

Д. Ю. ГУЗЕВИЧ, И. Д. ГУЗЕВИЧ

«GRAND TOUR» И ПОЯВЛЕНИЕ ПАРОВЫХ МАШИН В РОССИИ И В ИСПАНИИ В XVIII в.: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ¹

Благодаря усилиям двух иностранцев – русского Л. Ф. Сабакина и испанца А. Бетанкура – с конца 1780-х гг. информация о засекреченном изобретении Дж. Уатта – паровой машине двойного действия (универсальном двигателе) – оказалась доступна любому желающему в Санкт-Петербурге, Москве, Париже, затем в Мадриде. Однако до начала XIX в. последствия упомянутых усилий (локальная постройка нескольких машин) были несопоставимы по значимости с самим открытием. В статье рассказано, как добывались эти сведения, и сделана попытка объяснения возникшего парадокса. Причем в случае А. Бетанкура благодаря обнаружению новых документов удалось довольно детально реконструировать происходившие события. Представлены также итоги сравнительного изучения параллельных историй появления паровых машин в Испании и России – «периферийных» цивилизациях, чья политика диктовалась сходными императивами модернизации и догоняющего развития. В обоих случаях даны хроники приглашения и найма британских мастеров для строительства машин, отправки учеников в Англию, закупок машин и их моделей. Рассмотрены методы получения информации – ученичество, легальная разведка, шпионаж. В случае России особое внимание обращено на машину И.И. Ползунова и показано ее реальное место в общей истории развития паровых машин. Разобрана проблема понятия «универсальный двигатель», которое так и не вышло на терминологический уровень. Несмотря на различие ситуаций (отсутствие крепостного права в Испании, более развитое частное предпринимательство, большую динамичность администрации), усилия обеих стран по внедрению паровых машин в XVIII в. закончились глобальной неудачей. Отчасти преуспели лишь морские ведомства, которые установили несколько пароатмосферных машин для откачки воды из доков. Задачу в обеих странах удалось решить лишь на рубеже XVIII–XIX вв., причем машина Уатта пришла в Россию не через русских мастеров, обучавшихся в Англии (таковых было около 20 человек), а через Ч. Гаскойна и Ч. Берда – двух шотландцев, навсегда покинувших Британию.

Ключевые слова: паровая машина, универсальный двигатель, пароатмосферная машина, путешествия, промышленный шпионаж, ученичество, промышленная революция.

С начала 2008 по лето 2009 гг. в Европе (в Испании, Англии, Франции, России) отмечались три события: два юбилейных – 250-летие Августина Бетанкура и 225-летие изобретения Джеймсом Уаттом универсального

¹ Благодарим Питера Джонса (*P. Jones*), профессора Бирмингемского университета и знатока архивов Уатта и Болтона, который прочел французскую версию текста и дал к нему ряд комментариев (приводятся в примечаниях).

двигателя – паровой машины двойного действия – и одно мемориальное – 200-летие со дня смерти Мэтью Болтона (Бултона). Наша статья посвящается всем трем.

Введение

В 1769–1784 гг. Дж. Уатт внес в пароатмосферную машину Т. Ньюкомена ряд кардинальных изменений, превратив паровую машину в универсальный двигатель. Это изобретение было внедрено на предприятиях М. Болтона в Бирмингеме и Лондоне. Работы велись в обстановке строгой секретности. Однако, несмотря на это, принцип и конструкция двигателя были воспроизведены и преданы гласности усилиями двух иностранцев. В первом случае его описание с чертежами было дважды (в 1787 и 1788 гг.) опубликовано в России. Во втором – мемуар о нем, составленный испанцем, был зачитан в собрании парижских академиков в 1789 г., подвергнут экспертизе и в сокращенном пересказе опубликован во Франции в 1790–1796 гг., а его действующая модель была открыта для обозрения. Таким образом, с конца 1780-х гг. информация о засекреченном изобретении Уатта была доступна любому желающему в Санкт-Петербурге, Москве, Париже, затем в Мадриде. Однако до начала XIX в. последствия упомянутых действий (локальная постройка нескольких машин) были несопоставимы по значимости с важностью самого открытия. Попытка объяснения этого парадокса – одна из целей данной работы.

Ее вторая цель – рассмотрение событий в контексте переноса знания, что побуждает обратить внимание на каналы переноса. В нашем случае таковым выступает «большой тур» инженеров, который по аналогии с «большим туром» молодых аристократов представлял длительное путешествие воспитательно-образовательного характера с заранее заданным маршрутом. Инженерный тур имел специфическую дополняющую в виде технической разведки. В последней трети XVIII в. поездки этого типа получили развитие в связи с модернизационной политикой ряда стран европейской периферии. Желание догнать технически развитые государства путем заимствования знаний породило миссию инженеров-резидентов, которая является производной «большого тура».

Наконец, данная работа имеет целью сравнительное изучение двух параллельных историй – Испании и России. И здесь мы сталкиваемся с эволюцией так называемых «периферийных» цивилизаций, чья политика часто диктуется сходными императивами модернизации и догоняющего развития. История паровой машины послужит нам путеводной нитью в этом исследовании. Тот факт, что действия каждой из двух стран были совершенно автономными, позволяет говорить о «чистом» эксперименте.

В России...

Первые паровые машины в России: 1717–1766

Первая машина для снабжения водой фонтанов Летнего сада была закуплена Петром I около 1717–1718 гг.: это был паровой насос системы Т. Сэвери, изготовленный и усовершенствованный французом Ж.-Т. Деагюлье (в его модели пар конденсировался путем смешения с холодной водой, взбрызгиваемой

в полость рабочего сосуда вместо поверхностного охлаждения последнего; кроме того, Дезагюлье ввел в котел предохранительный клапан)².

Паровая машина Сэвери была беспоршневой и представляла собой камерный нагнетательно-всасывающий насос, который мог работать под высоким давлением (не более 3 атм из-за прочности котлов). В этом смысле в потенциале он был более совершенен, чем поршневая машина Ньюкомена (1705–1712), хотя в реальности ее КПД был меньше и не превышал 0,2–0,4%. Впрочем, и КПД ньюкоменовской машины был не намного выше – 0,5% (в лучших модификациях не более 0,63–0,8%). 1 атм давления пара, неэкономичность, большие габариты, малое число циклов в минуту предопределили ограниченность применения пароатмосферной машины и тупиковость этой ветви теплотехники. Однако поршневая конструкция послужила отправной точкой для создания систем Уатта – простого (1774) и двойного (1784) действия. Ну а последняя явилась тем универсальным двигателем, что лег в основу промышленной революции. Машины же Сэвери и Ньюкомена могли быть только насосами (водяными или воздуходувными). А попытки приспособить двухцилиндровые пароатмосферные машины для движения транспорта и вращения станков заканчивались неудачами либо по техническим, либо по экономическим причинам.

Однако вернемся к России. В 1738 г. в книге академика Г. В. Крафта [27]³ появляется первое описание на русском языке насоса Сэвери, а в 1760 г. в книге И. Шлаттера [37] – первое описание машины Ньюкомена. Оно было взято из работ Я. Лейпольда (по другим данным – из Белидора) и касалось машины, установленной в 1721–1724 гг. британским мастером Поттером на рудниках около Кёнигсберга. Именно это описание послужило теоретической основой И. И. Ползунову, который в 1763 г. создал проект, а с января 1764 г. начал строить на барнаульских заводах воздуходувный насос в виде двояной (двухцилиндровой) пароатмосферной машины непрерывного действия. Сам изобретатель не дожил до ее пуска. Установка работала с 7 августа по 10 ноября 1766 г. с перерывами (чистых – 42,5 дня) и была остановлена из-за прогорания котла, который не стали чинить, хотя за время работы машина себя дважды окупила [11; 13; 25].

Опыт не был продолжен в значительной степени из-за смерти изобретателя (16 (27) мая 1766 г.). И не стоит валить вину на царское правительство или администрацию заводов, которые якобы душили все новое и не были заинтересованы в механизации и экономии из-за дешевой крепостной рабсилы. Заинтересованы они как раз были, но для поддержания машины в рабочем состоянии требовался механик таланта и пассионарности Ползунова. А таких на Барнаульском заводе не оказалось (завершавшие работу унтер-шихт-майстеры Д. Левзин и И. Черницын с ситуацией справиться не смогли ни по своим способностям, ни по положению). Вода же была в избытке, и только

² Жан-Теофил Дезагюлье (*Jean-Théophile Désaguliers*) (1683–1744) – физик, активный ньютонианец; один из основателей франкмасонства, работал в Англии, член Лондонского королевского общества и Парижской АН, изобрел планетарий [53, с. 5–6].

³ Список цитированных и использованных источников приведен в конце статьи в алфавитном порядке.

что сменившаяся администрация просто пошла по более легкому пути. Ситуация вполне стандартная для многих стран Европы.

Каково реальное место изобретения Ползунова в истории развития теплотехники? Создание им своей машины – безусловно, крупное событие, освященное его личным подвигом и трагической судьбой. Однако в отечественной историографии сему изобретению придается значение, далеко выходящее за рамки разумного с точки зрения и совершенного изобретателем интеллектуального прорыва, и места изобретения в общей истории паровых машин. Оно даже не было первым в мире ⁴. Еще в 1725 г. Лейпольд описал машину Папена с двумя паровыми сосудами и одним котлом и опубликовал собственный проект двухцилиндровой параатмосферной машины. По некоторым сведениям труд Лейпольда имелся в барнаульской заводской библиотеке [11, с. 80, 89; 13, с. 163–173]. В одной Франции с 1760-х гг. можно зафиксировать как минимум двукратное независимое изобретение двухцилиндровой параатмосферной машины непрерывного действия: в 1769–1770 гг. Н.-Ж. Кюньо для паровой повозки (этот первый паромобиль сохранился до нашего времени) и в 1774 г. Ж.-Б. д'Оксироном для парового судна. По некоторым сведениям Кюньо начал работать над своей машиной еще в 1763 г., т. е. одновременно с Ползуновым. В 1759 г. в Шотландии Робисон и молодой Уатт пытались применить машину ньюкоменовского типа для движения повозок (что в принципе возможно лишь при двухцилиндровой конструкции). Не было чем-то из ряда вон выходящим и использование паровой машины для воздуходувки. С тех же 1760-х гг. эту проблему на своем заводе в Англии решал (и успешно) Уилкинсон. И для утверждения первенства Ползунова требуется изучение национальных историографий всех стран, где в XVIII в. строились паровые машины. Позднее чертеж воздуходувной машины привез в Россию А. Смит. Идеи просто витали в воздухе. А в этой ситуации споры о приоритете становятся очень зыбкими. Еще более некорректным является превращение изобретения Ползунова в «открытие», о чем речь, как это очевидно, идти не может.

Сложнее с проблемой универсального двигателя (УД), за который часто выдают машину Ползунова. Вспомним, что понятие УД впервые появилось в тексте «Капитала»:

Только с изобретением второй машины Уатта, так называемой паровой машины двойного действия, был найден первичный двигатель [...], который подвижен и сам является средством передвижения, [...] универсальный по своему техническому применению [...] Великий гений Уатта обнаруживается в том, что в патенте, который он получил в апреле 1784 г., его паровая машина представлена не как изобретение лишь для особых целей, но как универсальный двигатель крупной промышленности [29, с. 388–389].

Из этого постоянно цитируемого пассажа ясно, что понятие универсального двигателя Маркс применяет лишь к машине 1784 г. И он абсолютно прав.

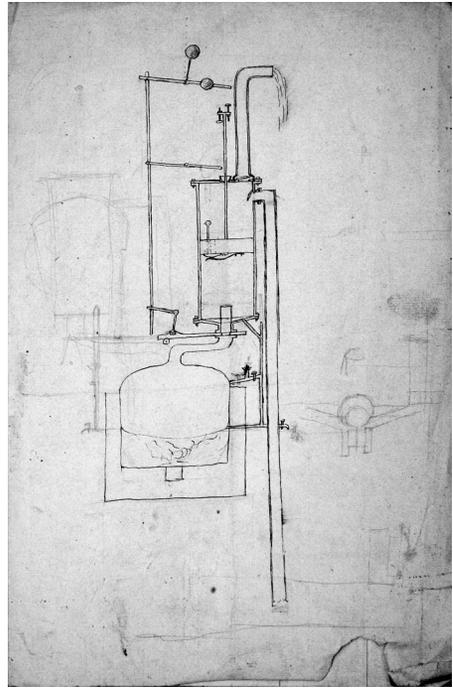
⁴ Как то часто утверждается в литературе. Например, в словаре А. Г. Козлова, изданном в 1981 г., читаем: «Ползунов Иван Иванович [...] в 1763 г. создал первый в мире проект теплового поршневого двигателя, непрерывность работы которого обеспечивалась применением двух цилиндров» [81, с. 103–104].

Созданию Уаттом УД предшествовала серия изобретений, на которые в 1769–1784 гг. были взяты четыре патента. Значение машины простого действия с ее закрытым цилиндром и конденсатором не в универсальности (что ей иногда приписывают), а в смене теплотехнического цикла – отказе от тупиковой ветви пароатмосферных двигателей. Парадокс: важнейшее понятие УД, от которой «пляшет» вся марксистская теория промышленной революции, так и не вышло на терминологический уровень, ибо отсутствует в словарной части всех изданий «Большой советской энциклопедии» (БСЭ), да и в других словарях мы его не нашли. Такое случайностью не бывает. Ключ дает статья «Двигатель» во втором издании БСЭ, где читаем утверждение, родившееся в конце 1940-х гг.: «Первый проект универсального парового Д. был разработан *И. И. Ползуновым* (см.) в 1763», почти дословно повторенное в третьем издании (ст. «Двигатель», «Ползунов») [9; 12]. Но ведь если детально разработать это понятие, то станет очевидно, что к УД машина Ползунова отношения не имеет. Не случайно И. Я. Конфедератов, один из главных мифотворцев вокруг имени Ползунова, даже пытался подправить Маркса, заменив понятие «машина двойного действия» на «машину непрерывного действия» [11, с. 18–19; 25, с. 162–163]. Фраза Ползунова «сложением огненной машины водяное руководство пресечь» касается лишь воздуходушных насосов, а не вращения станков, т. е. не имеет того смысла, который в нее иногда вкладывают. Саму же идею за 65 лет до него высказал в своем патенте Сэвери (1698), предназначавший свой насос как для поднятия воды, так и «для приведения в движение разного рода мельниц силой огня». В конечном счете в угоду русскому приоритету термин «закрыли», ибо пока понятие остается с размытыми границами, на уровне «это все и так знают», подлог оказывается незамеченным, и даже ныне остается таковым, хотя еще в 1961 г. С. В. Шухардин, ведущий советский теоретик истории техники, писал, что принцип, на котором была основана машина Ползунова, «не давал возможности превратить ее в универсальный двигатель» [38, с. 152], а в 1989 г. такой борец за русский приоритет, как В. С. Виргинский, доказывал, что машина Ползунова не была универсальной [11].

