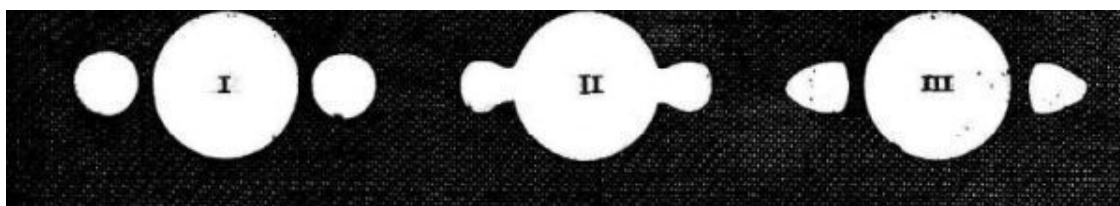
Нет лучше темы для исследований и нет ничего полезнее, нежели узнавать, откуда происходят вес, тепло, холод, магнетизм, свет, цвета, составы воздуха, воды, огня и всей установленной материи, как дышат животные, как образуются металлы, камни и растения, – вот те предметы, о которых человек знает мало или не знает ничего⁷⁴.

В число практических технологий, разработку которых Гюйгенс считал целесообразной, он включил два возможных способа создания движущей силы: «Исследовать силу пороха,

⁷⁴ Источник цитаты: Andriessse C. D. Huygens: The Man Behind the Principle / trans. Sally Miedema. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. P. 229.

малая толика которого заключена в корпус из очень прочного железа или меди. Также исследовать силу воды, преобразуемой огнем в пар»⁷⁵.

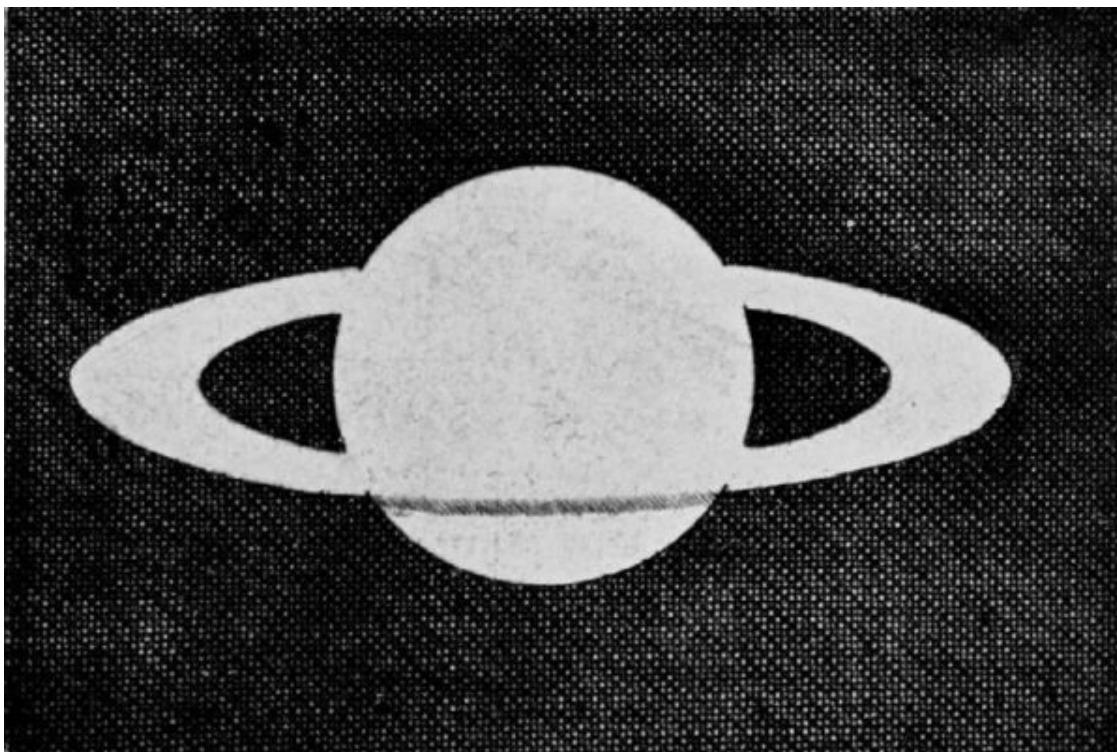
В 1672 г. Гюйгенс продолжал исследовать порох. В те дни в Париж приехал двадцатилетний немецкий ученый-универсал Готфрид Лейбниц: он искал помощи Гюйгенса, чтобы усовершенствовать свои познания в математике. Гюйгенс согласился и поручил Лейбницу изучать квадратуры и вычислять значение числа π . В авантюре с «пороховой машиной», которой Гюйгенсу еще предстояло заняться в будущем, ему помогал и кое-кто еще: Дени Папен, врач, бывший на год младше Лейбница и оставивший медицину ради инженерного дела. Гюйгенс и Папен познакомились в 1671 г. в Версале, великолепном дворце Людовика XIV, расположенном в 20 км к юго-западу от Парижа, где молодой инженер обеспечивал работу системы ветряных насосов, подававших воду в фонтаны обширных дворцовых садов. Работа Папена так впечатлила Гюйгенса, что он предложил тому должность ассистента.



Ранние представления о Сатурне: 1) Галилей, 1610 г.; 2) Христофор Шейнер, 1614 г.; 3) Джованни Батиста Риччоли, 1641 г. Гюйгенс опубликовал эти и другие версии в своей книге, вышедшей в 1659 г., в которой справедливо предположил, что «уши» Сатурна – это кольца

Задача, которую Гюйгенс поставил в 1672 г. перед двумя своими учениками, состояла в разработке двигателя, работающего на порохе. По-видимому, такую диковину разработал – и, возможно, изготовил ее прототип, – Каспар Кальтхоф, еще один голландский инженер и оружейник. Много лет Кальтхоф работал на английскую корону в Воксхолле, экспериментальном оружейном заводе, располагавшемся в лондонском районе Ламбет, – там же, где конструировал свою подводную лодку Дреббель. Гюйгенс познакомился с Кальтхофом в один из своих приездов в Лондон и вынес из этой встречи некоторое представление о возможных принципах работы порохового двигателя. Кальтхоф умер в 1667-м либо годом позже, и дальше его проект могли развивать все желающие.

⁷⁵ Источник цитаты: Valenti Phillip. Leibniz, Papin, and the Steam Engine: A Case Study of British Sabotage of Science // American Almanac online, 1996. N.p.



Версия Гюйгенса из той же книги 1659 г., *Systema Saturnium*

Еще до этого Лейбниц, состоявший в переписке с фон Герике, по просьбе другого члена Французской академии наук написал отчет о том, как прусский инженер демонстрировал вакуум⁷⁶. Пороховой двигатель, который они с Папеном конструировали теперь для Гюйгенса, по-иному преобразовывал атмосферное давление в механическую работу: взрыв небольшого порохового заряда под поршнем, установленным внутри толстостенного металлического цилиндра, выталкивал немного воздуха из цилиндра через откидные клапаны, создавая частичный вакуум. Внешний воздух давил на открытый конец поршня и вводил его глубже в цилиндр. И если к поршню крепили шток или трос, то предметы, присоединенные к ним, перемещались.

Гюйгенс продемонстрировал модель такого двигателя Кольберу. Двигатель, по его словам, уже поднимал «с легкостью... четверых или пятерых пехотинцев»; видимо, пехотинцы стояли на платформе, соединенной с тросом поршня⁷⁷. Гюйгенс предполагал, что с его пороховым двигателем «можно будет поднимать целые глыбы при строительстве зданий, возводитьobelisks, доставлять воду в фонтаны или приводить ею в действие мукомольные мельницы». Голландский инженер предвещал «новые, невиданные экипажи, наземные и водные» и даже «некие экипажи для движения по воздуху»⁷⁸.

Однако пороховой двигатель работал плохо. При взрыве из цилиндра выходили не все газы, что ограничивало достижимое разрежение; пороховой нагар образовывал корку на стенках цилиндра; а кроме того, конструкция двигателя предполагала одиночные взрывы: после каждого из них поршень требовалось выводить из цилиндра, чтобы вложить новый пороховой заряд. Такое устройство не годилось для мукомольных мельниц, да и воды с ним было особо не поднять.

⁷⁶ Отчет Лейбница о фон Герике: Antognazza (2009). P. 141.