Так что же такое УД? Это двигатель, который в состоянии приводить в движение любой исполнительный механизм, а, значит, он должен характеризоваться непрерывным действием, повторять движения с большой частотой, быть относительно компактным для установки на транспортном средстве и обладать достаточной экономичностью; для него также необходим передаточный механизм, превращающий возвратно-поступательное движение во вращательное (проблема сложная, на решение которой потребовалась треть века и усилия десятков конкурировавших между собой механиков). Машина Уатта 1784 года отвечала всем этим условиям; машина Ползунова – лишь непрерывности действия. О тупиковости предложенной им системы говорит тот факт, что ни одна попытка ее внедрения не увенчалась успехом. Был даже экзотический вариант Ф. Томпсона из Дерби (ок. 1793 г.): два пароатмосферных цилиндра, установленных с воздушным интервалом один на другом, причем верхний – перевернут, а их поршни соединены единым штоком. Наиболее совершенной явилась конструкция двухцилиндровой пароатмосферной машины Шерратов в Манчестере (ок. 1794 г., проработала 30 лет). Обе машины благодаря ротационным механизмам с зубчатыми зацеплениями вращали станки [40, р. 31–33].

Однако время «пожирателей угля» – неэкономичных ньюкоменовских двигателей – ушло безвозвратно. На транспорте помимо Кюньо и д’Оксирона ньюкоменовские, а затем и простые машины Уатта пытались использовать Ж.–К. Перье (1775) и Жюффруа д’Аббан (1778, 1783), судно которого 15 месяцев плавало по Соне ок. Лиона [11, с. 145–146; 53, с. 19–20; 80, с. 55–56]. Свои варианты машин с двумя закрытыми цилиндрами и одним котлом предлагали Н. Д. Фальк (1776), Дж. Хорнблауэр (1781, последовательное подключение, или компаунд-машина), Касадо де Торрес (1788, для лесопильного завода) [52; 62; 77, с. 218; 78; 79; 80, с. 53]. Но сам принцип оказался эффективным лишь в развитие конструкции машины двойного действия, а не взамен ее.

Так что же, машина Ползунова ни на что не оказала влияния? Думаем, не совсем так. Ее еще в процессе строительства в 1765 г. видел и высоко оценил будущий академик К. Г. Лаксман, отметил президент Берг-коллегии И. Шлатгер. Д. Левзина и И. Черницына вместе с моделью машины канцелярия заводов послала в Петербург (1767–1768; Левзин попал на обучение к академику С. К. Котельникову, а модель машины направили в Кунсткамеру). Все это сыграло свою роль в поддержании того интереса к паровым машинам, который Академия наук продолжала проявлять, хотя и не всегда последовательно. Так, в 1780 г., т. е. когда в стране действовала всего одна паровая машина (в Кронштадте), академия объявила конкурс на лучший труд по теории «огненных машин». Премии в 100 голландских дукатов 10 октября 1783 г. удостоился профессор фортификации Венской инженерной академии С. Майар. Его *Mémoire sur la théorie des machines à feu* в том же году было опубликовано в Петербурге [8, с. 34; 18, с. 536; 24; 35, с. 183, 293]. Самыми «урожайными» оказались 1787–1788 гг., когда вышло не менее пяти публикаций о паровых машинах, в 1795 г. – еще одна⁵.



Набросок парового насоса, сделанный А. Бетанкурром в октябре 1788 г. перед поездкой в Англию (архив Хуана Куйена, Ла Ортава, Тенерифе). Атрибутирован авторами в мае 2006 г.

⁵ Три издания Сабакина, магистерская диссертация, будущего профессора механики Московского университета М. Панкевича (*Dissertatio physico-mathematica praecipuis machinis hydraulicis, quibus, elasticorum ferventis, aequae vaporum ponderisque atmosphaerae ope, aqua ad insignem altitudinem elevari potest* [...]. [М.], 1788) и две статьи: «Известие об огненной машине в Англии» в «Еженедельных известиях Вольного экономического общества» (1788. Т. 1) и «Краткое известие об огнедействующей машине в отношении к фабрикам и мануфактурам» в «Магазине общепользных знаний» (1795. Вып. 2). [17, с. 143, 148; 23; 24; 32–35]. В последнем случае речь явно идет уже об универсальном двигателе.

«Правительство также сделало вывод из сложившейся ситуации и начало посылать русских механиков на обучение в Англию, а также приглашать оттуда мастеров по изготовлению и обслуживанию» паровых машин.

Найм мастеров

Первым таким мастером, попавшим в поле зрения российского правительства еще в 1760-е гг., оказался Дж. Уатт, с 1757 г. – «мастер математических инструментов» в университете Глазго. В 1761–1767 гг. здесь же изучали право два студента Московского университета – С. Е. Десницкий и И. А. Третьяков. Уже после возвращения в Россию, 30 февраля 1768 г., первый из них подал Екатерине II «Представление о учреждении законодательной, судительной и наказательной власти...». Развивая проект благоустройства городов, автор предложил для создания «медных пожарных труб» пригласить на год Уатта («человека преискусного в механике, математике и натуральной философии») с работниками ⁶. Всего было не менее четырех попыток его приглашения на русскую службу, считая инициативу Десницкого первой.

В апреле 1771 г. Уатт получил приглашение сразу по двум каналам: частным письмом Дж. Робисона, секретаря адмирала Ноулса, служившего в России, и через русского посла в Лондоне. Инициатором был Робисон; с ним согласился вице-президент Адмиралтейств-коллегии граф И. Г. Чернышев ⁷. Третья попытка относится к 1773 г. (хотя допускаем, что это еще продолжение второй) и опять связана с письмом от Робисона [22, с. 151; 67, с. 262].

И, наконец, четвертую на рубеже 1774–1775 гг. предприняло само русское правительство. В 1773 г. Уатт испытал тяжелейшие удары – смерть жены и банкротство поддерживавшего его заводчика Ребука. За год он заработал менее 200£ и готов был попытаться счастья за границей. Так что предложение установить паровую машину на сухом доке в Кронштадте и жалованье в 1000£ были для него как нельзя кстати. Видимо, Уатт дал предварительное согласие. Но тут всполошился Болтон, к которому в Бирмингем еще в мае 1774 г. переехал Уатт, тогда же изобретший машину простого действия. В феврале 1775 г. Болтон пишет ему обиженное письмо. Вскоре парламент продлевает на 25 лет срок действия уаттовского патента (№ 13 от 5 января 1769 г.) на конденсатор. Через месяц после этого Болтон устанавливает изобретателю жалованье в 300£ и сохраняет за ним треть патентных прав. От поездки в Россию его старался удерживать Эразм Дарвин. В совокупности аргументы подействовали, и Уатт остался в Англии [8, с. 13; 18, с. 536; 21, стб. 49–50; 22, с. 151–153; 26; 36; 51].

Однако и он, и Болтон оставались в поле зрения российского правительства. Екатерина II на рубеже 1775–1776 гг. даже послала Болтону свой портрет ⁸.

⁶ [16]. Речь идет о насосах Амброза Годфри. Джонс: «Др. Джозеф Блэк рассказывал Уатту, что молодые русские *Simeon Desnitzky* и *John Tretiakoff* посещали его курсы в Глазго зимой 1764 г.».

⁷ В 1768–1770 гг. он был послом в Англии и прекрасно ее знал [8, с. 13; 18, с. 543; 22, с. 150–151; 36; 51].

⁸ С этим портретом связана анекдотическая ситуация. 24 февраля 1776 г. Болтон писал Уатту: «Российская императрица сейчас у меня в доме, и какая же она очаровательная дама!» Дж. П. Мюрхед в 1858 г. (переиздан без комментариев в 1991 г.) и С. Смайлз в 1905 г. считали,

А в переписке российских дипломатов их имена встречаются вплоть до начала XIX в. В 1805 г. граф С. Р. Воронцов в своих письмах Н. Н. Новосильцеву говорит о Болтоне просто как о «нашем старом и хорошем друге»⁹.

Благодаря этому информация об изобретениях Уатта появилась в России очень рано. Так, из переписки графа Чернышева с советником российского посольства в Лондоне В. Г. Лизакевичем и послом А. С. Мусиным-Пушкиным (29 июля 1777 г. – 2 марта 1778 г. (по ст. ст.)) очевидно, что должностные лица были прекрасно осведомлены об изобретении Уаттом паровой машины простого действия (которых к тому времени было построено лишь 2–3 первых экземпляра) и предпринимали шаги для приобретения машин и их моделей. Особый интерес вызывала переносная паровая машина [18; 22, с. 73–74, 154–160]. Однако результаты этих демаршей нам неизвестны.

В 1774 г. в Россию прибыла целая группа британских мастеров во главе с Адамом Смитом и Вильямом Брюсом. С сентября 1774 по июнь 1777 г. они установили в Кронштадте для обслуживания сухих доков пароатмосферную машину, изготовленную по чертежам Дж. Смита на Карронских заводах [8, с. 31; 20, с. 255–256; 22]¹⁰. Велись переговоры (20 декабря 1782 г. – 19 января 1783 г. (по ст. ст.)) об изготовлении ее небольшой копии для учебных целей (четыре русских учеников должны были подготовить оставшиеся на русской службе Смит и Брюс). Но решили делать лишь модель. На декабрь 1788 г. существовал ее проект – чертежи и сметы. Далее дело не пошло [20, с. 259–264].

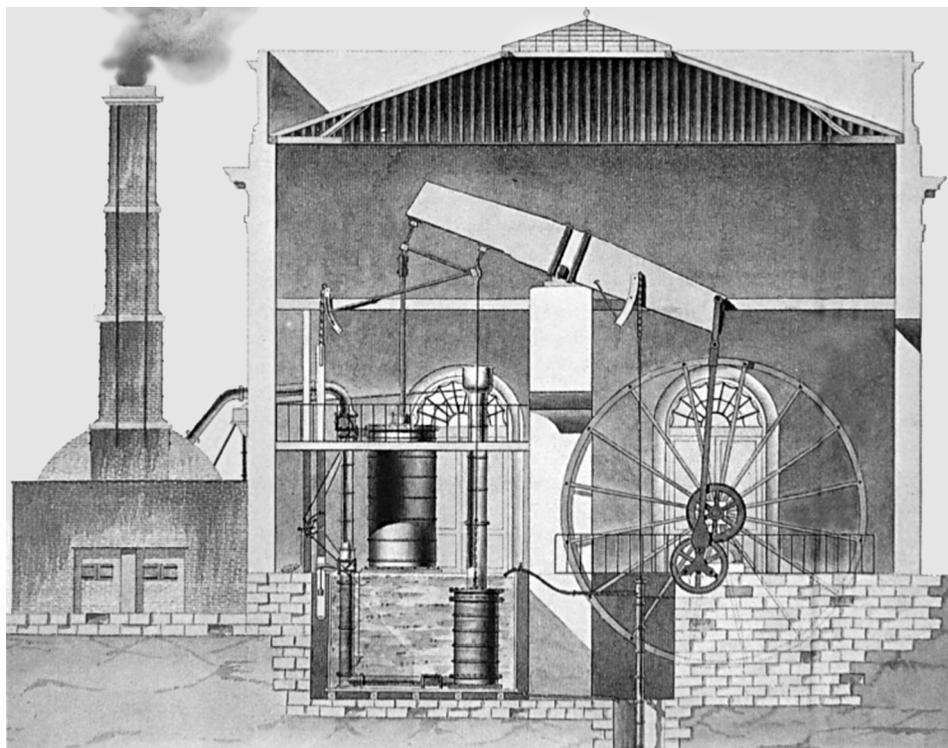
В 1788 г. с тех же Карронских заводов прибыла выписанная С. Грейгом машина для «проводного» канала и «для очищения водой между служительских корпусов отхожих мест». Но Грейг умер в том же году, и машина установлена не была. Вопрос складирования ее деталей последний раз упоминается в 1797 г. По-видимому, это была небольшая пароатмосферная машина [20, с. 264–265; 22, с. 75–77].

В самой России первым стал изготавливать паровые машины директор казенных Олонецких заводов шотландец Чарльз Гаскойн, прибывший в страну в 1786 г. В 1789 г. он спроектировал, а затем построил на этих заводах водоотливную паровую машину. В 1791 г. под наблюдением механика Шерифа и маркшейдера Друри ее установили на Воицком руднике в верховьях р. Выга у Кемь. По некоторым сведениям после закрытия рудника в 1794 г. ее перенесли в Петербург на Монетный двор. По основательным соображениям За-

что речь действительно идет о визите императрицы. Свет на события проливает фраза Смайла: «Позже императрица послала Болтону свой портрет и он составлял украшение Сохо» [67, с. 263; 76]. Осмелимся утверждать, что в письме Болтона речь идет не о визите Екатерины II, которая в Англии не бывала, а о ее портрете.

⁹ [1; 2; 6; 67, с. 263; 76]. Джонс: «Посол Воронцов поддерживал с Болтоном близкие отношения и несколько писем из их переписки хранятся в Архиве Сохо. Несмотря на долгие годы, проведенные в Англии, он так и не смог освоить английский язык (или не считал нужным. – Д. Г., И. Г.). В основном он пишет по-французски, либо его письма переводит посольский священник, Джеймс (Яков Иванович) Смирнов».

¹⁰ Дж. Смитон работал над усовершенствованием машины Ньюкомена с 1765 г. Три машины закрепили его имя в истории: в Лонг-Бентоне ок. Ньюкасла (1772), в Чейз-Уотер в Корноэлле (1775) и в Кронштадте (1777) [72; 80, с. 37–42].



Чертеж машины Уатта двойного действия как ее изобразил Бетанкур в своем мемуаре, представленном в Парижскую академию наук (декабрь 1789 г.)

баринского речь идет о машине ньюкоменовского типа [8, с. 36–37; 10, с. 46; 20, с. 264; 22, с. 109]¹¹.

Гаскойн изготавливал и пароатмосферную машину для устья Кронштадтского канала (установлена в 1791–1792 гг. Александром Смитом). А в 1797–1799 гг. на Петербургском монетном дворе монтируют уже сделанную им паровую машину Уатта двойного действия. И еще одну на рубеже веков он выписывает из Англии для Александровской мануфактуры. В это же время паровые машины начинает производить его ученик Чарльз Берд, создатель крупнейшего частного механического завода в России, и первую из них (возможно, созданную в Олонце) устанавливает на самих этих заводах между 1792 и 1800 гг. [2; 8, с. 37–38; 20, с. 255; 22, с. 113–114]. Ну а далее наступает новый век.

«Grand Tour»

«Grand-Tour» как система образования и воспитания молодых людей в России берет свое начало с Великого посольства Петра I (1697–1698). В тот момент речь шла и о большом туре отпрысков аристократических семейств, и

¹¹ Несмотря на работу Забаринского и на отсутствие новых материалов позднейшие исследователи [30, с. 286] повторяют как доказанный факт гипотетическую версию Брандта о том, что это была машина Уатта [8, с. 37], из-за ее престижности для России.