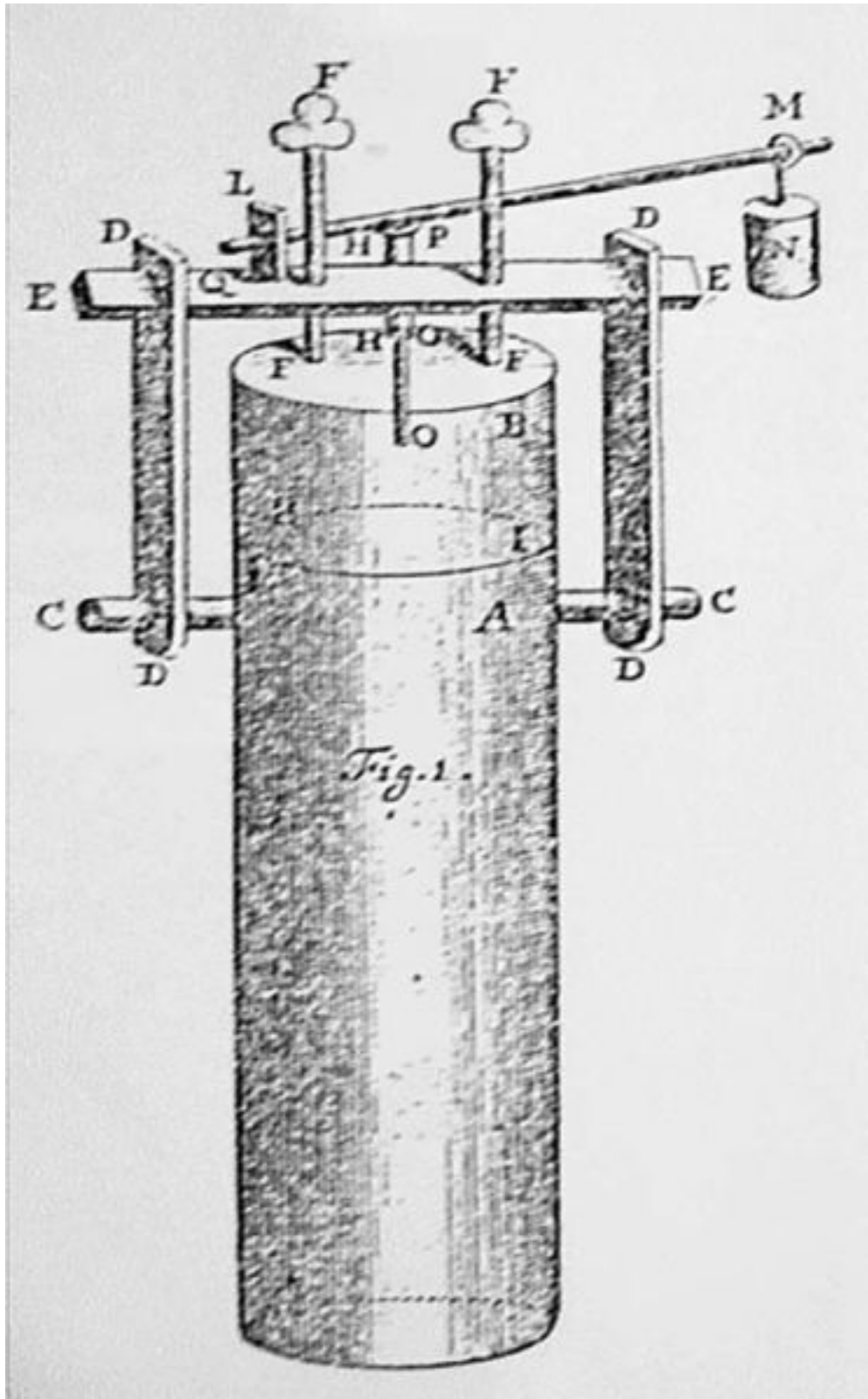
⁷⁷ Источник цитаты: Andriessse. Huygens: Man Behind the Principle. P. 278.

⁷⁸ Источник цитаты: Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 3.

Гюйгенс занялся изобретением пружинных карманных часов, а несколько лет спустя выдвинул постулат о конечности скорости света. Лейбниц перебрался в Лондон, где его избрали членом Королевского общества, – но даже при этом все так же, и удручающе бесплодно, искал надежного положения, способного дать ему время для философских занятий. Папен, врач, ставший инженером, сознавал, что быть гугенотом в католической Франции все опаснее, и в 1675 г. переехал в Лондон. Благодаря рекомендательному письму Гюйгенса он познакомился с Робертом Бойлем, лишившимся помощи Гука: последний перешел на работу в лондонском Грешем-колледже и Королевском обществе. Бойль, никогда не питавший склонности к практической экспериментальной работе, принял Папена лаборантом.

Папен уже долго работал с паром, опыт его возрастал, и он решил разработать устройство, которое делало бы более удобоваримыми жесткие овощи и мясо и даже кости, – иными словами, пароварку. Свое изобретение он назвал «Новым варочным устройством для размягчения костей и т. д.»⁷⁹ и в 1679 г. продемонстрировал его Королевскому обществу. Могло показаться, что это новаторское кулинарное устройство не имеет ничего общего с созданием паровой машины, но в нем присутствовал ключевой элемент, впоследствии ставший необходимым для обеспечения безопасности таких машин, – саморегулирующийся предохранительный клапан. Как и в предохранительном клапане современных пароварок, в клапане Папена был предусмотрен нагруженный рычаг, и располагался он над маленькой трубкой, проходившей сквозь крышку пароварки. Когда давление пара в пароварке становилось достаточным, чтобы поднять груз, клапан открывался, выпуская часть пара и уменьшая внутреннее давление, что предохраняло установку от взрыва.

⁷⁹ Источник цитаты с иллюстрациями: *ibid.* P. 6.



Пароварка Папена 1679 г. с нагруженным предохранительным клапаном L-M-N

В 1681 г. Папен перебрался в Венецию, где возглавил экспериментальное отделение недавно созданной научной академии, которую Амброс Саротти, посол Венецианской республики в Англии, организовал в подражание Королевскому обществу. В 1684-м Папен вернулся в Англию на должность временного куратора экспериментов Королевского общества с весьма скромным жалованьем – 30 фунтов в год (что соответствует 4000 фунтам, или 6000 долла-

рам, в нынешних деньгах); при этом он, видимо, надеялся получить назначение секретарем общества. В Англии XVII в. лаборантов, сколь угодно одаренных, не причисляли к ученым: их воспринимали скорее как слуг, обязанных представлять любое мнение господ, как верное, так и ошибочное⁸⁰. Секретарем Королевского общества стал в итоге Эдмунд Галлей, и в 1687 г. Папен еще раз пересек всю Европу, чтобы занять должность профессора математики в Марбургском университете в Гессене, среди своих единоверцев-гугенотов.

В Марбурге Папен продолжил опыты. В конце 1680-х гг., заметив, что вода, обращаясь в пар, возрастает в объеме в тысячу с лишним раз, он решил, что в качестве рабочего вещества двигателя лучше использовать не порох, а пар.

«Поскольку свойство воды таково, – писал он в 1690 г., – что малое ее количество, будучи преобразовано в пар под действием тепла, обладает упругой силой, подобной упругой силе воздуха [то есть расширяется и давит на стенки сосуда. – *Авт.*], но при последующем охлаждении вновь становится водой, лишенной и следа упомянутой упругой силы, я уверился, что возможно построить машины, где вода, при посредстве не слишком интенсивного нагрева и с малыми затратами, сможет создавать тот совершенный вакуум, который не удалось получить с помощью пороха»⁸¹.

Папен предлагал наполнять паром цилиндр, перемещая поршень в наивысшее положение, а затем удерживать поршень в этом положении при помощи стопора, пока цилиндр охлаждается и пар снова конденсируется в воду, теряя большую часть объема, занимаемого прежде. Если такой цилиндр не сообщается с наружным воздухом, на месте конденсированного пара останется вакуум. Тогда стопор следует убрать, и вся сила атмосферного давления опустит поршень и заполнит этот вакуум, увлекая вместе с поршнем все, что к нему присоединено. И если несколько таких устройств работают совместно – подобно цилиндрам современного автомобильного двигателя, закрепленным вдоль коленчатого вала, – то можно достичь устойчивого производства двигательной энергии.

Папен полагал, что с его «трубами» можно будет «поднимать из шахт воду или руду, выстреливать железными снарядами на огромные расстояния, двигать корабли против ветра и вершить великое множество других сходных дел». Из всех этих возможностей его больше всего интересовало «приведение в движение морских судов... Мои легковесные трубы не замедляют движения судна, занимают немного места, а также их возможно изготовить в больших количествах при наличии завода, построенного и оборудованного для этой цели; наконец [в отличие от животной или человеческой силы], трубы не потребляют топлива за исключением того времени, когда работают; они не требуют расходов, когда судно стоит в гавани»⁸².

Источником энергии в двигателе Папена служил не пар, а давление атмосферы: именно оно воздействовало на разрежение, возникающее после конденсации пара. Поэтому для увеличения мощности двигателя требовался больший объем пара в более объемных цилиндрах, на которые мог воздействовать больший атмосферный столб. В то время никто не умел изготавливать столь крупногабаритные машины. И Папен надеялся, что его новый двигатель весьма поспособствует развитию средств их производства.

Когда Папен преподавал в Марбурге, он женился на своей овдовевшей кузине, и к тяготам его жизни прибавились заботы о ее многочисленных родственниках. В поисках должности с более высоким жалованьем он обратился к Гюйгенсу. Возможно, поэтому в 1695 г. его назначили советником ландграфа Гессен-Кассельского: это было наивысшее в его жизни достижение в поисках покровителя-аристократа. К несчастью, ландграфа Карла не интересовало финанси-

⁸⁰ О статусе лаборантов: Shapin Steven. The Invisible Technician // American Scientist. 77. № 6 (1989). P. 554–563.

⁸¹ Papin Denis. A New Method of Obtaining Very Great Moving Powers at Small Cost. Reprinted in translation in James Patrick Muirhead. The Life of James Watt, with Selections from His Correspondence. N.Y.: D. Appleton, 1859. P. 136–142, q. v. (1690). P. 105, 106.

⁸² Ibid. P. 108, 109 (tran. ed.).

рование сталелитейного цеха или завода для производства атмосферного двигателя Папена. Вместо этого он хотел устроить в своих садах фонтаны наподобие версальских.

Для этого проекта Папен разработал и построил паровой насос, поднимавший воду в установленный на высоте резервуар: оттуда вода под действием силы тяжести поступала в фонтаны ландграфа. На разработку и сооружение этой системы ушел год. Все работало, но недолго: вскоре прорвало одну из труб. Папен изготовил новую трубу. Прорвало и ее. Качество производства труб еще не позволяло работать с паром под высоким давлением⁸³.

Затем, как Папен писал Лейбницу в апреле 1698 г., ландграф разработал собственную программу, «новый план, весьма достойный великого Государя, цель которого – попытаться выяснить, откуда берется соль в соляных источниках». Для этого требовалось придумать, как извлечь «огромное количество воды... Я произвел множество опытов, пытаюсь найти пользу в применении к этой задаче силы огня». Он строил новую печь для изготовления крупных реторт из кованого железа и разработал мехи нового типа для раздувания огня в этой печи. «И так одно влечет за собой другое», – заключал Папен. Ему приходилось разрабатывать новую инфраструктуру по ходу дела, и это замедляло и усложняло осуществление каждого проекта⁸⁴.

Лейбниц немедленно ответил на письмо Папена. Он спрашивал, основана ли система для подъема воды на разрежении, то есть на конденсации пара для получения вакуума. Папен ответил утвердительно, только уточнил, что она *также напрямую использует давление пара*. «Это [прямое] действие не ограничено, – писал он Лейбницу, – в отличие от всасывания»⁸⁵. Папен хотел сказать, что его двигатель работал в двух режимах: (1) под давлением расширяющегося пара и (2) в режиме разрежения или всасывания, – используя силу атмосферного давления для заполнения частичного вакуума. В фазе прямого действия в цилиндр заливали немного воды, вставляли поршень, опускали его до соприкосновения с водой; после на цилиндр навинчивали крышку с отверстиями, а под ним разжигали огонь. Превратившись в пар, вода толкала поршень вверх, а затем его удерживал на месте подпружиненный шток. Когда огонь гасили, цилиндр остывал, и пар, бывший внутри его, конденсировался обратно в воду, и там, где он находился прежде, создавалась пустота. Шток отводили, и поршень, говоря словами Папена, мог «подвергнуться давлению всей тяжести атмосферы» – и шел вниз, снова заполняя цилиндр⁸⁶. Если поршень соединялся с коленчатым валом, то оба хода поршня – подъем под давлением пара и спуск под давлением атмосферы – удавалось обратить в полезную работу, например накачать воду или обеспечить вращение лопастного колеса судна.

Папен понимал, что совершенный им переход к непосредственному применению давления пара – это революция. Состояние дорог в ту эпоху, полагал он, вероятно, не позволило бы использовать паровые повозки, «но что касается перемещений по воде, я тешу себя мыслью, что мог бы довольно быстро решить эту задачу, если бы смог найти большую поддержку»⁸⁷.

К сожалению, положение Папена не позволило ему построить даже модель такой паровой машины двойного действия. Ландграф не пожелал финансировать его проект, а своих денег у Папена не было. Единственное, что он смог сделать, – это опубликовать в 1695 г. книгу о своих изобретениях, «Собрание различных писем относительно некоторых новых машин»⁸⁸. В этой книге он описывал свои «гессенские мехи»: вентилятор, вращающийся внутри корпуса, – нечто вроде большого современного фена, но без нагревательного элемента – и предлагал нагнетать ими либо воздух, заменив обычные мехи при плавке железа, либо воду при ее подаче в фон-

⁸³ Проект фонтанов ландграфа: Strandh Sigvard. A History of the Machine. N.Y.: A&W, 1979. P. 115.

⁸⁴ Источник цитаты: Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 10.

⁸⁵ Ibid.

⁸⁶ Papin. A New Method of Obtaining // Muirhead. The Life of James Watt. P. 106.

⁸⁷ Источник цитаты: Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 10.

⁸⁸ Книга Папена: Recueil de diverses Pièces touchant quelques nouvelles Machines, &c. Par Mr. D. Papin, Dr. en., Med. &c. A Cassel, 1695.

таны или при тушении пожаров. Более радикальным стало предложение Папена использовать его паровую машину для осушения шахт. Рецензия на его книгу появилась в выпуске «Философских трудов Лондонского королевского общества» (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*) за 1695 г., так что с ее основными идеями должны были познакомиться по меньшей мере члены общества, читавшие этот журнал, – и, почти наверняка, многие другие⁸⁹.

В очередном письме к Лейбницу, написанном в 1698 г., Папен сообщал, что ему удалось «поднять воду на высоту до 70 футов [21 м]» при помощи давления пара. Этот результат оказался важным достижением, потому что атмосферный двигатель, где пар использовался только для создания вакуума, мог поднимать воду всего лишь приблизительно на 10 м: такова максимальная высота подъема, которую может обеспечить атмосферное давление, 1013 гектопаскалей на уровне моря. Попутно Папен обнаружил: если нагреть пар выше точки кипения, это чрезвычайно увеличит его силу. А это, писал он Лейбницу, означает, что пар – лучшее рабочее вещество, чем порох⁹⁰. Как показало дальнейшее развитие событий, Папен был прав, но технологии его времени, особенно низкая температура плавления припоя, которым соединялись пластины паровых котлов, не позволяли применять более горячий пар под высоким давлением: стоило давлению возрасти, как припой размягчался, и паровые котлы то и дело разваливались на части.

В 1698 г. у Папена появился конкурент на роль изобретателя и первопроходца. Пока Папен переписывался с Лейбницем, английский инженер Томас Севери оформлял патент на «Новое изобретение для подъема воды и приведения в движение всевозможных машин побудительной силой огня, весьма полезное и выгодное для осушения шахт, обеспечения городов водой и работы всевозможных мельниц в местах, не имеющих ни удобных вод, ни постоянных ветров [для водяных и ветряных мельниц]». Как и двигатель Папена, двигатель Севери накачивал воду, сочетая атмосферную и паровую системы. Его уменьшенную модель продемонстрировали на заседании Королевского общества 14 июня 1699 г., и она произвела впечатление. Однако Севери, как и Папену, предстояло осознать, как трудно будет создать полномасштабный работоспособный двигатель, а еще труднее – добиться его беспристрастной оценки⁹¹.

⁸⁹ Рецензия на книгу Папена: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 19 (1695–1697). P. 481.

⁹⁰ Папен и перегретый пар: Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 11.

⁹¹ 36. 14 июня 1699 г.: Savery Thomas. *The Miner's Friend; or, An Engine to Raise Water by Fire, Described. And of the Manner of Fixing It in Mines; With an Account of the Several Other Uses It is Applicable Unto; and an Answer to the Objections Made Against It.* L.: S. Crouch, 1702. A4.