об обучении ремеслу молодых людей незнатного происхождения. К середине XVIII в. эти ветви разделились: аристократия ездила за свой счет, свободно выбирая маршруты; механики, студенты, ремесленные ученики посылались правительством с определенными целями и заданиями, часто разведывательного характера.

Аристократия первой проявила интерес к паровым машинам. Н. И. Корсаков, который пробыл в Лондоне с апреля 1775 по июль 1777 г., познакомился с Смитом, Веджвудом, Уилкинсоном, Уаттом, Болтоном. В своем дневнике он писал о разных машинах, в том числе о паровой («огненном двигателе») и о станках для высверливания стволов. Описания и зарисовки делал по памяти, сразу по возвращении с предприятий [28; 49]¹².

Что касается учеников-подмастерьев, то они приезжали в Англию не зная не только языка, но, подчас, и самой механики. Первым был Роман Дмитриев. В 1775–1777 гг. он находился при сборке пареоатмосферной машины в Кронштадте и был направлен Адмиралтейств-коллегией в Англию «для точного спознания помянутой машины [...] управления, а в случае повреждения – и поправления» [10, с. 44–45; 18; 20, с. 266–268; 22, с. 131–136, 160–162; 23, с. 17; 28, с. 228].

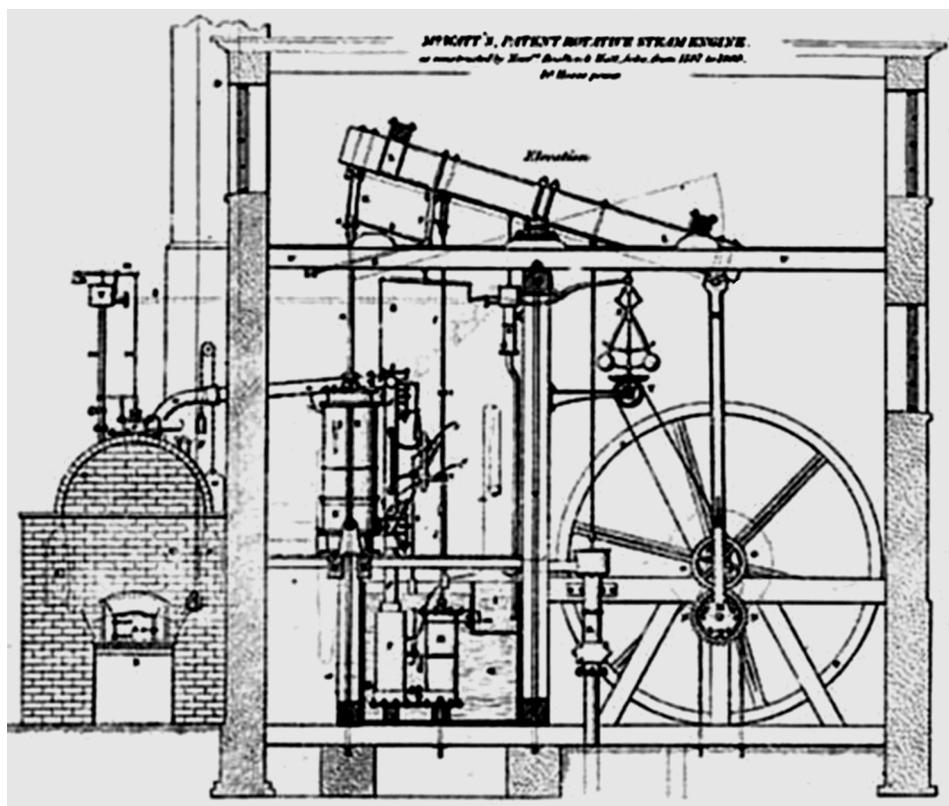
Он выехал в сентябре 1777 г. и вернулся, видимо, в 1779 г. Поработал на Карронских заводах и в Ньюкастле при угольных шахтах, а также в Челси (предместье Лондона), где была большая водоподъемная пареоатмосферная машина. Несмотря на недостаток первоначальных познаний, Дмитриев оказался человеком упорным и небесталанным. Он сумел изготовить и привезти в Россию чертежи 5 паровых машин. Среди них – установленная в Шотландии для водоотлива машина Уатта простого действия. Это первые попавшие в Россию чертежи изобретенной Уаттом незадолго до того машины. Судьба их неизвестна.

В январе 1791 г. Дмитриев предложил проект пареоатмосферной машины для откачки воды в устье Кронштадтского канала. Это был второй после ползуновского проект большой машины, предложенный русским мастером. Не осуществлен [14, с. 157; 15, с. 146; 19, с. 28–29; 20, с. 268–269; 22, с. 82–84].

Следующим в Англию ездил с 8 августа 1779 г. (по ст. ст.) по 1783(?) г. Федор Борзов (Борзой) – ученик-механик, получивший первый опыт в 1777–1779 гг. при эксплуатации паровой машины в Кронштадте [10, с. 44–45; 20, с. 269–270; 21; 22, с. 136–140, 162–166; 23, с. 17; 28, с. 228]. Он вывез из Англии чертежи и незаконченную модель машины Уатта простого действия. Доделал ее в Кронштадте и запустил в январе 1785 г. Это была небольшая водоотливная машина – первая в России действующая машина Уатта. Ни ее судьба, ни судьба чертежей неизвестны.

Все уходит как в песок. Такое ощущение, что между пониманием целой группой морских и горных администраторов, а также дипломатов необходи-

¹² Джонс: «По моей картотеке, он посетил Сохо к сентябрю 1776 г. и окончательно покинул Англию в июле 1777 г. Я насчитал около 1200 человек, посетивших мануфактуру Сохо между 1765 и 1820 гг., среди них около 600 – иностранцы. Русские составляли 12%, испанцы – 3,2%. Я наверняка учел как русских множество поляков».



Один из классических чертежей машины Дж. Уатта двойного действия, восходящих к работе Д. Фейри (1827)

мости нововведений и российскими реалиями пролегла настоящая пропасть, в которой исчезает уже даже перенесенное знание. Не помогает и благожелательное отношение к вопросу Екатерины II.

Еще два ученика – механики Тульского оружейного завода Алексей Михайлович Сурнин и Яков (Иванович?) Леонтьев – прибыли в Англию в ноябре 1785 г. Их интересовали станки, приспособления и технологии в области вооружения. Сурнин, вернувшийся летом 1791 г., явно занимался техническим шпионажем и даже подвергался аресту и допросам, а Леонтьев, решивший остаться в Англии, на него доносил. Впрочем, английские авторы утверждают, что паровые машины в Бирмингеме и Шеффилде также были в поле их интересов [4; 23, с. 10, 16; 28, с. 213–217; 60]¹³.

¹³ Джонс: «*A. Surnin* и *Ja. Leont'ev* находятся в Англии в 1785 г. Они путешествовали в Бирмингем и Шеффилд в 1787 г., и я думаю, что они вернулись в Россию в 1791 г. Благодаря посольскому священнику Я. И. Смирнову они выучили английский. Посольство помещало вновь прибывших в школу в Лондоне. Похоже, что Леонтьев женился на англичанке».

Лев Федорович Сабакин

Итак, мы подошли к 1784 г., когда происходят три важных для нас события. Во-первых, 28 апреля 1784 г. Уатт взял патент № 1432 на машину двойного действия. Два других события несравненно скромнее: испанский стажер Августин Бетанкур в том же апреле был послан из Мадрида в Париж для изучения горного дела, а на другом конце Европы канцелярист Тверской уголовной палаты Лев Сабакин, изготовивший сложные астрономические часы, о которых стало известно Екатерине II, был вызван в Санкт-Петербург, принят императрицей, награжден 1000 руб. и послан для обучения в Англию, куда прибыл, по-видимому, осенью 1784 г.¹⁴

Он был лучше других образован в практической механике, а в Англии изучил язык и «начальные части математики, нужные к чтению механических книг, кои все писаны здесь математическим порядком», как сообщал из Лондона 19 (30) декабря 1785 г. Воронцов [23, с. 15–16].

Для усовершенствования в механике Сабакин ездил в Эдинбург. Паровые машины не были целью его миссии. Но он быстро оценил приоритеты и уже через год разработал конструкцию и построил из меди действующую модель усовершенствованной пароатмосферной машины¹⁵. Модель одобрили британские механики (в том числе Смитон), а Георг III – страстный любитель техники – ознакомился с ее чертежами. Король «был очень доволен и оказал желание видеть модель в самом действии оной» [23, с. 15; 24, с. 329]. 19 (30) декабря 1785 г. чертеж уехал в Россию в багаже дипкурьера Коновицына. В награду изобретатель получил от императрицы 100 £ и был еще на год оставлен в Англии. Судьба чертежей и модели неизвестна [3, с. 105; 4, с. 196–197; 5, с. 485–490; 23, с. 15–20, 77; 24, с. 329].

Сабакин вернулся в Россию в сентябре 1786 г.¹⁶ и преподнес Екатерине II посвященную ей рукопись перевода книги Дж. Фергюсона по механике¹⁷. Похоже, именно по этой книге он обучался в Англии. А скорость, с которой рукопись была представлена по возвращении, говорит о том, что перевод был сделан еще в Англии или в дороге¹⁸. Уже в октябре 1786 г. она была «препроложена в Кабинет для напечатания на счет оногo в пользу переводчика», как гласит резолюция на документе [23, с. 22, 77]. Отпечатана она была в типографии Горного училища в 1787 и в том же году переиздана там же с дополнением «Лекции об огненных машинах» самого Сабакина [32; 33]. В 1788 г.

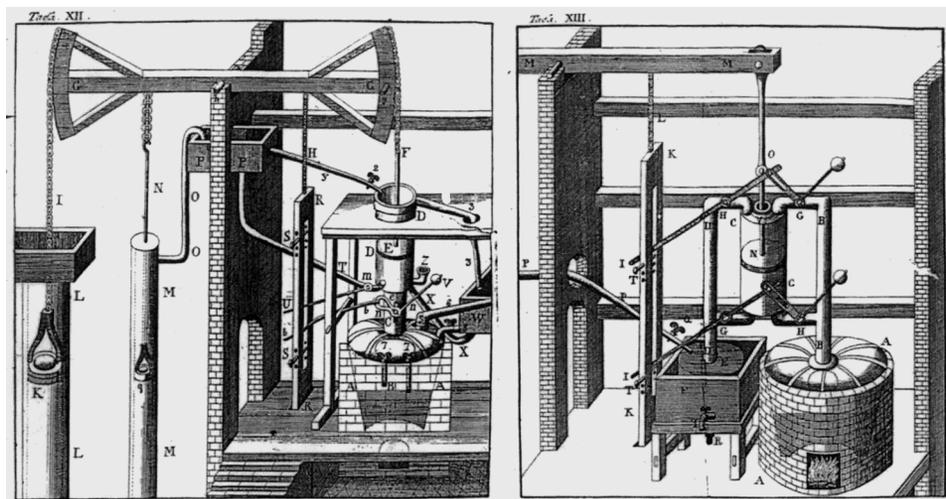
¹⁴ Описано по [23; 28]. Другие источники оговариваются.

¹⁵ Как то следует из письма приборостроителя Гиацинта Магеллана от 18 ноября 1785 г. к старшему сыну Леонарда Эйлера Иоганну-Альбрехту [23, с. 18, 20].

¹⁶ 8(19) августа 1786 г. он еще в Лондоне, а в октябре уже имеется резолюция Екатерины II на его рукописи. Ошибка публикаторов: письмо графа С. П. Воронцова к графу А. А. Безбородко из Лондона датируется 8(19) августа не 1791, а 1786 г. (ср. [3] и [5]). Загорский дает ошибочные ссылки на переписку графа С. П. Воронцова [23, с. 16].

¹⁷ *Ferguson, James. Lectures Select Subjects in Mechanics, Hydrostatics, Pneumatics and Optics.* 6-е изд. вышло в Лондоне в 1784. Видимо, с него и был сделан перевод.

¹⁸ В [24, с. 329–330] Загорский ошибочно считает, что перевод делался в 1787 г. в Твери после назначения Сабакина губернским механиком, хотя страницей далее датирует резолюцию на рукописи 1786 годом.



Два чертежа Л. Ф. Сабакина, которые он расположил рядом: пароатмосферная машина и машина Дж. Уатта двойного действия (1787–1788)

лекция вышла в Москве отдельной брошюрой [34]¹⁹. За первое издание книги Сабакин получил пост Тверского губернского механика, что обозначил на титульном листе второго издания и описал в автобиографии [23, с. 77].

Нас интересуют «Лекции об огненных машинах». Первая их часть – «Описание строений старой огненной машины» (с. 1–35) – касается двигателей ньюкоменовского типа. Из нее следует, что Сабакин прекрасно понимал их недостатки, ограниченные возможности применения, а также знал о кронштадтских машинах. Вторая часть – «Описание новой огненной машины» (с. 35–51) – по своему уникальна, ибо не исключено, что это первое опубликованное в открытой печати описание машины Уатта двойного действия. Написано оно было через два с половиной и опубликовано через три года после того, как Уатт взял свой патент.

Верно оценив универсальные возможности нового двигателя, Сабакин пишет:

...уже и ныне одна тамошняя компания на силах трех таковых машин достраивала в мою бытность в Лондоне близ Лондонского моста о тридцати поставках мучную мельницу, которая весьма славится; однако никого в нее не пускают смотреть [...], а особливо иностранных, в которых и я будучи так же не мог бы знать, есть либ особливой случай не позволил мне тем воспользоваться в бытность мою в городе Бромидже в доме господина Болтона, которой в вышесказанной компании товарищем. Но и то я видел только такуюж машину в другом употреблении, то есть она вертела на фабрике премножество точил, токарных станков и нескольких больших сверл.

¹⁹ Благодарим за информацию и помощь в получении копий из России С. Сняtkова. См.: [8, с. 34–35; 10, с. 45–46; 14, с. 162; 15, с. 151; 17, с. 142–143, 154; 21, стб. 49–50; 23, с. 22–32; 30, с. 294; 31].

И далее:

Я то заприметить мог, что они [Уатт и Болтон] меня по рекомендации [...] тамошнего моего покровителя [...] Семена Романовича Воронцова, согласны были больше угасивать и по садам водить, нежели по своим заводам или фабрикам; и естли то когда были, они я чаю предупреждали в тех местах повесткою, чтоб то было скрыто или совсем туда не водили. Однакож [...] я был и тем весьма доволен [...] имел затруднение в избрании, на которыя из встречающихся машин долженствовал более обратить внимание, и сверх того опасался, дабы таким разсматриванием не притти у них в подозрение [34, с. 36–37, 50–51; повторяется также в: 8, с. 34–35; 23, с. 26, 30–31].