Глава 3

Великан с единственной мыслью

Дени Папен был человек честный. Хотя он мог бы заявить, что Томас Севери украл у него идею паровой машины двойного действия, он знал, что идеи «поднятия воды огнем» в прямом смысле слова витали в воздухе эпохи Просвещения. «Я не сомневаюсь, что та же мысль могла прийти в голову [мистеру Севери], – отреагировал он на известие о том, что в 1698 г. Севери получил патент на свое изобретение, – и другим, без получения сведений о ней из других источников»⁹².

Однако в 1704 г., когда Лейбниц прислал Папену набросок схемы двигателя Севери, получив чертеж через свои лондонские связи, Папен понял, что эта конструкция чрезвычайно непроизводительна и, возможно, даже неработоспособна. В одной из фаз работы насоса двигатель Севери использовал пар для вытеснения холодной воды из бака, причем между паром и водой не предусматривался поршень, способный препятствовать конденсации пара под действием холодной воды. Для вытеснения воды приходилось вводить в бак гораздо больший объем пара⁹³. Такая потеря энергии уменьшала производительность двигателя до величины, меньшей 1 %⁹⁴. Кроме того, у котла Севери отсутствовал предохранительный клапан, который Папен изобрел и начал применять за несколько десятилетий до этого, когда создавал пароварку; со временем этот клапан стал стандартным элементом всех паровых котлов в его проектах.

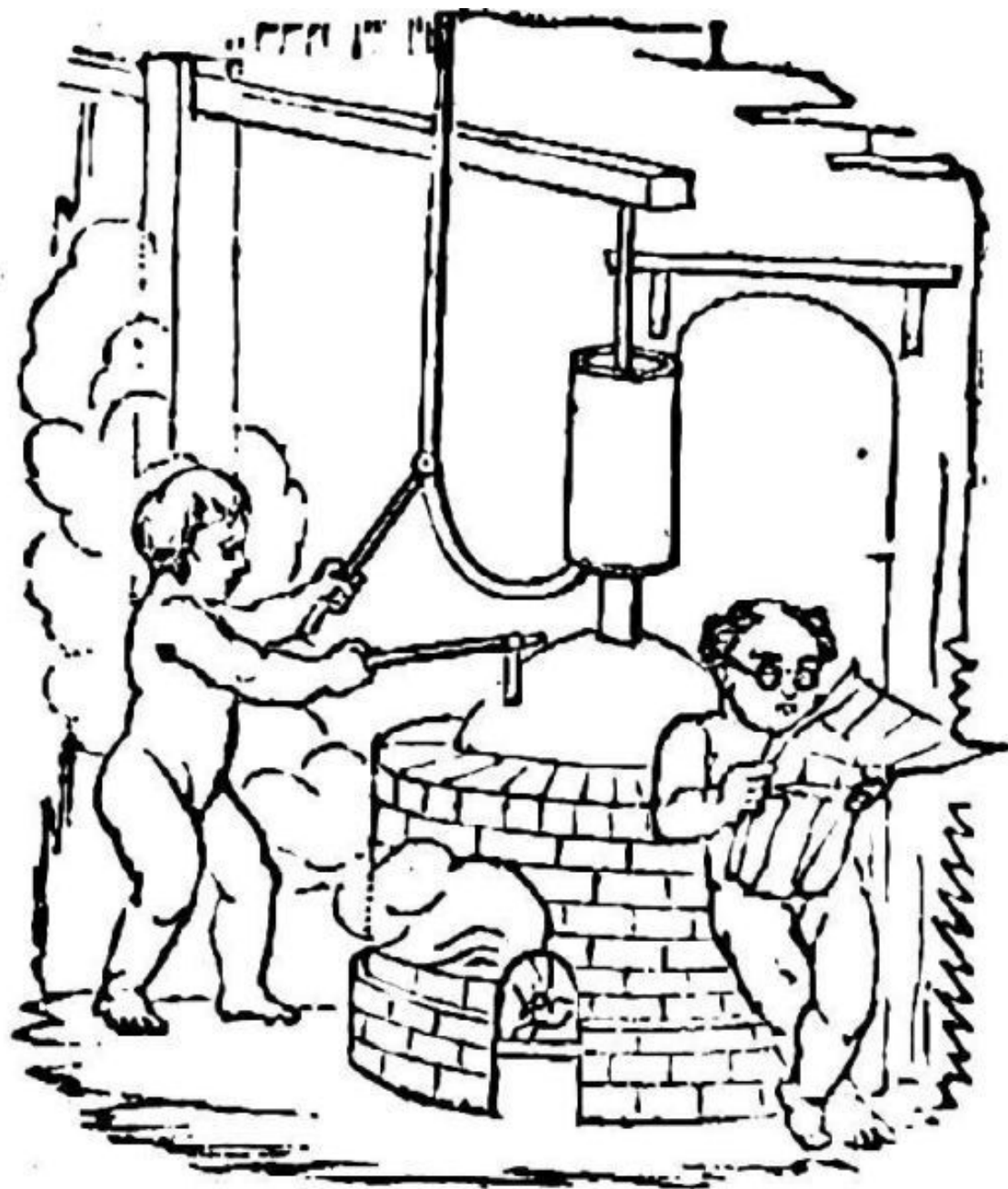
Однако машина Папена, как и машина Севери, обладала конструктивными недостатками, которые ни один из изобретателей так и не устранил: оба двигателя были рассчитаны на ручное управление. Их сложный рабочий цикл требовал неутомимого оператора, способного открывать и закрывать различные клапаны по нескольку раз в минуту. Даже в одном из поздних писем к Папену (1707 г.) Лейбниц рекомендовал усовершенствовать конструкцию так, чтобы клапаны двигателя «поочередно открывались и закрывались *машиной*, без необходимости использовать для этой цели человека»⁹⁵.

⁹² Belidor Bernard Forest de. Architecture hydraulique, ou L'art de Conduire, d'Élever et de Ménager les Eaux. Vol. 2. Paris: Chez L. Cellot, 1782. P. 309.

⁹³ Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 14.

⁹⁴ Производительность двигателя Севери: Landes (1969). P. 101.

⁹⁵ Valenti. Leibniz, Papin, and the Steam Engine. P. 19 (курсив мой).



«Друг шахтера»

Но Папен не мог заниматься усовершенствованиями. Лишившись благосклонности своего покровителя, гессенского ландграфа, в 1706 г. он решил вернуться в Англию и привез с собой планы колесного корабля на паровой тяге, которые собирался представить Королевскому обществу. К несчастью, в Лондоне связь с Лейбницем ему не помогала, а вредила. В 1703 г. пожизненным председателем Королевского общества избрали Исаака Ньютона. До этого Лейбниц и Ньютон независимо друг от друга разработали высокоэффективную математическую систему, известную под названием «дифференциальное и интегральное исчисление», и Ньютон, а также его последователи теперь воевали с Лейбницем за приоритет в этом достижении.

Папен выступил перед Королевским обществом с описанием своего парохода в феврале 1707 г. Он просил общество помочь ему построить 80-тонный прототип, который, по его оценкам, должен был обойтись в 400 фунтов (57000 фунтов, или 84000 долларов, в нынешних

деньгах)⁹⁶. Этих денег он так и не получил; кроме того, Королевское общество, возглавляемое Ньютоном, не собиралось вновь предоставлять Папену должность куратора. Вместо этого оно предложило ему оплачивать все экспериментальные демонстрации, при условии, что тот будет заранее представлять свои идеи на утверждение общества. А в 1708 г. руководство общества передало планы паровой машины Папена для оценки Севери, его главному конкуренту. Севери, что и неудивительно, раскритиковал конструкцию. Если Папен отверг чрезвычайно непроизводительное предложение Севери – выкачивать холодную воду открытым паром, – то Севери забраковал цилиндр и поршень Папена, утверждая, что эта конструкция не будет работать «по причине слишком большого трения»⁹⁷.

Еще четыре года доведенный до отчаяния Дени Папен предлагал продемонстрировать самые разнообразные свои изобретения – и печь с экономным расходом топлива, и способ очистки и нагревания воздуха в помещении, – но Королевское общество не пожелало ни рассмотреть, ни поддержать ни одно из них. Потерпев полный крах в Лондоне эпохи Стюартов, Папен исчез со страниц истории в 1712 г.⁹⁸

Дела Томаса Севери складывались немногим лучше. «Если двигатель Севери был небольшим, работать он мог, и в высшей степени убедительно, – пишет специалист по истории техники Ричард Лесли Хиллс. – Когда Севери демонстрировал свои модели, его проект, несомненно, вызывал сильнейший энтузиазм»⁹⁹. Наряду с демонстрациями Севери опубликовал книгу «Друг шахтера, или Машина для подъема воды при помощи огня» (*The Miner's Friend; or, An Engine to Raise Water by Fire*), украшенную изображениями маленьких трудящихся ангелочков¹⁰⁰.