Определенный свет на то, как приходила нужная информация, проливают строки из письма российского посла в Англии И. М. Симолина к графу Чернышеву (ок. 1780–1782 гг.). В нем говорится о паровой машине Уатта простого действия и об ученике Борзове:

Я ему Борзому весьма рекомендовал чтоб ходить в те места, где огненные машины нового изобретения действуют, дабы сделать себе хорошие и довольные идеи. С награждением пол крона люди кои оными управляют показали и изъяснили бы все каждой раз что ходить туда будет [22, с. 165]²⁰.

Не в этих ли «пол-кронах» кроется тайна утечки сведений о секретных машинах?

Что же конкретно опубликовал Сабакин? Он дал довольно детальное описание на 8 страницах и рисунок – скорее, принципиальную схему, чем действительный чертеж машины. Очевидно, Сабакину так и не удалось детально изучить ее внутреннее устройство, хотя основной принцип он понял и дал его ясное изображение. Однако с конструктивной точки зрения в схеме отсутствуют существенные детали. Так, жесткая передача от поршневого штока к балансиру осуществляется без параллелограмма Уатта; отсутствует воздушный насос; изображены краны с отбойными молотками – обычная принадлежность доуаттовских машин. Впрочем, Сабакин использовал эту схематичность для сравнения с пароатмосферной машиной (чей чертеж находится рядом) и одинаково разместил основные узлы на обоих рисунках [10, с. 46; 22, с. 174; 23, с. 27–29; 24, с. 330; 34, с. 38–46]. Но в отличие от Загорского мы не можем рассматривать эти упрощения исключительно как методический прием. Думаем, что Сабакин изобразил все, что знал и смог додумать²¹.

²⁰ Джонс: «Эта тактика была распространена. Французы, русские и особенно шведы прекрасно знали, что надо было заплатить рабочим Болтона, чтобы получить доступ в машинное здание».

²¹ Загорский не остановился на этом и защищая проект Сабакина от критической оценки Забаринского совершил подмену. Он пишет: «Принимая во внимание то, что Сабакин самостоятельно разработал конструкцию машины, изготовил чертежи и модель паровой машины, используя лишь принципы Уатта (это видно из писем С. Р. Воронцова, которые не были известны П. П. Забаринскому), можно предположить, что чертежи в книге изображают именно разработанный самим Сабакиным вариант» [23, с. 31], см. также: [24, с. 330]. Но в письмах

Как бы то ни было, в 1787–1788 гг. дважды, – в Санкт-Петербурге и Москве, – публикуется принципиальная схема и описание паровой машины двойного действия. Права Уатта в России патентами защищены не были. Но страна продолжает строить пароатмосферные машины²², а информация Сабакина «уходит в никуда». Сохранилось единственное свидетельство об использовании его труда²³. В 1796 г. Контора Кронштадтского канала купила экземпляр с лекцией об огненных машинах и послала в Англию ученику Е. Кокушкину [20, с. 275; 22, с. 145].

Визитеры конца XVIII в.

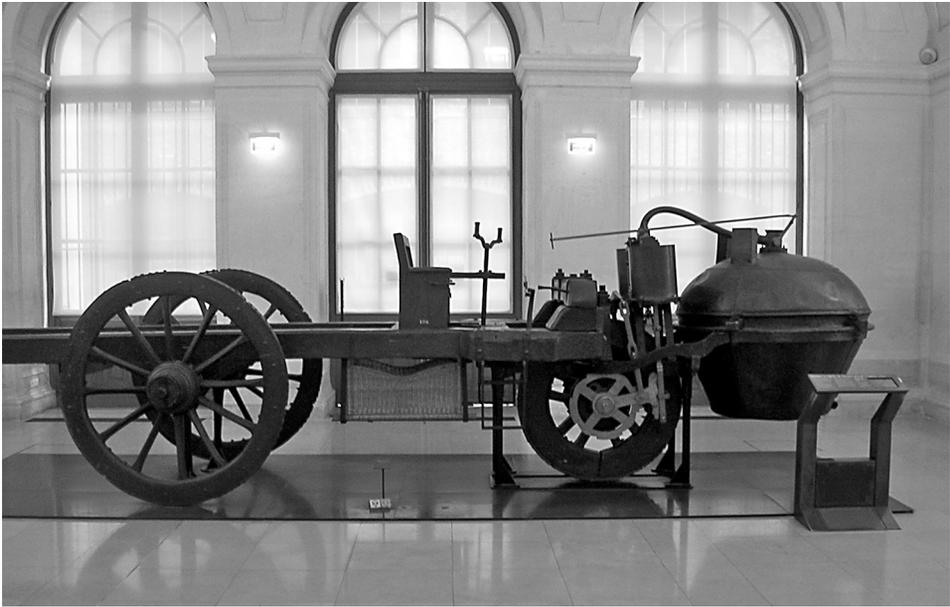
Следующим визитером в Англию из России был британец, мастер паровых машин Александр Смит, принятый на службу летом 1783 г. Сын британского механика Адама Смита, строившего паровую машину в Кронштадте в 1774–1777 гг., он ездил в Англию 1789 г. и привез, среди прочего, план паровой машины для «расплавления руды» (воздуходувной?) и описание другой, для водоотлива, «из которых каждая признана есть самою лучшею в своем роде». В сохранившихся документах имеется не очень внятное описание либо какой-то усовершенствованной пароатмосферной машины, либо машины Уатта простого действия (есть элементы описания, которые противоречат то тому, то другому). А во втором тексте говорится о наличии вновь изобретенных машин, которые действуют «одним паром без воздуха» и применяются для любых работ, причем «вместо водяных помп приделаны лежачие коленчатые валы с колесами и шестернями, через которые и действие происходит» [19, с. 455–457; 20, с. 265; 22, с. 124–126, 167–173]. Перед нами краткое описание машины Уатта двойного действия, если судить по ее универсальному характеру [22, с. 169–173].

Отчет Смита с чертежом первой машины был представлен в конце 1789 г. «по команде» и застрял на три года (до 17 января 1792 г.) у инженера-полковника Николая Мордвинова. Затем он достиг П. И. Пущина, «главного над Кронштадтским портом командира» и сторонника внедрения паровых машин [19, с. 430, 436, 457; 22, с. 167–173]. А дальше – провал в небытие. Тексты сохранились, чертежи – нет.

Воронцова о «принципах Уатта» в связи с проектом Сабакина нет ни слова, а из приводимого Загорским письма Магеллана Эйлеру-сыну ясно следует, что машину Сабакин изобрел пароатмосферную, с Уаттом не связанную.

²² В качестве курьеза укажем следующий факт. В 1817 г. вышла работа члена военно-ученого комитета Картмазова. Расхваливая машину Ньюкомена, о машине Уатта он замечает, что «сия новая машина, как несовершенная отрасль первой, никогда не может затмить ни совершенства ни славы оной; но однако-ж открывает действие паров без помощи атмосферы» [8, с. 33–34; 30, с. 295]. Цитирующий его Брандт замечает, что Картмазов расхваливает машины, установленные в Петербурге и его окрестностях, и «повидимому не отдает себе отчета в том, что большинство машин, имевшихся в России в двадцатых годах [...], были именно машины Уатта» [8, с. 34].

²³ Загорский пишет: «Как установил П. П. Забаринский, “книга Сабакина не осталась без внимания со стороны лиц, работавших в Кронштадтском порту и имевшим непосредственное отношение к «огненным» машинам”» [23, с. 31]. Эта фраза у Забаринского начинается словами: «Как уже указывалось, сохранились данные, что книга Сабакина...» (и далее по тексту) [22, с. 174]. Но в его работе до этого пассажира не удалось найти ни слова об использовании книги Сабакина. А позже – лишь история с Кокушкиным. Загорский не случайно стыдливо прикрывается неполной цитатой.



Нынешний вид повозки Н.-Ж. Кюньо (1769–1770), хранящейся в Консерватории искусств и ремесел в Париже

Впрочем, вряд ли сам Александр Смит в 1789 г. хорошо знал конструкцию машины Уатта, также как, видимо, не знал он и книги Сабакина, ибо когда в 1791–1792 гг. понадобилось построить машину для водоотлива в Кронштадте, он предложил проект пароатмосферной машины²⁴.

Последним в XVIII в. специально обучаться паровым машинам ездил Евстафий Кокушкин. Послан он был морским ведомством в связи с отставкой Смита и необходимостью иметь специалиста для управления Кронштадтскими машинами. В Англию он выехал 21 августа 1794 г. (по ст. ст.), а вернулся не ранее второй половины 1800 г.²⁵ В 1796 г. он снял план и профили паровой водоотливной машины, которые отослал в Россию. А в первой половине 1797 г. (как следует из его письма от июля 1797 г.) наблюдал установку машины Уатта двойного действия. Чертежи ее через графа Воронцова были посланы в Россию и попали в Адмиралтейств-коллегию, из которой их в августе 1797 г. запрашивала Контора Кронштадтского канала «для сведения и обучения находящихся при канале учеников» [20, с. 272–276; 22, с. 140–146]. А далее их следы теряются.

²⁴ Строилась с февраля 1791 по декабрь 1792 г. [19; 20, с. 255, 264; 22, с. 73–110].

²⁵ Джонс: «Кокушкин познакомился с Болтоном в Лондоне в июне 1799 г. На год позже он приезжает в Сохо, но ведет себя плохо и его просят вернуться в Лондон 18 июня 1800 г.». Кокушкин стал доверенным лицом упоминаемого ниже Лизеля, который отправил с ним в июне 1799 г. часть изготовленных им моделей (парового двигателя, пресса для чеканки монет, гидравлического поршня). Причем Болтон в 1802 г. предполагал, что часть моделей Лизель предназначал не для Санкт-Петербурга, а, в нарушение контрактов, для Вены. Однако Кокушкин, у которого кончились деньги, заложил эти модели за 50 £ хозяйке дома, у которой жил, и в апреле 1802 г. они еще, похоже, не были выкуплены [28, с. 228–229].

Английский историк Дж. Р. Харрис также утверждает, что

шесть русских прибыли в Сохо в 1796 г. для длительного пребывания, отчасти в связи с экспортом Болтона паровых станков для чеканки монет. И чуть выше: Одним из наиболее известных примеров экспорта сложного оборудования был экспорт болтоновских станков для чеканки монет в Петербург, и множество русских официальных лиц и ремесленников прибыли в Бирмингем, чтобы пройти [...] обучение [60, р. 15].

По всей видимости, речь идет о группе из пяти россиян (Дмитрий Овцын, Александр Извольский, Ф. В. Гасс, Рейнхард, во главе – Федор Иванович Шлаттер), которая прибыла в Сохо в конце 1797 г. Но интересовали их не паровые машины, а монетная чеканка ²⁶.

С августа 1797 по осень 1799 г. в Англию опять ездил Сабакин с сыном Иваном ²⁷ и учениками Грезиным (женился в Англии) и Тугановым (выехал в Россию в сентябре 1801 г.) для изучения машин монетного дела и английского машиностроения в целом. Похоже, что к этому времени характер Сабакина испортился: он описывается как человек неуживчивый. Но никаких данных о том, что он в этот период собирал сведения о паровых машинах, нет.

Кросс и Джонс называют также Андрея Федоровича Дерябина (взял на себя обязанности Шлаттера) и Лизеля (Лейзеля?), прибывших в Сохо в январе 1798 ²⁸. Эти визиты относятся уже к павловской эпохе, хотя еще Екатерина II незадолго до смерти (умерла в ноябре 1796 г.) предлагала Болтону оборудовать

новый монетный двор в Петербурге и поставить необходимые машины в это заведение, как паровой насос, прессы, вальцы, станки для резки и прокатки металла и др.

Болтону требовалось разрешение своего правительства. Посол граф Воронцов 13 января 1797 г. запрашивал таковое через лорда Гренвиля [1, с. 299–300, 419–421]. С другой стороны, граф П. В. Завадовский 12 августа 1799 г. писал Воронцову:

При Ассигнационном Банке, на Монетном дворе имеем уже паровую машину, состроенную мастерами Аглинскими по чертежам Гаскони. Сила оной так пространна, что могла бы перебить всю монету Европы годового стемпеля. В нашем механизме, яко первом, обретаются и недостатки. Совершенство в том Болтона поправить понятия и здешних механиков [2, с. 234].

²⁶ Ф. И. Шлаттер (сын И. А. Шлаттера) впал в ипохондрию и вернулся уже в 1798 г. [28, с. 223–224].

²⁷ Для обучения остался в Англии, где умер от чахотки 5 апреля 1802 г. [23, с. 37; 24, с. 332; 28, с. 223–227].

²⁸ Дерябин вернулся в Санкт-Петербург в ноябре 1799 г., Грезин и Лизель покинули Бирмингем в апреле 1802 г. [28, с. 224–227]. Джонс: «Механик Lizel, русский австрийского происхождения, был в группе Дерябина, которая прибыла в Сохо в январе 1798 г. Болтон считал его лучшим из русских механиков. Он привез в Россию много моделей машин, которые видел в Сохо».

Отсюда следует, что к установке этой машины Болтон отношения не имел, и что она, по мнению осведомленного человека, была первой таковой в России. Идея же привлечь Болтона осуществилась уже к началу следующего века (1803?).

Итоги XVIII в. для России

В 1775–1800 гг. в Англии побывало около двух десятков учеников из России. Эти учебные путешествия «за паровыми машинами» проходили по типичному сценарию: информация добывалась в Англии и переносилась в Россию довольно быстро (основное препятствие – поведение самих учеников). Но все попытки ее внедрения заканчивались провалом.

Действовали две противоположные тенденции. С одной стороны, явная заинтересованность правительства в новейших технических достижениях Запада, в которых оно видело панацею от многих бед. А с другой – отсутствие профессионального сообщества, способного понять, подхватить и развить перенесенные идеи; отсутствие личной заинтересованности в результатах внедрения и неповоротливость администраций казенных предприятий (портов, верфей, горных и металлургических заводов), которые были основными заказчиками; крайне слабое частное предпринимательство; подневольный труд; изобилие воды. То есть речь идет о ситуации, зеркально противоположной той, которая помогла во Франции быстро внедрить машину двойного действия. Однако в самые последние годы XVIII в. машина Уатта все-таки приходит в Россию, но не через русских мастеров, а через двух шотландцев с Карронских заводов, навсегда покинувших Британию, – Гаскойна и Берда. Но это уже другая история.

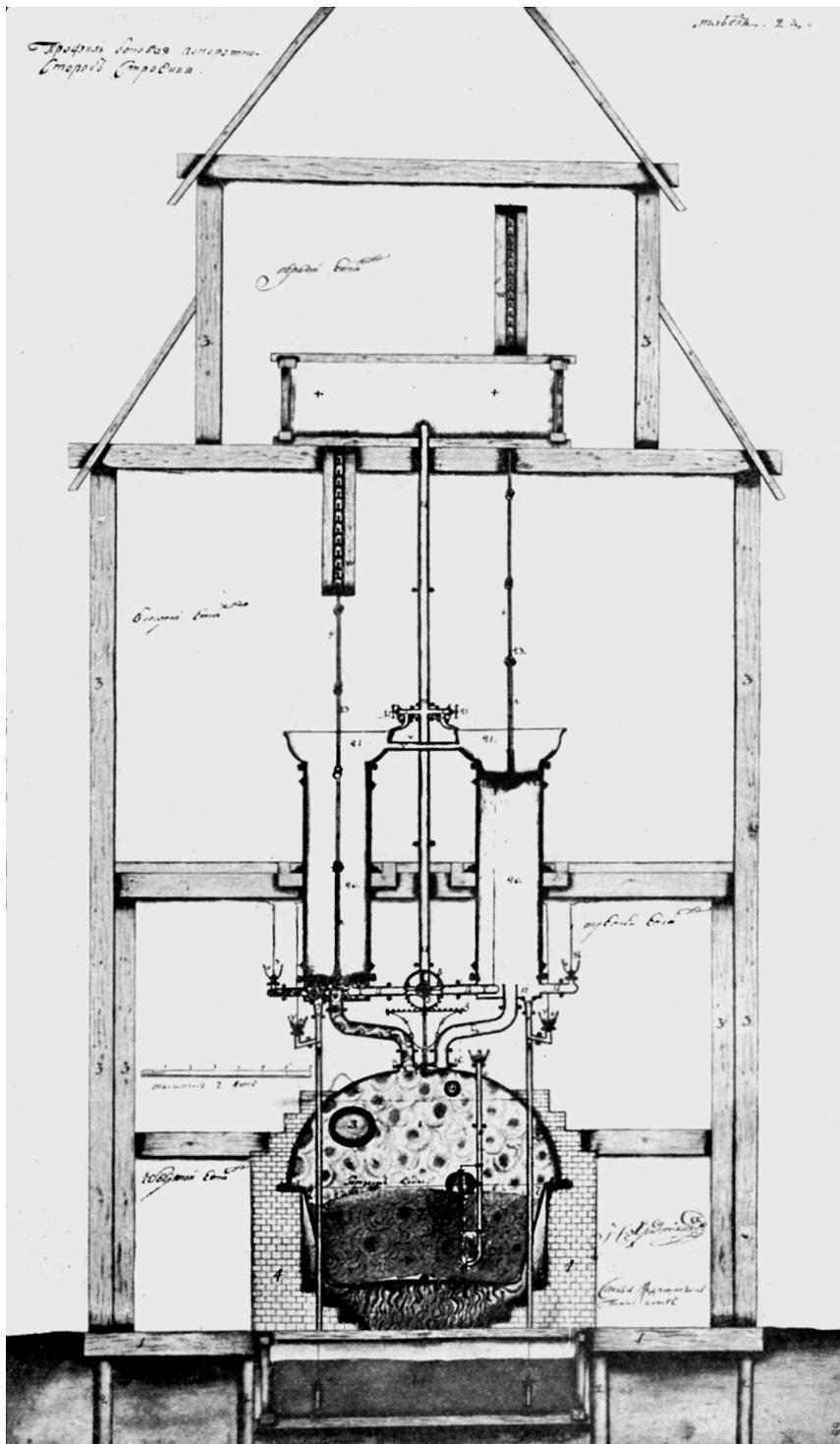
В Испании...

«Большой тур» инженеров родился в Испании 1740-х гг. на стыке двух опытов: заморских экспедиций XVII в. и образовательно-разведывательных поездок по Европе. Рассмотрим те из них, которые имели отношение к паровой машине.

Первые паровые машины в Испании: 1722–1800²⁹

Первая попытка введения машины Ньюкомена в Испании относится к 1722 г., когда англичанин Ричард Джонс предложил муниципалитету Толедо установить за свой счет устройство с неопределенными характеристиками, способное поднимать воду из р. Тахо на высоту 100 м. Но инженер умер, не успев установить машину, попытки же сделать это продолжались с перерывами и безрезультатно до 1790 г., когда отдельные элементы трубопровода отправили в Аранхуэс для снабжения водой садов королевской резиденции.

²⁹ В основе рассказа лежит статья [62], которая, как и ряд других работ, нам любезно сообщил Карлес Пуч-Пла.



Двухцилиндровая пароватмосферная паровая машина И. И. Ползунова (1763)

Вторая попытка датируется 1770 г., хотя и восходит к более ранней поездке Хорхе Хуана-и-Сантасилья. Этот моряк и геодезист входил в состав испано-французской экспедиции по измерению меридиана на экваторе в Перу (1736–1745). В 1749 г. министр флота, государственных имуществ и Индий маркиз Энсенада послал его в Англию. Поездка задумывалась как масштабная операция по технической разведке, найму специалистов, закупке инструментов и книг [65]. Информация о паровой машине была собрана Хуаном в этом контексте. Маркиз Энсенада заказал в Мадриде ее действующую модель для Академии гардемарин в Кадисе. И далее два десятилетия несколько поколений офицеров видели модель в работе, воспринимая ее лишь как дидактический инструмент. Только в 1769 г. интендант Морского департамента Картахоны Хуан Доминго Медина предложил построить на ее основе машину для сухих доков в арсенале. Работы вели Диего Рострияга, инструментальный мастер Физического кабинета Королевского училища Сан Исидро, и капитан-лейтенант флота Хулиан Санчес Борт под руководством того же Хорхе Хуана-и-Сантасилья. После его смерти (июнь 1773 г.) Борт завершил работы, запустив две машины, – в малом и большом доках арсенала Картахоны (ноябрь 1773 г. и февраль 1774 г.) – и подготовил мастеров для их эксплуатации. Один из них, Антонио Дельгадо, в 1785 г. вместе с племянником построил в Картахоны еще две усовершенствованные машины того же типа, а затем такие же для арсеналов Эль Ферроля и Карраки. Таким образом, в Испании пароатмосферные машины использовали лишь для очистки доков.

Попытку введения простой машины Уатта предпринял Томас Перес Эстала, совершивший три поездки в Европу – во Францию между 1776 и 1780 гг. и в Англию в 1785–1786 гг. [61]. Первые две к паровым машинам отношения не имели, хотя он их видел в действии. Весной 1783 г. госсекретарь Флоридабланка поручил ему инспекцию королевских ртутных шахт в Альмадене, оборудование которых требовало срочного ремонта. Перес предложил установить там паровую машину по примеру виденной им на угольных карьерах Френа (Франция, департамент Валь-де-Марн). Для Испании это было новинкой, и решение вопроса отложили до двух других инспекций, порученных в том же 1783 г. Агустину де Бетанкуру и Фаусто де Элююру.

Бетанкур посетил шахты летом и составил отчет с красивыми чертежами [42]³⁰. Он решал проблему путем мелких рационализаций, что на несколько лет задержало предложение Переса. Но общее ухудшение положения в Альмадене побудило Хосе де Кальвеса, министра горного ведомства и суперинтенданта ртутных разработок, направить Переса в Англию для покупки трех паровых машин. В начале 1786 г. тот поехал в Лондон, вошел в контакт с Уилкинсоном и посетил его фабрики Брешам и Брозли, где впервые увидел машины простого действия.

Перес расхвалил их преимущества в мемуаре (апрель 1786 г.), адресованном Хосе де Кальвесу, и получил приказ на закупку. Однако он разместил заказ у Уилкинсона, а не у Болтона и Уатта – законных владельцев привилегии,

³⁰ Похоже, что визит Элююра не состоялся [61, с. 833].

которые уже могли бы поставить машины двойного действия³¹. Уилкинсон также не оказал помощи в их установке на месте.

Три машины прибыли в Альмаден в мае–июне 1787 г. Наибольшую из них тут же стали устанавливать в шахте Сан-Теодоро. Однако министр умер, а Переса послали в Сеговию. В 1793 г., увидев, что первая машина так и не установлена, новый министр Диего де Гардоки отправил детали двух других в Кадис. Их судьба неизвестна. В Альмадене же машину простого действия запустили лишь в июне 1805 г., когда Испания уже широко импортировала новое изобретение Уатта (затраты на ее установку к 1795 г. втрое превысили стоимость всех трех машин). В 1789–1807 гг. в страну было ввезено семь машин двойного действия. Инициаторами были морской инженер Фернандо Касадо де Торрес, галисийский негодант Паскуаль Менса-и-Марч, испанский дипломат в США Карлос Мартинес де Ирухо и английский предприниматель в Севилье Натан Ветрелл.

В истории Касадо де Торреса много неясностей. Работы о нем перекликаются лишь частично. В статье 1994 г. Торрехон Чавес сообщает о сенсационной находке – записке Касадо де Торреса «Проект огненной машины двойного впрыскивания, которую надлежит установить в арсенале Ла Каррака для распилки строительного дерева». Она датирована 6 июня 1788 г., т. е. полугодом ранее знаменитой поездки Бетанкура (см. далее), и это позволило автору заключить, что Касадо де Торрес

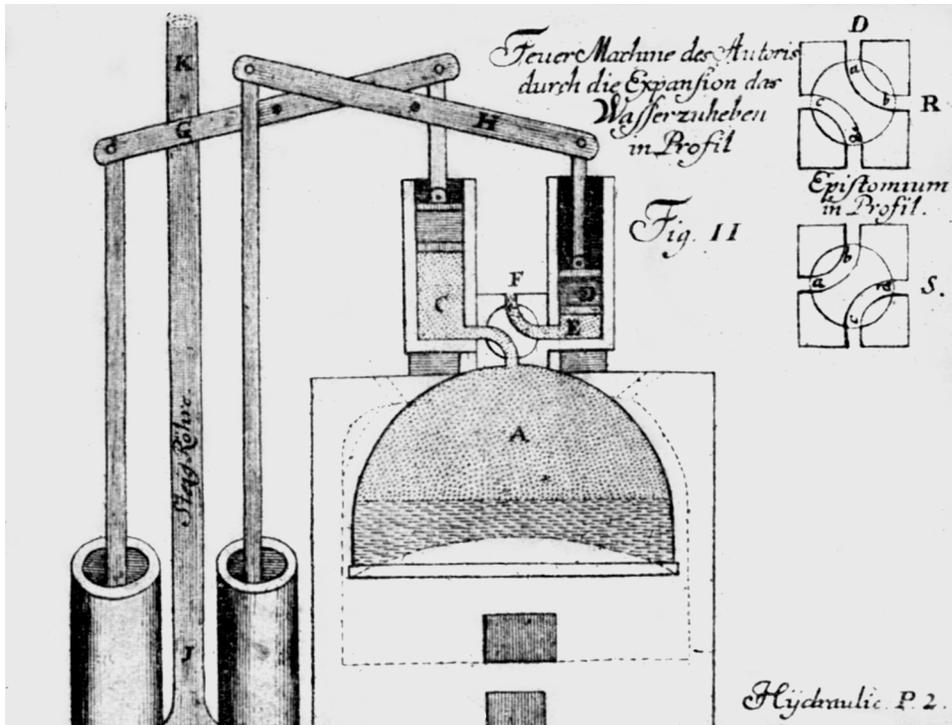
составил в 1788 г. первый на европейском континенте проект паровой машины с поршнем двойного действия, наподобие той, что в 1781 г. (так в оригинале. – Ю. Г., И. Г.) запатентовал в Англии Уатт [79, с. 186].

Позднее автор обошел вопрос молчанием [62]³².

Попробуем разобраться. Проект парового механического лесопильного завода для арсенала Ла Каррака был одобрен королем 18 ноября 1788 г. Изучив металлургические заводы в Каваде, Касадо понял, что на них было нельзя отлить чугунные детали для паровой машины. В середине 1789 г. военно-морское ведомство направило его в Англию для заказа у Болтона и Уатта мощной паровой машины (90 л. с.). Заказ обошелся очень дорого (около 8000 £). Полный комплект деталей и английский мастер Малькон Логан прибыли в Карраку в июне 1792 г. Плохая организация работ, административный беспорядок,

³¹ Уилкинсон в нарушение патента Уатта и Болтона к 1795 г. незаконно построил до 30 машин для своих фабрик и для продажи в Англии и за границей [61, с. 836–837; 62, с. 245–246]. Джонс: «Перес не оставил никаких следов в Сохо. Он не единственный, кто явился к Уилкинсону. Братья Перье действовали также. Лишь к 1795 г. Болтон и Уатт обнаружили, что Дж. Уилкинсон незаконно копировал машину Уатта».

³² Надо быть осторожным с неустоявшейся терминологией XVIII – начала XIX вв. Под сочетаниями «двойное впрыскивание» и «двойное действие» может пониматься как собственно принцип двойного действия (по-видимому, термин впервые введен Бетанкуром в 1789 г. [41]), так и двухцилиндровые системы, действующие от одного котла. Некритическое отношение к термину позволяет представителям национальных историографий приписывать механикам своей страны независимое от Уатта изобретение машины двойного действия, что и произошло в данном случае. Ошибка стала распространяться, в том числе попала и в нашу работу [58], пока мы не увидели чертеж машины.



Двухцилиндровая пароатмосферная паровая машина Я. Лейпольда (1725)

некомпетентность персонала, влажность, воровство, частые отлучки Касадо, вынужденная бездеятельность англичанина, в конце концов вернувшегося в Англию, привели к тому, что в 1798 г. проект был свернут.

В Мадриде Касадо рассказал о своем английском приобретении служащему морского ведомства Хулиану Мартену де Ретамозе. Последний, вдохновившись услышанным, задумал фантастический проект – применить паровые машины на месторождениях драгоценных металлов в Южной Америке – и представил его секретарю государственных имуществ графу Лерене как чудодейственное средство для укрепления финансов его министерства. В феврале 1791 г. проект одобрил король. Согласно указаниям Касадо, главный директор торговли в Индиях Диего де Гардоки заказал Болтону и Уатту две машины двойного действия. В сентябре 1793 г. машины прибыли в Кадис, где о них благополучно забыли. Лерена к тому времени скончался, а занявший его место Гардоки поспешил похоронить улики сомнительного дела, которое, как он полагал, наносило урон его престижу государственного деятеля.

В отличие от других путешественников Менса-и-Марч отправился в Англию по своей инициативе. Посетив в 1789 г. в Лондоне паровую мельницу Альбион-Миллз, он решил завести такую же в Испании и поехал в Бирмингем к Уатту и Болтону. В результате Менса вернулся домой уже как их официальный торговый представитель [44]. Болтон и Уатт снабдили его преискурантом на свои машины для показа потенциальным покупателям в Испании.

25 апреля 1790 г. компания Симона Пла и Менсы получила привилегию на ввоз в Испанию машин двойного действия сроком на 20 лет, исключая машины для коронных нужд. Первая приобретенная Менсой машина была доставлена в Кадис в сопровождении двух механиков. Однако обнаружив, что мельница еще не построена, механики отбыли восвояси, оставив несобранную машину на набережной. Более Менса паровых машин в Испанию не ввозил [62, с. 247]³³.