Но чем крупнее была машина, построенная Севери, тем менее эффективно она работала. Она достаточно хорошо функционировала в качестве атмосферного двигателя – создавая частичный вакуум после того, как на цилиндр, заполненный паром, лили холодную воду, – и поднимала воду в трубе на высоту около 6 м. Однако за неимением предохранительного клапана прямой впрыск пара позволял поднять воду лишь немногим выше – а дальше уже возникал риск взрыва парового котла. «Слишком сильный пар разорвал ее на мелкие части», – сообщал один из наблюдателей¹⁰¹. Машины Севери служили водяными насосами на водонапорной башне компании *York Buildings*, стоявшей на берегу Темзы, а также в королевской резиденции в Кенсингтоне, дворце королевы Анны¹⁰².

«Севери чрезвычайно сильно переоценивал возможности своей машины, – заключает Галлоуэй, – и недооценивал недостатки ее применения. Он построил несколько таких машин, вполне успешно качавших воду для дворянских усадеб, но для осушения шахт они оказались совершенно непригодны»¹⁰³. Для очистки от воды глубокой затопленной шахты требовалось от пяти до десяти машин Севери, расположенных в стволе шахты одна над другой, через каждые 30 футов (9 м). С учетом их прожорливости десять таких машин могли потреблять почти весь уголь, добываемый в шахте, не говоря уже о том, сколь изнурительной оказывалась их эксплуатация. Да и владельцы шахт не горели желанием устанавливать в своих рудниках огненные

⁹⁶ Проект парового двигателя Папена: Robinson H. W. Denis Papin (1647–1712). Notes and Records of the Royal Society of London 5. № 1 (October 1947). P. 49.

⁹⁷ Jenkins Rhys. The Heat Engine Idea in the Seventeenth Century: A Contribution to the History of the Steam Engine // Transactions of the Newcomen Society 17 (1937). P. 9.

⁹⁸ Разнообразные изобретения Папена: Robinson. Denis Papin. 49.

⁹⁹ Richard L. Hills. Power from Steam: A History of the Stationary Steam Engine. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. P. 16.

¹⁰⁰ Ibid.; Savery. Miner's Friend.

¹⁰¹ Источник цитаты: Jenkins Rhys. Savery, Newcomen and the Early History of the Steam Engine. pt. 2, Transactions of the Newcomen Society 4. № 1 (1923). P. 116.

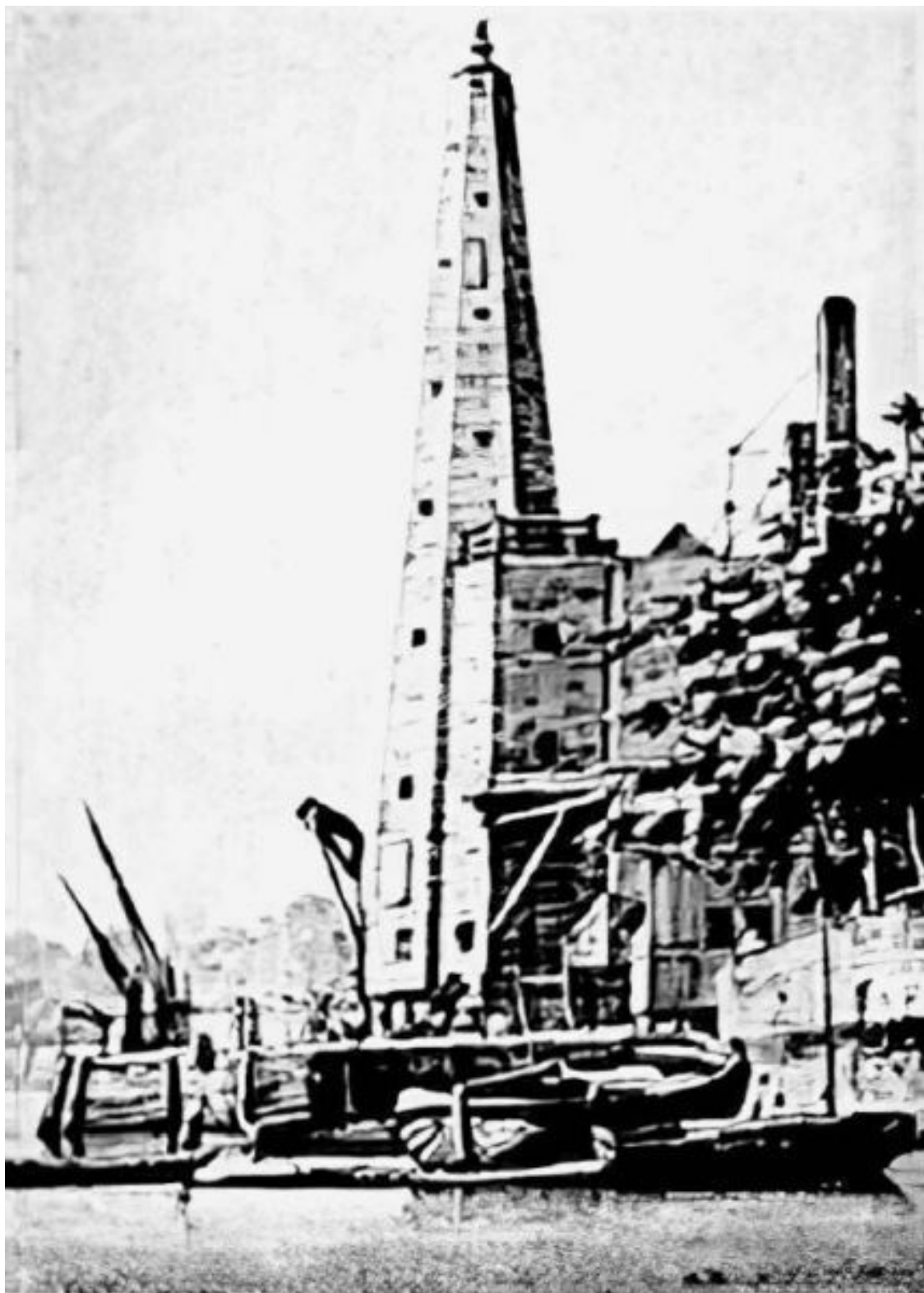
¹⁰² «Йорк-Билдинг», «Дворец королевы Анны»: Hills. Power from Steam. P. 16.

¹⁰³ Galloway. Annals of Coal Mining. P. 198.

машины, ведь под землей мог в любое время воспламениться метан. После 1705 г., продав всего две машины, Севери перестал продавать их для осушения шахт¹⁰⁴, но по-прежнему производил их для водопроводных систем в городах и сельских поместьях.

Когда внедрение новых технологий застопоривается, порой можно сгладить трудности перехода, вернувшись к прежним, более надежным системам и применив старое в сочетании с новым. После того как с дерзкими проектами Папена и Севери ничего не вышло, на рынке преуспели старые паровые машины для осушения шахт. Пусть в то время еще и не могли производить котлы, способные удерживать пар под высоким давлением, но «поднять воду огнем» отчасти получалось, применяя пар при атмосферном давлении: его конденсировали – и создавали частичный вакуум в атмосферном двигателе. Примерно с 1700 г. этой технологией начал заниматься Томас Ньюкомен, торговец скобяным товаром из Девоншира.

¹⁰⁴ После 1705 г. Севери перестал заниматься осушением шахт: Rolt L. T. C. Thomas Newcomen: The Prehistory of the Steam Engine. Dawlish, UK: David and Charles, 1963. P. 39.



Водонапорная башня компании York Buildings

В то время в скобяных лавках не только продавали, но и изготавливали металлоизделия – в частности, инструменты. Производство и продажа инструментов привели Ньюкомена на оловянные шахты Девона и Корнуолла. Подобно угольным, оловянные шахты Англии уходили все глубже под землю по мере истощения жил оловянной руды, расположенных ближе к поверхности. К началу XVIII в. затопление шахт стало серьезной проблемой, а их осушение механиз-

мами на конной тяге обходилось слишком дорого. По оценке анонимного автора Ф. С., шахтера, опубликовавшего в 1708 г. книгу «Опытный углекоп» (*The Compleat Collier*), «сухие угольные шахты могли бы экономить ежегодно по нескольку тысяч фунтов, которые тратятся на отвод воды из их окрестностей»¹⁰⁵. Ньюкомен хотел воспользоваться столь выгодной возможностью.

Томас Ньюкомен, потомок обедневших дворян, живших на юго-западе Англии, родился в Дартмуте в начале 1663 г. и, вероятно, поступил в подмастерья к торговцу скобяным товаром в Эксетере – учиться ремеслу. Около 1685 г., в возрасте двадцати двух лет, он закончил обучение, вернулся в Дартмут и завел там собственное дело. Ньюкомен, глубоко верующий баптист, женился поздно – в сорок один год. В 1707 г. он снял для семьи большой дом в Дартмуте, который также использовала в качестве молитвенного дома возглавляемая им баптистская община. Незадолго до этого его партнером стал единоведец-баптист Джон Колли: вместе с ним Ньюкомен и работал над изобретениями¹⁰⁶.

Мало что известно о том, как Ньюкомен разрабатывал машину, получившую его имя; мы не знаем даже, насколько он был знаком с изобретениями Папена и Севери. Наиболее достоверные сведения о нем дает шведский инженер Мортен Тривальд, основатель Шведской королевской академии наук, работавший в Англии с 1716 по 1726 г. Тривальд помогал в строительстве одной машины Ньюкомена в Англии, построил еще одну после возвращения в Швецию и лично знал Ньюкомена¹⁰⁷. В 1734 г. он писал, что английский жестянщик изобрел свою машину «без каких бы то ни было знаний о рассуждениях капитана Севери». Тривальд утверждал, что Ньюкомен увидел благоприятные возможности в «значительных расходах на подъем воды при помощи конной тяги»¹⁰⁸. Возможно, это и так, но кажется маловероятным, чтобы Ньюкомен взялся за проект, занявший более десяти лет его жизни, ничего не зная о тех, кто уже пытался применить огонь для очистки затопленных шахт. Лишь глупец стал бы заново изобретать колесо.

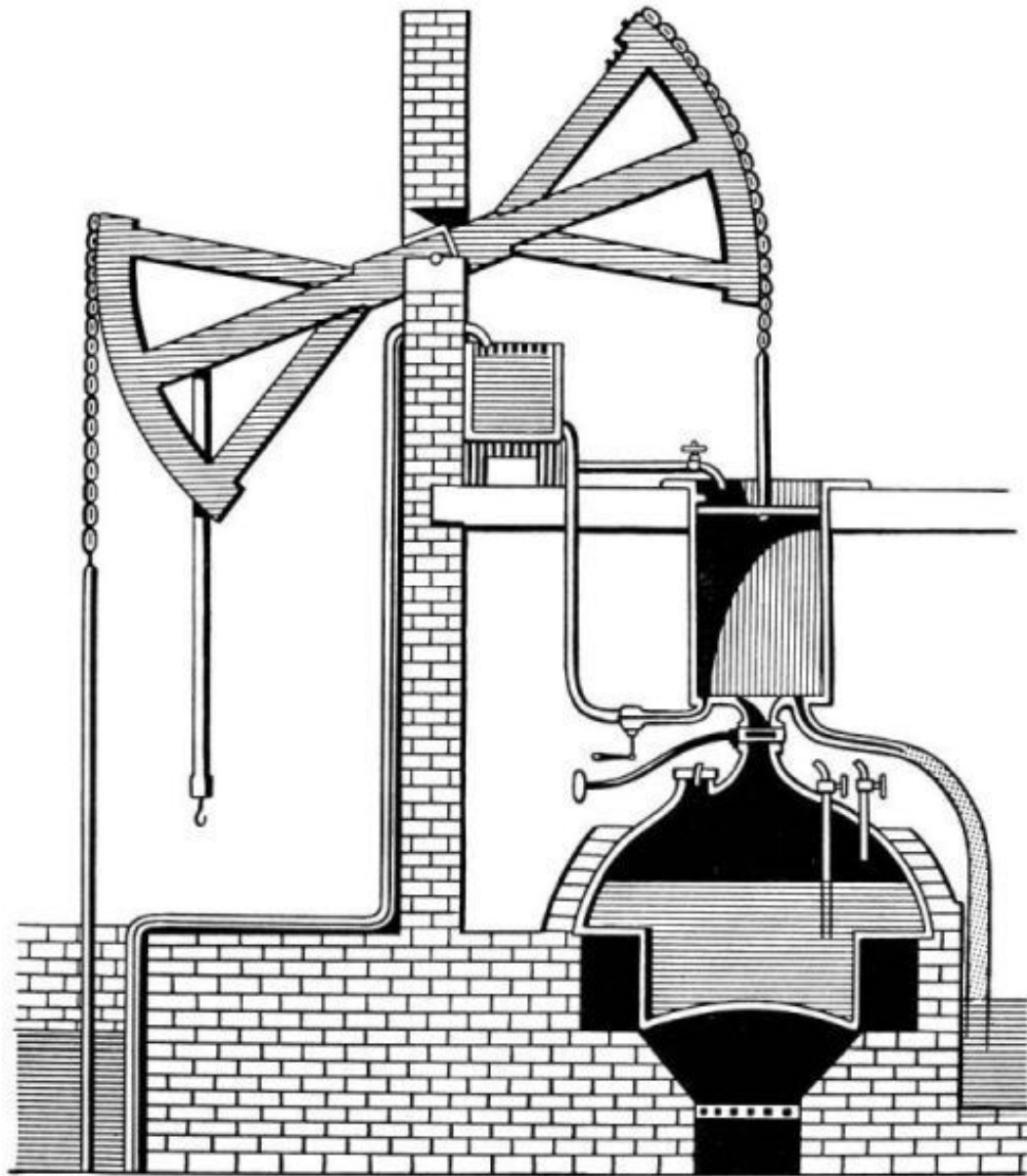
Машина Ньюкомена позаимствовала лучшие черты своих предшественников и содержала новые элементы, присущие только ей. В ней присутствовали предложенные Гюйгенсом цилиндр и поршень, но вместо пороха использовался пар, как у Папена. У Севери была позаимствована идея конденсации пара для создания вакуума. Однако, в отличие от конструкций Папена или Севери, в машине Ньюкомена вода нагревалась и превращалась в пар в большом отдельном котле, а затем пар поступал по трубе с откидным клапаном в открытый сверху цилиндр, установленный над котлом. В отличие от Папена Ньюкомен не использовал для поднятия поршня давление пара – вместо этого он подвесил поршень к массивному деревянному балансиру. Между рабочими циклами вес качающегося балансира поднимал поршень, открывая цилиндр. Сначала Ньюкомен окружил свой латунный цилиндр свинцовой рубашкой, куда можно было заливать холодную воду: благодаря этому конденсировался пар и создавалось разрежение, что позволяло атмосферному давлению опускать поршень, а тот, в свою очередь, тянул вниз балансир.

¹⁰⁵ Источник цитаты: Galloway. *Annals of Coal Mining*. P. 175.

¹⁰⁶ Биография Ньюкомена: Rolt. *Thomas Newcomen*. P. 42–48.

¹⁰⁷ См.: Waerland Are. *Marten Triewald and the First Steam Engine in Sweden* // *Transactions of the Newcomen Society* 7. № 1 (1926). P. 24ff.

¹⁰⁸ Источник цитаты: Rolt. *Thomas Newcomen*. P. 51.



Котел d, цилиндр a, поршень s, балансир v, шток насоса l

Конструкция Ньюкомена, несомненно, была более совершенной, чем у его предшественников. Поршень отделял пар от воды, которую поднимала машина, – и требовалось меньше пара, а значит, сжигалось меньше угля. Внешняя поверхность цилиндра охлаждалась холодной водой, и пар конденсировался быстрее, а это позволяло машине быстрее откачивать воду. Пар шел лишь на создание вакуума, и система могла работать при атмосферном давлении. А поскольку мощность атмосферных двигателей зависит от площади рабочей поверхности их поршней, то поршни и цилиндры можно было делать больше или меньше – в соответствии с предполагаемой нагрузкой¹⁰⁹.

Звучало все это прекрасно. Но охлаждение цилиндра водой, которой его обливали снаружи, отнимало много времени, и это ограничивало мощность машины. Первая конструкция

¹⁰⁹ Обзор преимуществ машин у Терстона: Thurston Robert H. A History of the Growth of the Steam-Engine, 2nd rev. ed. N.Y.: D. Appleton, 1884. P. 60.

Ньюкомена оказалась далеко не столь производительной, как могла бы, хотя и превосходила в этом конструкцию Севери.