Случай Бетанкура

Уроженец Канар, Агустин де Бетанкур-и-Молина был воспитанником Королевского училища Сан-Исидро и Королевской академии изящных искусств Сан-Фернандо в Мадриде. В первом он мог посещать мастерскую инструментов и моделей, где работал Диего Рострияга, строивший первые ньюкоменовские машины в Испании [54, с. 16; 62, с. 244]. Однако напоминаем, что своим отчетом о шахтах Альмадена Бетанкур задержал введение там паровых машин на несколько лет, хотя и зарекомендовал себя как специалист в области горного дела. В результате горное ведомство (Секретариат Индий) направило его в 1784 г. в Париж, где Бетанкур попал не в Горную школу, а в Школу мостов и дорог. В сентябре 1785 г. он возглавил созданную по его же инициативе «гидравлическую группу» (действовала до 1791 г.). Основными целями ее были обучение, сбор технической информации и формирование *Кабинета машин* – коллекции моделей объектов и машин в области публичных работ. В отличие от классических «больших туров» группа была предприятием коллективным и «оседлым»: ее члены базировались в Париже, из которого совершали челночные поездки в иные места. Именно в рамках этой миссии Бетанкур и совершил в ноябре 1788 г. путешествие в Англию, в результате которого на континенте была внедрена паровая машина двойного действия Уатта.

Этой канонической теме посвящено немало работ [7; 50; 55; 56; 59; 68; 70; 71]. Все они восходят к «Мемуару» Бетанкура, который он открывает рассказом о своем подвиге. Изложив первые усовершенствования, привнесенные Уаттом в машину Ньюкомена, автор пишет:

Вот все, что было известно во Франции до 1788 г. Будучи занят в то время по поручению Испанского двора изготовлением Коллекции Моделей, до гидравлического искусства относящихся, я пожелал включить в нее модель паровой машины, которая объединила бы все открытия, сделанные до сего дня: для этого я решился поехать в Англию с целью приобрести все знания необходимые для совершенствования этой машины [...].

³³ Джонс: «История поставки деталей паровой машины в Кадис меня изумляет. Точно, что Болтон и Уатт послали одну машину к маю 1793 г. Джеймс Мердок, брат Уильяма, был послан туда для ее сборки, но плохо себя повел и был заменен Мальколмом Логаном. Хуан Игнасио Гардоки совершил «*Grand Tour*» в Англию с рекомендательным письмом к Болтону в мае 1793 г. Торрес приехал в Сохо 12 октября 1789 г. с Фирмином де Тастетом, крупным негоднянцем из Лондона. Они хотели приобрести паровую машину для лесопилы в Кадисе. Похоже, что они действовали независимо от Паскуала Менса-и-Марча. Этот последний совершил путешествие в Сохо в сентябре 1788 г. и вроде бы уехал в Испанию 25 октября 1789 г.».

Сразу по прибытии в Лондон, я имел беседы с различными механиками и Физиками; все они ограничились объяснением действия пара в старых машинах [...]: но зная, что гг. Васт³⁴ и Болтон сделали в области паровой машины недавние открытия [...], я принял решение ехать в Бирмингем чтобы познакомиться с этими знаменитыми мастерами [...] они меня приняли с большой учтивостью и в знак уважения, показали мне свою фабрику пуговиц и изделий из накладного серебра; но они не показали мне ни одной из своих паровых машин, ограничившись лишь замечанием, что те, которые они делают в настоящее время, превосходят все остальные, поскольку их скорость регулируется по желанию и они потребляют намного меньше топлива чем те, которые они делали прежде; они мне даже не намекнули, откуда происходят столь большие преимущества. По возвращении моем в Лондон, один мой друг выхлопотал для меня разрешение осмотреть мельницы, что были построены близ моста Блэк Фрайер, они должны были состоять из трех паровых машин, каждая из которых должна была приводить в действие десять мельниц. Лишь одна из этих машин была завершена постройкой, две других должны были вскоре войти в строй. Меня прежде всего поразило то, что была снята цепь, которая удерживала коромысло и на которой был подвешен поршень в паровом цилиндре. Ее заменили параллелограммом [...] Далее я заметил, что вместо трубы, по которой в машинах Васта и в машине Шайо пар подается из верхней в нижнюю часть цилиндра, имелось две трубы, назначение которых я не смог вначале разгадать, и четыре клапана, которые двигались при каждом колебании коромысла. Я был также поражен малым размером парового цилиндра. При учете поразительной эффективности машины, все это заставило меня заподозрить, что тут мог быть двойной эффект [...], то есть, в то время как пар нажимал на верхнюю часть поршня, в нижней его части создавался вакуум, и наоборот, в то время как пар толкал поршень снизу вверх, вакуум возникал в верхней части. Что касается воздушного насоса с конденсатором и регулятора скорости, я не смог с ними ознакомиться, поскольку детали были скрыты. Я выехал во Францию на следующий день после того, как увидел эту машину; по возвращении домой я вплотную этим занялся, и тщательно припомнив все виденные детали, я попытался разгадать их назначение; для этого я начертил различные планы и профили и мне удалось создать машину двойного действия; я тут же предпринял построение Модели, которая превзошла все мои ожидания [41, л. 30б.–50б; см. также: 68, с. 190–191].

Комиссары Борда и Монж, назначенные в декабре 1789 г. Парижской академией наук к рассмотрению этой работы³⁵, дали о ней прекрасный отзыв, рекомендовали к публикации и отметили, что

Академия должна аплодировать усердию и просвещенности г. [...] Бетанкура, который добыл для Франции могучее открытие, знание о котором должно было до нее дойти естественным порядком лишь позже [39].

³⁴ В оригинале Бетанкура фамилия Уатта написана с ошибкой – как Васт (*Wast*).

³⁵ Бетанкур представил мемуар в академию 16 декабря 1789 г. Отзыв датируется 10 февраля 1790 г.

В 1790 г. Прони упоминает работу Бетанкура в своей «Новой гидравлической архитектуре» и пишет:

Механики должны быть ему тем более благодарны, что подобные наблюдения очень трудно сделать, когда в распоряжении имеется всего несколько секунд для рассмотрения машины, скрытой выступами здания, которые маскируют ее различные элементы [...] и мешают понять их соотношение, совокупность и общее действие [...] Бетанкур [...] выполнил модель машины [...] в масштабе 1 дюйм к футу. Эксперименты с этой моделью оказались весьма успешными, и были с большим интересом восприняты механиками и учеными столицы. Внутренний механизм, посредством которого производится двойное впрыскивание, – целиком изобретение [...] Бетанкура; и хотя он не знает, те же ли это способы, которыми пользуются гг. Ватс и Болтон, учитывая, что последние от него это скрыли, он имеет все основания считать, что английские механики не достигли большей степени точности и простоты. Именно в этой уверенности гг. Перье, превосходные судьи в таком деле, решили построить машину двойного действия в соответствии с моделью [...] Бетанкура: эта машина, предназначенная для приведения в движение мельницы, должна вступить в действие в начале 1790 г. [73, т. 1, с. 571–572]³⁶

Первая реакция Уатта на парижские события – в письме Болтону от 23 июля 1790 г.:

Я получил письмо от г-на Левека от 4 июля. Он видел машину Перье, которая ему не нравится; он говорит что господин Де Бетанкур научил его как делать машины и отправил их модель в Испанию, как он поступает со всем, что видит; [...] Мы должны быть все более и более осторожны с иностранцами, самые большие мошенники среди них – джентльмены [47]³⁷.

Подробное описание работы Бетанкура Прони дал во втором томе своего труда (1796). Он отметил, что машины, построенные по данной системе Перье для паровой мельницы на Лебязьем острове в Париже, доказывают высокие качества нового механизма, «которым заменили бывший прежде в машинах Шайо» (машины простого действия, так не понравившиеся французскому информатору Уатта). Согласно Прони, Перье уверял его, что хотя он и построил машины двойного действия лишь после того, как познакомился с моделью Бетанкура, у него уже давно возникла идея подобных машин. Не оспаривая этого, Прони замечает: «Машины Шайо [...] были еще далеки от того, чтобы соответствовать этому условию» [73, т. 2, с. 35]. Однако не исключаем, что Перье говорил правду, и сам ошупью подходил к решению проблемы.

В 1802 г. Прони и Уатт имели объяснение, которым последний остался удовлетворен. Судя по всему, дипломатичный француз повернул дело так, то обиженный британец увидел в нем лишь хроникера, честно изложивше-

³⁶ См. также [50].

³⁷ См. также в [67, с. 267]. Джонс: «Болтон долго злился на Бетанкура. 23 января 1804 г. он писал сэру Джозефу Бэнксу: “Профессиональный вор как следует из его публикации (т. е. из публикации Прони. – Д. Г., И. Г.), после того как его учтиво приняли в Сохо и показали машину двойного действия”».

го услышанное. «А чего можно было ожидать от таких информаторов как Перье и Бетанкур?» – восклицает Уатт³⁸. Ж. Пайен сопоставил даты и нашел причины снисходительности Уатта: письмо, где упоминается разговор с Прони, было написано 10 ноября 1808 г., т. е. шесть лет спустя после события. А за пять месяцев до написания письма, 20 июня 1808 г., британец стал членом-корреспондентом по классу механики Института Франции, где конкурировал с Бетанкуром. Последнего же избрали на следующий год³⁹. Не пытался ли Уатт убить одним выстрелом двух зайцев: выразить благодарность Прони, поддержавшему его кандидатуру, и бросить тень на конкурента?

В фонде Болтона и Уатта с пометкой «Бетанкур» имеются фрагмент текста и листок с цифрами. При рассмотрении текст оказался английским переводом с комментариями части работы Бетанкура по расширению паров, которой он занимался в 1787–1788 гг. (для того же парового насоса), и делался с версии, опубликованной Прони в 1790 г. [73, т. 1, с. 559–561]. А вот листок, похоже, был списан с рабочих черновиков Бетанкура до их публикации. Получить же их Уатт мог лишь по нелегальным каналам. Позднее в его библиотеке оказалась и сама книга Бетанкура, опубликованная в том же 1790 г. [43]⁴⁰. Механики внимательно следили друг за другом.

Старые вопросы, новые гипотезы

Оценка действий Бетанкура сводится к трем позициям. Согласно первой (английской), он ничего не изобрел, а лишь воспроизвел то, что ему показали и объяснили. Вторая, которой придерживаются испанцы, настаивает на полной автономности его подхода⁴¹. Согласно третьей (французской), признание

³⁸ [67, с. 268]. См. также [46].

³⁹ На заседании 2 марта 1807 г. обсуждался список кандидатов. Первыми двумя из пяти были «Уатт, в Лондоне» и «Бетанкур, в Мадриде». В 1807 г. выборы не проводились. 13 июня 1808 г. Монж представил трех кандидатов: Уатта, Бетанкура и Баадера. На выборах 20 июня 1808 г. победил Уатт: 25 голосов из 49 против 18 в пользу Бетанкура. Последний был избран 5 декабря 1809 г. 35 голосами из 43 [64].

⁴⁰ Копию первого документа без атрибуции нам передала в 1995 г. М. Бадли. Атрибутировал его П. Джонс, обнаруживший и второй документ. Характер документов был определен М. Д. Гузевичем [66].

⁴¹ Румеу де Армас: Бетанкур «позаимствовал у изобретения Уатта лишь теоретический принцип его функционирования, и по этой причине его можно рассматривать как подлинного изобретателя, вновь создавшего паровую машину» [75, с. 85]. Как сейчас понятно, это пассаж восходит к рассуждениям Франциско Санпонтса 1816 г., первая часть которых значительно более корректна и ближе к истине. Но вот их заключение вполне могло вдохновить Румеу де Армаса: «Внутренний механизм, с помощью которого модель производила двойное действие, был оригинальным и целиком являлся изобретением г-на Августина Бетанкура; ни парижские знатоки, ни сам Бетанкур не могли утверждать, что этот механизм был таким же как в машине, которую держали в секрете г-да Болтон и Уатт, но все сходились на том, что эти англичане не могли придать ему большего совершенства и простоты, чем испанец Бетанкур» [83, р. 126]. Впрочем, как видим, само это заключение является переработкой уже цитированного выше пассажа Прони, при изменении акцентов с мнения, в первую очередь, самого Бетанкура на мнение парижских знатоков. См. также [84, с. 144], где текст несколько отличается, но это первая публикация рукописи Санпонтса, до 1983 г. остававшейся исследователям практически неизвестной.

проницательности Бетанкура еще не дает оснований для восхищения ею. По Пайену, тот,

кто никогда не был бы способен самостоятельно придумать данное механическое устройство, сможет его легко воссоздать, если направить его по нужному пути. Бетанкур был [...] хорошим наблюдателем, потому что владел ремеслом инженера-механика. И далее: Там, где некомпетентный человек ничего бы не заметил, такой специалист как Бетанкур не мог не расшифровать то, что видел, почти также легко как если бы смотрел на детальный чертеж. [...] но ни он, ни Перье, ни кто-либо другой во Франции не был способен его изобрести [70, с. 159].

Таким образом, Пайен не отрицает факта «переизобретения», но ставит под сомнение его творческую составляющую, анализируя весь процесс ⁴².

Наша точка зрения – четвертая. Так ли уж велико противоречие между утверждением Уатта, что Бетанкуру все показали и объяснили [45; 46], и заявлением последнего (см. выше)? Для Уатта «показать» означало, что визитера провели по заводу и разрешили взглянуть на закрытые работающие установки, снабдив вежливыми, но уклончивыми комментариями. Для Бетанкура же «показать» означало быть допущенным в машинный зал при остановке работы устройства, чтобы рассмотреть его изнутри, а этого ему сделать не дали, следовательно ему ничего не «показали», а объяснения его отнюдь не удовлетворили.

Те, кто видел паровые машины в действии, легко поймут ситуацию. И в Сохо, и на Альбион-Миллз речь шла о ротативных машинах двойного действия. Их размер оставался еще вполне импозантным: заглубленные в подвалы, и та, и другая достигали второго этажа производственных зданий. Обе находились в специальных помещениях, доступа в которые при их работе не было. Оглушительный шум и перенасыщенный паром воздух давали достаточно оснований для такого запрета. Просьба остановить машину, с которой Бетанкур якобы обратился к своему проводнику, означала остановку всего производственного цикла.

Помимо свидетельств имеются три чертежа: классический, который воспроизводят, когда хотят показать машину двойного действия, установленную на Альбион-Миллз в 1787 г. (восходит к работе Д. Фейри, 1827), и два других – Сабакина (1788) и Бетанкура (1789) [33; 34; 73, т. 2].

⁴² Вопрос Пайена можно поставить и так: достаточно ли быть хорошим механиком и наблюдателем, чтобы расшифровать увиденное «почти также легко, как если бы речь шла о детальном чертеже»? История говорит, что нет. В 1787 г. Болтон принял на Альбион-Миллз двух французских академиков, в том числе Кулона, и некоего маркиза, «хорошего рисовальщика». Кулон и маркиз заблудились в машинном зале, где их застали за зарисовками. Возмущенный Болтон отказал им в осмотре установок в Сохо. Итак, Кулон видел вблизи и зарисовывал то, на что Бетанкур год спустя мог бросить лишь беглый взгляд, рассчитывая только на профессиональную зрительную память. Вряд ли можно усомниться в компетентности такого механика как Кулон, который в 1783 г. в качестве эксперта от Академии наук писал отчет о машине Перье в Шайо и, таким образом, при посещении Альбион-Миллз знал о машине простого действия не меньше, чем Бетанкур. Но, как констатировал Харрис, «мы не знаем каковы были результаты этого осмотра, [...] и не похоже, чтобы что-либо столь важное было передано Перье» [59, с. 317].

Сравнительное изучение: случаи Сабакина и Бетанкура

Условия посещения предприятий Болтона, как они описаны обоими визитерами, разнятся лишь в деталях, впрочем, как и их путешествия. Да и даты очень близки. Оба сразу же поняли важность изобретения и огромные его преимущества перед старыми типами машин, о чем и заявили во введениях к своим мемуарам. А вот чертежи весьма разные.

О схематичном и достаточно примитивном чертеже Сабакина мы уже говорили. Что же касается личного вклада русского механика, то позиция его биографа Загорского смыкается со взглядом испанского биографа Бетанкура: «Сабакин самостоятельно разработал конструкцию машины, изготовил чертежи и модель паровой машины, используя лишь принципы Уатта» [23, с. 31; 24, с. 330]⁴³.

На чертеже Бетанкура представлена детально проработанная и мастерски изображенная конструкция машины двойного действия, имеющая разительное сходство с чертежом машины Уатта из книги Фэйри. Различие состоит в устройстве системы клапанов конденсатора, воздушного насоса, а также в отсутствии регулятора скорости в чертеже испанца. Однако глобальное сходство так велико, что вызывает вопросы. Видел ли Бетанкур на Альбион-Миллз только то, что описал? Не скрыл ли чего-либо с целью подчеркнуть свою «изобретательность»? Наконец, откуда происходит чертеж уаттовской машины из книги Фэйри? Вспомним, что чертеж Бетанкура был опубликован Прони за 31 год до этого британского труда. Не было ли обратного влияния?

По свидетельству Бетанкура, ему не удалось увидеть воздушный насос, конденсатор и регулятор скорости. Два первых существовали давно, Бетанкур должен был их знать по машине простого действия Шайо, и поэтому изобразил их на своем чертеже. Однако, имея он возможность увидеть настоящую машину вблизи, ему не потребовалось бы вновь изобретать систему клапанов, которые не похожи на уаттовские и хуже их (на что с видимым удовольствием указывают англичане при возражении французов) [77, с. 236–238]. Форма, размер и положение конденсатора и воздушного насоса у Бетанкура также отличаются от чертежа из книги Фэйри, откуда следует, что в натуре он их не видел, а чертил по аналогии. Что же до регулятора скорости, то в приложении к паровой машине это была настоящая инновация. Бетанкур был в курсе его существования, – значит, информация просочилась. Однако, видимо, недостаточно, чтобы представить конструкцию элемента, и Бетанкур его не изобразил.

Все это позволяет считать, что он видел не более того, что рассказал. И тогда визит на Альбион-Миллз можно рассматривать не как банальную пиратскую акцию, а как стимул для напряженной работы мысли, которая, с учетом собственного опыта Бетанкура, «позволила совместить видимое с невидимым и воссоздать устройство, чей принцип действия и детали уже зрели в его воображении».

⁴³ Историк ошибается, так как упоминаемые им чертеж и модель относятся к предыдущей работе Сабакина, касающейся машины Ньюкомена.

Недостающее звено: огненный насос двойного действия

Гипотеза родилась при виде маленького наброска карандашом и тушью⁴⁴ на обороте учебного чертежа моста, выполненного Бетанкуром в Школе мостов и дорог не позже осени 1788 г.⁴⁵ Рисунок едва читается, карандашные линии почти стерлись, и два столетия на него не обращали внимания. Но это – недостающее звено, раскрывающее ход мысли изобретателя.

Интересуясь еще со времени инспекции в Альмадене откачкой воды из шахт, Бетанкур в свой парижский период занимался усовершенствованием насоса на основе простой машины Уатта. В попытке отказаться от тяжелого коромысла, превращавшего паровые двигатели в гигантские сооружения, Бетанкур набрасывает контуры двух цилиндров, которые питаются от одного котла, и чертеж золотника, поочередно направляющего поток пара из котла в каждый из цилиндров. Подобная система, где поршни должны были двигаться в противофазе, была известна еще со времени Лейпольда (в России воплощена Ползуновым). Но автор отказывается от нее как от чего-то тупикового. А вот конструкцию с одним закрытым цилиндром обводит тушью. Пар подается под поршень в нижнюю часть цилиндра. К верхней части подведена труба водяного насоса, который должен подавать откачиваемую воду в пространство над поршнем. В нижней части цилиндра имеется клапан для выпуска отработанного пара; в верхней части – кран для слива откаченной воды. К поршню прикреплена вертикальная штанга с болтами крепления, которые повисают в воздухе.

Таким образом, пытаюсь создать компактную конструкцию и избавиться от отдельного поршня для насоса, как в машинах Ньюкомена и Уатта простого действия, Бетанкур пришел к идее использования в закрытом цилиндре обеих поверхностей поршня для разных целей, т. е. к идее двойного действия поршня: нижняя часть – для пара, верхняя – для откачки воды. Пар должен был подаваться снизу и толкать поршень кверху, в отличие от всех предыдущих машин. При опускании поршня в верхней части цилиндра образовывался вакуум, куда засасывалась вода, а на следующем такте, при поднятии поршня, она через клапан выталкивалась наружу.

При такой конструкции он с неизбежностью столкнулся с тем, что тяга между поршнем и передаточным механизмом должна быть жесткой (штангой), а не гибкой (цепью, ранее применявшейся в машинах). Это мы и видим на чертеже. Но поршень надо было заставить двигаться вниз. То есть – опять тяжелое коромысло, от которого он пытался избавиться. Повисшие в воздухе болты крепления штанги к коромыслу прекрасно характеризуют проблему.

Отчаявшись найти решение, Бетанкур решает ехать за идеями в Англию. Испанский посол в Париже Фернан Нуньес писал госсекретарю Флорида-бланке 11 ноября 1788 г.:

Бетанкур уехал вчера на три недели в связи с работой над огненным насосом, которым он занимался в последние дни, к которому у него есть средства [...] применить новые открытия [75, с. 83–84].

⁴⁴ Обнаружен и атрибутирован Д. Ю. Гузевичем в мае 2006 г. Частный архив Хуана Куйена (Ла Ортава, Генерифе). Благодарим за консультацию Бена Рассела, сотрудника *Science Museum* в Лондоне.

⁴⁵ Аtribuтирован по копии Д. Ю. Гузевичем в 2005 г. по просьбе Хуана Куйена.

Что ж, здравая идея. Решения были именно там. Можно себе представить реакцию Бетанкура, увидевшего, что балансир новой машины не имел цепей, но соединение осуществлялось с помощью жестких штанг, как он и начертил в своем наброске. А это значит, что балансир может как тянуть поршень, так и давить на него. По всей видимости, понимание было близко к озарению, и не случайно он отметил в мемуаре: Уатт решил ту задачу, над которой он сам бился, и конструкция машины двойного действия стала для него очевидной. Остальное было делом техники. Думаем, что без опыта работы над паровым насосом «двойного действия» Бетанкур вряд ли так легко решил проблему.

Испанский парадокс

Парадоксально, но факт: акция Бетанкура, которая привела к внедрению машины двойного действия во Франции, не имела практических последствий в Испании. Действующая модель и планы попали в коллекцию машин, были включены в каталог и начиная с 1792 г. выставлены в мадридском Кабинете машин, открытом для публики. Однако предпринимателей, которые бы, увидев их там, заинтересовались перспективой внедрения, не нашлось.

Да и самого Бетанкура вопрос внедрения волновал мало. Если Уатт напрямую зависел от доходов, которые ему приносили его изобретения, то Бетанкур находился на службе у государства. Само его путешествие в Англию было лишь этапом в создании кабинета. Паровой насос, работа над которым стимулировала поездку, как раз для него и предназначался. В Англии Бетанкур осматривал многие машины. Так, по некоторым утверждениям, он тогда же раскрыл содержащийся в секрете принцип текстильного станка Р. Картрайта, модель которого, изготовленная затем в Париже, также попала в кабинет.

В Париже Бетанкур сразу же представил описание паровой машины в Академию наук, предав его гласности в профессиональной среде. Просветительские устремления при этом вполне сочетались с желанием добиться признания в этом референтном для него круге специалистов. Однако в отличие от Уатта, который тоже был равнодушен к академической славе, для Бетанкура такое признание и репутация искусного механика были самоценными и более важными, чем извлечение материальной выгоды. Лучшее доказательство тому – тот факт, что право промышленного применения машины двойного действия он тогда же предоставил Перье и не имел прямой финансовой выгоды от внедрения, но использовал технические мощности предприятий Перье для испытания модели и проведения опытов по расширению паров, легших в основу «закона» Прони–Бетанкура, которым *de facto* пользовались почти 30 лет до работ Клапейрона⁴⁶.

⁴⁶ Об этом см. [66]. Историю отношений Перье и Бетанкура еще предстоит исследовать, и мы надеемся продвинуться в этом в нашей монографии о Бетанкуре [57]. Рассказывая о Перье, Пайен упоминает механика Этьена Калла, с 1788 г. обосновавшегося в Париже. Этот самый Калла позднее назовет себя «учеником Бетанкура» и укажет на свое участие в создании под его руководством модели машины двойного действия [63]. Удивительно, но Пайен не сопоставил эти факты. Сьоранеску проявил большую проницательность, когда написал: «Эта идея возникла в результате его контактов с промышленником Перье» [48]. Просматривается также связь между поездкой Бетанкура и созданием Перье паровой мельницы на Лебязьем острове. М. Дома и Б. Жиль: «Будучи вежливо выпровоженным из Сохо в 1788 г., ученый маркиз де

Известен лишь один пример использования в Испании работ Бетанкура по паровой машине двойного действия, и относится он уже к XIX в. Каталонский врач Франсиско Санпонтс, ведавший вопросами статики в Королевской академии естественных наук и ремесел Барселоны, в 1804–1806 гг. по просьбе Ясинто Рамона, хозяина текстильного предприятия в том же городе, построил две паровые машины двойного действия. Первая была моделью, основанной на планах машины с Лебязьего острова (т. е. машины Бетанкура), описанной в «Новой гидравлической архитектуре» Прони, а вторая – машиной в натуральную величину, которую Рамон предполагал использовать на своей хлопковой фабрике. Причем это был собственный проект Санпонтса, который не копировал машину, описанную Прони, но отталкивался от нее, как от аналога, предлагая собственные решения для ряда элементов [62, с. 252; 74; 82; 83; 84].

* * *

Итак, несмотря на огромные затраты и на все усилия испанского правительства в XVIII в. внедрить паровую технику на королевских предприятиях, можно назвать лишь один удачный пример: арсеналы Морского ведомства, где действовали ньюкоменовские машины. Мы сталкиваемся с бюрократической рутинной и противоречивой логикой ведомственных структур, против которых бессильны и министры, и короли. Ситуация меняется лишь в XIX в. благодаря усилиям частных лиц и почти зеркально повторяет российскую. Но это уже другая история.

Заключение

Посмотрим, что можно извлечь из сравнения двух национальных историй.

Россию отличает от Испании более скромная сумма попыток внедрения и большая административная инертность. Представители иберийской страны демонстрируют больший напор и профессиональную хватку. Уровень компетентности испанских специалистов кажется глобально выше уровня

Бетанкур должен был решиться на роль промышленного шпиона. Понаблюдав из-за выступа стены за действием уже установленной машины, он разгадал принцип, и ознакомил со своими заключениями Академию наук [...] в декабре 1789 г. Перье был в числе его друзей и был, разумеется, уже в курсе; он запросил и получил с апреля привилегию на заведение паровых мельниц в парижском регионе. В 1790 г. он строит на Лебязьем острове паровую мельницу с использованием первых сделанных во Франции рогативных машин двойного действия. [...] они были изготовлены в мастерских Шайо» [50, с. 71]. Несмотря на ряд неточностей реконструкция событий кажется правдоподобной. Авторы почувствовали важность факта дружеских отношений Бетанкура и Перье и установили связь между лондонской находкой первого и привилегией второго, но на источники не ссылаются. Не дает ссылок и Гонсалес Таскон, высказывая предположение, – с которым мы, в принципе, готовы согласиться, – что Перье мог финансировать поездку Бетанкура в Англию [56]. Мы даже допускаем, что друзья догадывались, что они там найдут, ибо информация уже просочилась. Джонс: «Возможно, что Болтон и Уатт проговорились о каких-то деталях паровой машины двойного действия во время путешествия в Париж (ноябрь 1786 – январь 1787 г.). Они везде праздновали, и известно, что Уатт пил слишком много Бургундского!» Пайен же, с 1969 г. главный специалист в данном вопросе, влияние открытия Бетанкура на блестящий взлет в промышленной карьере Перье расценивал как удачное совпадение, счастливую случайность, подхваченную на лету опытными специалистами [68–71].

русских механиков. Определенную роль в этом играет разница в социальном положении. Русские ученики – выходцы из скромных слоев, которые могут рассчитывать в лучшем случае на продвижение на местах. Среди испанцев же немало отпрысков благородных семей, высокопоставленных чиновников и опытных ремесленников. Испания создает феномен инженера-резидента и отработывает новые типы профессиональных миссий, к которым Россия придет лишь в начале XIX в.

Русские привозят, главным образом, планы, описания и модели, испанцы – в основном машины. Что касается машины двойного действия, то она возглавляет список импортируемых Испанией объектов как в количественном отношении (7 машин), так и с точки зрения энергетического потенциала (суммарно 363 л. с.). Одна из этих машин мощностью 90 л. с. была самой мощной из всех, экспортированных Болтоном и Уаттом в 1775–1825 гг.

Уже упомянутых различий довольно, чтобы ожидать расхождений в результатах. А они-то, на удивление, близки, на некотором уровне абстракции даже почти симметричны. В обоих случаях практика профессиональных поездок находилась в прямой зависимости от требований модернизации и расширялась как инструмент этой политики. Изобретения Уатта с самого начала притягивают к себе взоры русских и испанских путешественников, в обеих странах работавших, в основном, на горное и морское ведомства. Однако до конца XVIII в. попытки введения паровых машин Уатта закончились и в России, и в Испании глобальной неудачей, что побуждает нас поразмышлять о причинах, которые в двух столь удаленных и отличных друг от друга странах привели к столь сходно обескураживающим результатам.