Революционный прорыв произошел совершенно случайно, когда Ньюкомен еще работал с моделями и не построил полномасштабной машины. Как рассказывает Тривальд, в латунном цилиндре был «дефект» – запаянное отверстие, которое снова открылось, и холодная вода, когда ее наливали снаружи, «хлынула в цилиндр и мгновенно сконденсировала пар, создав такое разрежение, что... воздух... с огромной силой надавил на поршень, вследствие чего его цепь разорвалась и поршень проломил дно цилиндра, а также крышку небольшого котла. Расквашенная во все стороны горячая вода убедила... наблюдателей, что они открыли силу несравнимо более мощную, чем все до тех пор известное в природе, – во всяком случае, никто никогда не подозревал, что ее можно получить таким образом»¹¹⁰.

Это случайное открытие метода впрыска холодной воды стало ключом к успеху машины Ньюкомена. Изобретатель добавил в свою конструкцию резервуар для холодной воды (выше, на чертеже в разрезе, он обозначен буквой *g* и находится под балансиром; холодная вода поступала из него по трубке *f* и впрыскивалась внутрь цилиндра¹¹¹). При наличии впрыска холодной воды машина Ньюкомена могла совершать около 12 рабочих циклов в минуту и выкачивать воду с глубины в десятки метров. Дороти Вордсворт, сестра поэта Уильяма Вордсворта, в 1803 г. отправилась в путешествие по Шотландии, в котором ее сопровождали брат и друг их семейства Сэмюэл Тейлор Кольридж, и все они видели машину Ньюкомена, работавшую еще медленнее:

Приблизившись, мы увидели большой механизм или рычаг, выступающий из стены здания и похожий с виду на огромный кузнечный молот; нам показалось, что им поднимают воду из шахт. Раз в полминуты он медленно вздымался, потом опускался и в нижней точке словно останавливался передохнуть. Он двигался со звуком, похожим на вздох или стон. Предмет этот привлек бы внимание где угодно, ибо нельзя было не усмотреть в машине некоторой разумности. Казалось, она сделала первый шаг от бездушной материи к жизни и целеустремленности и проявляла это развитие в своей великой мощи. В таком духе высказался Уильям, а Кольридж заметил, что она похожа на великана, у которого есть одна-единственная мысль¹¹².

Кроме того, Ньюкомену пришлось разработать систему рычагов и клапанов, чтобы машина могла работать автоматически – а не в режиме ручного управления, как машина Севери. Да, по нынешним стандартам эта система оказалась бы примитивной, и к тому же она требовала частого регулирования, но работала она при этом довольно хорошо. Уголь брали прямо на шахте, стоил он дешево, и машины Ньюкомена откачивали воду из британских угольных рудников на протяжении более чем двухсот лет.

К несчастью для Ньюкомена, Томас Севери составил свой патент 1698 г. в таких широких терминах, что тот охватывал все машины, поднимающие воду при помощи огня. А в 1699-м парламент продлил срок действия этого патента еще на 21 год в дополнение к исходным четырнадцати, то есть до 1733 г. Не видя другого выхода, Ньюкомен вступил в партнерство с Севери, и эта договоренность продолжала действовать и после смерти Севери, наступившей в 1715 г. Его права перешли к акционерному обществу, созданному для эксплуатации патента

¹¹⁰ Источник цитаты: Hills. Power from Steam. P. 25.

¹¹¹ Вторая трубка *h* подавала воду на верхнюю поверхность поршня, чтобы предотвратить утечку пара. – *Примеч. авт.*

¹¹² Wordsworth Dorothy. Journals of Dorothy Wordsworth / ed. William Knight. Vol. 1. L.: Macmillan, 1904. P. 177.

Севери, – «Собственникам изобретения для подъема воды огнем»¹¹³. Компания выпустила 80 акций, 20 из которых получил Ньюкомен.

Свою первую полномасштабную машину, предназначенную для продажи, Ньюкомен построил в 1712 г. вблизи замка Дадли под Бирмингемом. Цилиндр этой машины, изготовленный из литой латуни, имел 53 см в диаметре и почти 2,5 м в длину; машина поднимала воду из угольной шахты с глубины чуть более 46 м. И поскольку ее установили над шахтой, на поверхности земли, шахтных пожаров она не боялась¹¹⁴. Вслед за ней по всей Британии появились другие машины Ньюкомена. Одна гигантская машина со 120-сантиметровым цилиндром, построенная в Корнуолле в 1720 г., поднимала воду с глубины 110 м¹¹⁵.

Если осушение угольной шахты при помощи конной тяги стоило не менее 900 фунтов в год, машина Ньюкомена выполняла ту же работу всего за 150 фунтов в год, то есть в шесть раз дешевле¹¹⁶. Однако эта машина, бывшая в прямом смысле слова размером с дом – и с производительностью лишь немногим лучше машины Севери, – оказалась лишь промежуточным технологическим решением, и ее применение почти полностью ограничивалось откачкой воды из шахт. «Для постройки машины Ньюкомена нужен целый железный рудник, – говорили современники, – а для ее работы – целая угольная шахта»¹¹⁷.

Несмотря на недостатки машин Ньюкомена, они вдохнули новую жизнь в горную промышленность севера Центральной Англии¹¹⁸. С 1710 по 1733 г., когда прекратился срок действия патента, в Британии и за ее пределами построили как минимум 104 машины Ньюкомена¹¹⁹. Впоследствии их стало еще больше – к 1800 г. по меньшей мере 550 штук, – но возможности промышленного применения угля по-прежнему оставались ограниченными¹²⁰. Еще не разработали плавку качественного железа, для которой требовался бы уголь; в основном он все так же шел на отопление жилищ. Когда этот рынок насыщался, цены на уголь резко падали. «С учетом длинных штолен, залитых водой шахт, монополии “хостменов”¹²¹, – пишет о чуть более ранней эпохе Галлоуэй, – и не говоря уже о том, что уголь в те дни, как под землей, так и на ней, возили, как повелось, по старинке, на самых примитивных средствах, удел арендаторов угольных шахт был весьма незавидным»¹²². Машина Ньюкомена помогала избавляться от длинных штолен и затопленных шахт, но куда применить добытый с ее помощью лишний уголь и как его лучше перевозить – этого еще не придумали.

Дороги старой Англии были ужасны. Корона требовала, чтобы землевладельцы чинили местные дороги за свой счет. Так исполнялась одна из трех старинных обязанностей, наложенных во имя обороноспособности королевства: содержать в исправности дороги и мосты, строить и оберегать укрепления и служить в ополчении¹²³. Обычные дороги и торговые тракты

¹¹³ Продолжение сотрудничества Ньюкомена с «Собственниками»: Jenkins. Savery, Newcomen. Pt. 2. P. 119.

¹¹⁴ Первая полномасштабная коммерческая машина Ньюкомена: Galloway. Annals of Coal Mining. P. 238, 239; Jenkins. Savery, Newcomen. Pt. 2. P. 119; Allen John S. Thomas Newcomen // DNB online, 4.

¹¹⁵ Корнуоллская машина 1720 г.: Burton Anthony. Richard Trevithick: Giant of Steam. L.: Aurum Press, 2000. P. 9.

¹¹⁶ Галлоуэй о сравнении конной тяги с машиной Ньюкомена: Galloway. Annals of Coal Mining, 241. Галлоуэй приводит пример угольной шахты в деревне Грифф в Уорикшире.

¹¹⁷ Источник цитаты: *ibid.* P. 241.

¹¹⁸ Оживление горной промышленности машинами Ньюкомена: *ibid.*

¹¹⁹ 7. 104 машины Ньюкомена: Allen John S. The Introduction of the Newcomen Engine, 1710–1733: Second Addendum // Transactions of the Newcomen Society 45 (1972). P. 223.

¹²⁰ Kitsikopoulos Harry. The Diffusion of Newcomen Engines, 1706–1773: A Re-assessment // Economic History Association online, 2013. P. 9.

¹²¹ Хостменами (*hostmen*) назывались посредники-монополисты, переправлявшие уголь на килевых лодках с речных берегов на каботажные угольные баржи, которые отвозили его в Лондон. – *Примеч. авт.*

¹²² Galloway. Annals of Coal Mining. P. 151.

¹²³ Три старинных обязанности – *trinoda necessitas* [досл. «трехузловая обязанность» (лат.)]. Считается, что слово *trinoda* появилось в этом названии в результате ошибки переписчика, вместо правильного *trimoda* (тройственная). – *Примеч. перев.* саксонской Англии: Webb Sidney and Webb Beatrice. English Local Government: The Story of the King's Highway. L.: Longmans,

оставались, по сути, без присмотра. «Обычно все и так понимали, что зимой на колесном транспорте по дорогам не проехать», – пишут историки Сидней и Беатриса Уэбб. До середины XVIII в. эти дороги лишь немногим отличались от троп, по которым то шли, то ехали верхом, когда позволяли летняя пыль и зимняя грязь. «Наемных экипажей нет нигде, кроме Лондона, – сообщает один из путешественников начала XVII в., – и, хотя Англия по большей части состоит из равнин или невысоких приятных холмов, дороги вдали от Лондона настолько грязны, что наемные возницы обычно не совершают сколько-нибудь дальних поездок»¹²⁴.

Большую часть дорожного потока, отмечают Уэббы, как зимой, так и летом составляли животные, перегоняемые своим ходом: 100000 голов крупного рогатого скота и 750000 овец, которых ежегодно отводили на откорм в Смитфилд¹²⁵, огромные стада скота, гонимые в Лондон на бойни, легионы уток, гусей и индеек, бесчисленные свиньи. «Чтобы еще более увеличить снабжение рынков Лондона, – отмечал в 1748 г. один автор, – в это время посчитали удобным перегонять своим ходом и гусей, и их приводили в Лондон в поразительных количествах, пригоняя целые гурты из самых отдаленных частей Норфолка». Гурты эти оказывались очень большими – от одной до двух тысяч птиц, которых гнали всех вместе, единой шумной и воинственной массой. «Перегонять их обычно начинали в августе, под самый конец сбора урожая, чтобы гуси могли по дороге кормиться жнивьем. Это продолжалось до конца октября, когда грязь на дорогах становилась слишком густой [т. е. липкой, вязкой] и глубокой для их широких лап и коротких ног»¹²⁶. Перегон животных своим ходом мешал улучшению дорог: фермерам нужны были грунтовые дороги, удобные для стад и гуртов, а на дорогах с твердым покрытием животные могли повредить ноги.

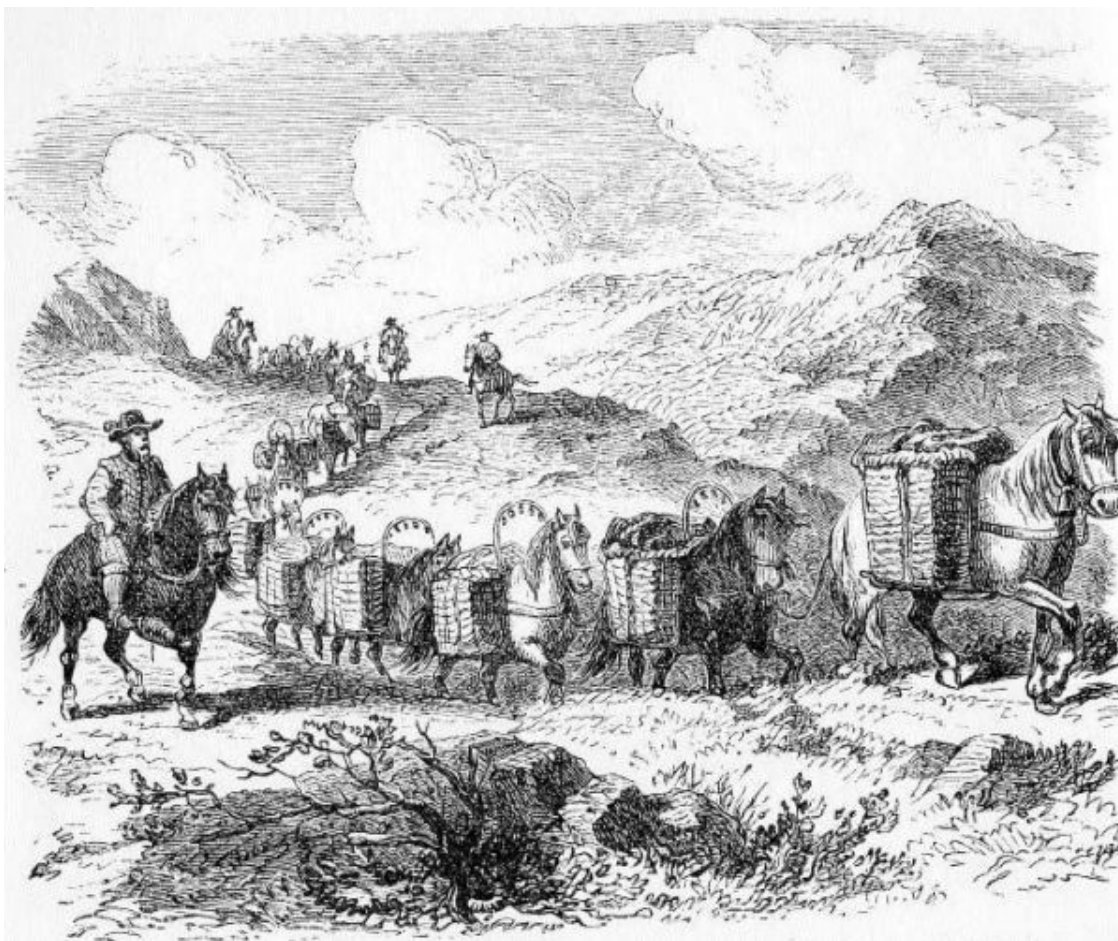
Уголь возили недалеко, в телегах или в корзинах, навьючив ими лошадей, но в Лондон его отправляли по рекам и каботажными морскими судами. По мере того как владельцы шахт разрабатывали способы разведки угля, а затем и осушения затопленных шахт, производство угля росло. Шахты у рек истощались, а новые приходилось открывать вдалеке от воды. Появились две новые проблемы: в сельской местности, где проезжих дорог было мало, да и те одно название, приходилось платить землевладельцам за проезд по их владениям; кроме того, требовалось понять, как доставлять уголь от шахт к рекам.

Green, 1913. P. 5.

¹²⁴ Fyne Morrison's Itinerary, or Ten Years' Travel throughout Great Britain and other Parts of Europe (1617); источник цитаты: Stratton Ezra M. The World on Wheels; or, Carriages, with Their Historical Associations from the Earliest to the Present Time. N.Y.: published by the author, 1878. P. 272.

¹²⁵ Район Лондона, в котором по меньшей мере с X в. существовал известный скотный рынок.

¹²⁶ Источник цитаты: Webb and Webb. English Local Government. P. 68.



Караван вьючных лошадей на английской дороге XVIII в. Источник неизвестен.

Вопрос с правом проезда решался просто, хотя зачастую недешево. Фрэнсис Норт, лорд – хранитель Большой печати в царствование Карла II, по словам его брата, находил плату за право проезда, которую взимали землевладельцы в Ньюкасле, «поразительной»: «Ибо люди, владея участками земли между угольной шахтой и рекой, продают право перевозить уголь по своей земле, причем так дорого, что владелец одного руда земли может рассчитывать на 20 фунтов в год за такое разрешение»¹²⁷. Руд, старинная английская мера площади, равнялся лишь четверти акра¹²⁸, то есть приблизительно одной пятой поля для американского футбола; 20 фунтов середины XVII в. – это около 2500 фунтов, или 3700 долларов, в нынешних деньгах. Длина стороны квадрата площадью в один руд равна 104 футам (31,7 м), и на милю (1609 м) приходится 51 такой отрезок, так что право проезда могло стоить непомерно дорого. Еще в 1738 г. один свидетель сообщал в парламенте, что «вокруг Ньюкасла остаются незанятыми от пятидесяти до шестидесяти угольных шахт; отчасти потому, что они затоплены, [но отчасти и] из-за непомерно высокой стоимости права на проезд»¹²⁹.

Если же удавалось договориться о праве на проезд, возникала проблема транспорта. Средняя стоимость перевозки грузов по таким дорогостоящим путям уменьшалась с увеличением объема. Сперва возили на вьючных лошадях и телегах, запряженных лошадьми или

¹²⁷ Источник цитаты: Galloway. Annals of Coal Mining. P. 156.

¹²⁸ Один руд приблизительно равен 1012 м², т. е. ок. 0,1 га. Один акр равен 4047 м², или 0,4 га.

¹²⁹ Источник цитаты: Lee Charles E. The Evolution of Railways / 2nd ed. L.: Railway Gazette, 1943. P. 29.

волами. По имеющимся оценкам, в 1696 г. только в районах рек Тэйн и Уир для перевозки угля из шахт использовались 20000 телег и лошадей-тяжеловозов¹³⁰

¹³⁰ 20000 телег и лошадей-тяжеловозов: Galloway. Annals of Coal Mining. P. 169.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.