Как показала история, для освоения и использования импортируемого технического объекта достаточно иметь некоторое количество довольно крупных частных предприятий, свободно организовывающих свою деятельность и обладающих специалистами высокой квалификации. Ни в России, ни в Испании конца XVIII в. эти условия в отношении паровой техники выполнены не были. Старые администрации, медлительные и неповоротливые, оказались бессильны обеспечить ее внедрение. Ведомственные перегородки были непроницаемы, и новая информация, попав в одно ведомство, оставалась неизвестной соседнему. Коллегии, департаменты, министерства имели сложные структуры, состояли из многочисленных служб, которые функционировали в различных режимах и повиновались различной логике; сроки прохождения решений растягивались на годы. Результаты путешествий просто проваливались в административные дыры и тонули в ведомственных недрах. Сами разведывательные миссии действовали под эгидой дипломатов, людей образованных, ловких, со связями, знающих среду и умеющих реагировать быстро. В результате настоящая бюрократическая пропасть отделяла агентов передачи знания и их высокопоставленных покровителей от тех мест, где как раз и решалась практическая судьба новых изобретений.

В отечественной историографии было принято все валить на крепостное право и на засилье иностранцев. Не отрицая определенного влияния первого из этих факторов, должны заметить, что Испания, где результаты оказались такими же, крепостного права не знала. Паровые же двигатели в России внедрили, в конечном счете, иностранные специалисты.

Имелись два способа разорвать порочный круг, и обе страны их в конце концов использовали. Первый заключался в организации системы технического образования и профессиональных структур (корпусов) для интеграции специалистов. Второй – в содействии развитию частного предпринимательства⁴⁷. В начале XIX в. эти меры дали свои плоды. Особый случай – Франция. Менее развитая, чем Англия, в плане свободного предпринимательства, она создала систему профессионального образования высокого уровня и обеспечила успех политики переноса знаний и технологий. Технические новшества находили там быстрое применение. А на рубеже веков французское техническое образование поднялось на новый, инженерный уровень. Не случайно четверть века спустя француз Сади Карно создал там теорию паровой машины, положив начало термодинамике. Констатируя этот факт, мы не должны забывать, что ранние работы в этом направлении были начаты во Франции испанцем Бетанкуром, который в 1808 г. навсегда поселился в России. А завершены они оказались прослужившим 11 лет в России французом Клапейроном, выпускником той же Политехнической школы, что и Карно, и научным учеником Бетанкура. Но и это уже другая история.

Список литературы

1. Архив князя Воронцова. Кн. 11. М., 1877. С. 299–300, 419–421.
2. Там же. Кн. 12. М., 1877. С. 234.
3. Там же. Кн. 13. М., 1789. С. 105.
4. Там же. Кн. 16. М., 1880. С. 196–197.
5. Там же. Кн. 9. М., 1876. С. 485–490.
6. Там же. М., 1880–84. Кн. 18. С. 452–453; Кн. 19. С. 343–344; Кн. 22. С. 501–502; Кн. 27. С. 290; Кн. 30. С. 502–503.
7. *Боголюбов А. Н., Григорьян А. Т.* Классическая механика и техника XVII–XIX вв. // Механика и цивилизация XVII–XIX вв. М., 1979. С. 97–98; *Goicolea Zala, F. J.* Memoria de Betancourt sobre la máquina de vapor de doble efecto // Betancourt: Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Madrid, 1996. P. 111–114; *Van Neck, A.* Les débuts de la machine à vapeur dans l'industrie belge: 1800–1850. Bruxelles, 1979. P. 84.
8. *Брандт А. А.* Очерк истории паровой машины и применения паровых двигателей в России. СПб., 1892.
9. БСЭ. 2-е изд. Т. 13. М., 1952. С. 419; БСЭ. 3-е изд. М., 1972–1975. Т. 7. С. 574; Т. 20. С. 187.
10. *Виргинский В. С.* Ефим Алексеевич (1774–1842), Мирон Ефимович (1803–1849) Черепановы. М., 1986.
11. *Виргинский В. С.* Иван Иванович Ползунов: 1729–1766. М., 1989.
12. *Гузевич Д.* [Рец.]: Россия и Британия в эпоху Просвещения: Опыт философской компаративистики [...] СПб.: С.-Петербургский центр истории идей, 2002. Ч. 1.

⁴⁷ Джонс, полемизируя с нами, опирается на понятие «научная культура принимающей страны», и показывает, что машины Уатта были оперативно внедрены в прусской Силезии, где почти не было частных предприятий. Зато в Голландии при множестве таковых, включая и те, которые хотели этот перенос осуществить, долго не могли добиться успеха. Не входя в дискуссию, заметим, что первый из указанных нами путей вносит изменения как раз в научную и техническую культуру страны.

- 262 с., Ч. 2. 294 с. (Философский век: Альманах. Вып. 19–20) // ВИЕТ. 2004. № 1. С. 170–177.
13. *Данилевский В. В.* И. И. Ползунов: Труды и жизнь первого русского теплотехника. М., 1940.
 14. *Данилевский В. В.* Русская техника. Л., 1947.
 15. *Данилевский В. В.* Русская техника. 2-е изд., испр. и доп. Л., 1948.
 16. *Десницкий С. Е.* Представление о учреждении законодательной, судительной и наказательной власти в Российской империи // Избранные произведения русских мыслителей второй половины XVIII века. Т. 1. [М.], 1952. С. 292–332. *Десницкий С. Е.* Представление о учреждении законодательной, судительной и наказательной власти в Российской империи // Записки Императорской Академии наук. 1905. Т. 7. № 4. С. II, 1–45; *Белявский М. Т.* Семен Десницкий и новые документы о его деятельности // Вестник Московского университета. Сер. IX. 1969. № 4. С. 61–74; *Браун А. С. Е.* Десницкий и И. А. Третьяков в Глазговском университете: 1761–1767 // Там же. С. 75–80; *Пенченко Н. А.* Выдающиеся воспитанники Московского университета в иностранных университетах // Исторический архив. 1956. № 2. С. 155–183.
 17. *Дорогов А. А.* Учение о машинах в русской научно-технической литературе периода мануфактурной техники // Труды ИИЕТ. 1956. Т. 8. С. 100–155.
 18. *Забаринский П. П.* Неопубликованная переписка об Уатте и Болтоне: 1777–1778 // Архив истории науки и техники. Вып. 5. 1935. С. 535–543.
 19. *Забаринский П. П.* К истории введения парового двигателя в России: «Огнедействующая водовывливающая машина» Александра Смита (1791–1792 гг.) // Там же. Вып. 7. 1935. С. 429–463.
 20. *Забаринский П. П.* Строители и машинисты первых «огненных» машин в Кронштадте // Там же. Вып. 8. 1936. С. 253–279.
 21. *Забаринский П. П.* К истории появления в России первых паровых машин Уатта // Вестник АН СССР. 1935. № 11. Стб. 45–50.
 22. *Забаринский П. П.* Первые «огненные» машины в Кронштадтском порту: К истории введения паровых двигателей в России. М.; Л., 1936.
 23. *Загорский Ф. Н.* Л. Ф. Сабакин – механик XVIII века: Очерк жизни и деятельности. М.; Л., 1963.
 24. *Загорский Ф. Н.* Л. Ф. Сабакин – выдающийся машиностроитель конца XVIII – начала XIX века // Труды ИИЕТ. 1959. Т. 21. С. 328–341.
 25. *Конфедератов И. Я.* Иван Иванович Ползунов. М.; Л., 1951.
 26. *Конфедератов И. Я.* К 225-летию со дня рождения Джемса Уатта // ВИЕТ. 1961. № 11. С. 139–141.
 27. *Крафт Г. В.* Краткое руководство к познанию простых и сложных машин сочиненное для употребления российского юношества / Пер. с нем. В. Адодурова. СПб., 1738.
 28. *Кросс Э. Г.* У Темзских берегов: Россияне в Британии в XVIII в. СПб., 1996.
 29. *Маркс К., Энгельс Ф.* Сочинения. 2-е изд. Т. 23. М., 1960. С. 388–389.
 30. Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х годов XIX в. М., 1978.
 31. Сабакин (Лев) // Энциклопедический словарь. Т. 28. СПб.: Брокгауз и Ефрон, 1899. С. 6; Сабакин Лев Федорович // БСЭ. 2-е изд. Т. 37. М., 1955. С. 557; Сабакин Лев Федорович // БСЭ. 3-е изд. Т. 22. М., 1975. С. 474; Сабакин Лев Федорович // Биографический словарь деятелей естествознания и техники. Т. 2. М., 1959. С. 192.
 32. *Сабакин Л. Ф.* Лекции о разных предметах, касающихся до механики, гидравлики и гидростатики, как-то: о материи и ее свойствах, о центральных силах, о механических силах, о мельницах, о кранах, о тележных колесах, о машине колотить сваи

- и о гидравлических и гидростатических машинах вообще / Соч. г. Фергусоном, а с англ. на росс. язык переведенные тверским губернским механиком Сабакиным, с присовокуплением ко оным собственной его лекции о огненных машинах. СПб., 1787.
33. *Сабакин Л. Ф.* Лекции о разных предметах, касающихся до механики, гидравлики и гидростатики, как-то: о материи и ее свойствах, о центральных силах, о механических силах, о мельницах, о кранах, о тележных колесах, о машине колотить сваи и о гидравлических и гидростатических машинах вообще / Соч. г. Фергусоном, а с англ. на росс. язык переведенные Львом Сабакиным. СПб., 1787.
 34. *Сабакин Л. Ф.* Прибавление к Фергусовым лекциям, содержащее в себе о огненных машинах / Соч. тверским губернским механиком Львом Сабакиным. М., 1788.
 35. Сводный каталог книг на иностранных языках, изданных в России в XVIII веке: 1701–1800. Т. 2. Л., 1985. С. 183, 293.
 36. Чернышев, граф Иван Григорьевич // Русский биографический словарь. Т.: Чаадаев-Швитков. СПб., 1905. С. 318–324; *Иванов С.* Уатт чуть было не приехал в Петербург // Изобретатель и рационализатор. 1968. № 3. С. 27.
 37. *Шлаттер И. А.* обстоятельное наставление рудному делу, состоящее из четырех частей, в которых описаны рудокопные места, жилы и способы для прииску оных, також [...] потребныя к рудному производству машины [...]. СПб., 1760.
 38. *Шухардин С. В.* Основы истории техники. М., 1961. С. 152.
 39. Archives de Ac. des Sc. (AAS, Paris). Académie Royale des Sciences: Procès verbaux. T. 108: janv.-déc. 1789. Séance du 16.12.1789. F.[232v]; T. 109: 9.1.1790–14.8.1793. Séance du 10.2.1790. P. 29–33; Dossier “Bétancourt”. [Notice sur les séances 1789–90]. 1 f.
 40. *Bataille E. M.* Traité des machines à vapeur, ouvrage divisé en deux grandes sections. 1^{re} section. Paris, 1847. P. 31–33.
 41. *Betancourt y Molina, A. de.* Mémoire sur une Machine à vapeur, à double effet. Paris, 15.12.1789. 20 f. AAS, Paris. Séance 16.12.1789, pochette; 24 p., 6 f.; ENPC, bibliothèque, Mss.1258.
 42. *Betancourt A. de.* Memoirs of the Royal Mines of Almadén: 1783 / Ed. J. F. Péres, I. Gonzáles Tascón; transl. by S. J. Thurgood Farnell. Madrid, 1990.
 43. BPL (Birmingham Public Libraries. Boulton & Watt collection). MS 3147/3/551: Miscellaneous memoranda and papers, 1770–90s. № 28: Memorandum n./d. concerning Mr de Ballancourt's experiments with steam power; MS 3219/4/167; *Betancourt y Molina A. de.* Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau [...]. Paris, 1790. 38 p.; Idem. ENPC, bibliothèque, Ms.184. 27 f.
 44. BPL. MS 3147/3/524: Spanish Engines, 1788–1795.
 45. BPL. MS 3219/4/113. Folder 6. 7.01.1809.
 46. BPL. MS 3219/6/1. № 319. Folder 32. 10.11.1808.
 47. BPL. MS 3782/12/79. № 178.
 48. *Cioranescu A.* Agustín de Betancourt: su obra técnica y científica. La Laguna de Tenerife, 1965. P. 20.
 49. *Cross, A.* A Russian Engineer in Eighteenth-Century Britain: The Journal of N. I. Korsakov, 1776–77 // Slavonic and East European Review. 1977. Vol. 55. No. 1. P. 1–20.
 50. *Daumas M., Gille P.* Les moyens de production de l'énergie // L'Expansion du machinisme. Paris, 1968. P. 3–87.
 51. *Dickinson H. W., Voules H. P.* James Watt and the Industrial Revolution. London, 1944. P. 39.
 52. *Falck N. D.* An Account and Description of an Improved Steam-Engine Which Will, with the Same Quality of Fuel and in an Equal Space of Time, Raise Above Double the Quantity of Water Than Any Lever Engine of the Same Dimensions... London, 1776.

53. *Fréminville A. J. de*. Cours pratique de machines à vapeur marines... Paris, [1861].
54. *García-Diego J. A.* Las dos estancias de Betancourt en Gran Bretaña y algunos inéditos que allí se conservaba // Estudios sobre Agustín Betancourt (1758–1824): Actas del simposio... T. I. Puerto de La Cruz, 1991. P. 32–51.
55. *García-Diego y Ortiz J. A.* Agustín de Betancourt como espía industrial // Estudios sobre Historia de la Ciencia y de la Técnica: IV Congreso de la SEHCT... T. 1. Valladolid, 1988. P. 105–125.
56. *González Tascón I.* Betancourt y la máquina de vapor de doble efecto de Watt // Betancourt: Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Madrid, 1996. P. 33–35.
57. *Gouzévitch I.* avec la particip. de *Gouzévitch D.* Augustin Bertancourt (1758–1824): le parangon de l'ingénieur européen. Rennes, 2009 (Collection Carnot). В печати.
58. *Gouzévitch I., Gouzévitch D.* El *Grand tour* de los ingenieros y la aventura internacional de la máquina de vapor de Watt: un ensayo de comparación entre España y Rusia // Maquinismo ibérico / Éd. A. Lafuente, A. M. Cardoso, T. Saraiva. Madrid, 2007. P. 147–190.
59. *Harris J. R.* Industrial Espionage and Technological Transfer: Britain and France in the Eighteenth Century. Aldershot (G.B.), 1998. P. 317–321.
60. *Harris J. R.* Movements of Technology between Britain and Europe in the Eighteenth Century // International Technology Transfer: Europe, Japan and the USA: 1700–1914 / Ed. D. J. Jeremy. Brookfields, 1991. P. 15.
61. *Helguera J.* Tomás Pérez Estala: Los años de formación de un “máquinista” empirico // La industrializació i el desenvolupament econòmic d'Espanya... Vol. 2. Barcelona, 1999. P. 828–831.
62. *Helguera Quijada J., Torrejón Chaves J.* La introducción de la máquina de vapor // Historia de la Tecnología en España / Dir. F. J. Ayala-Carcedo. T. 1. Barcelona, 2001. P. 239–252.
63. *Héricart de Thury.* Rapport [...] sur le procédés, inventions et perfectionnemens introduits par M. Calla père dans la construction des machines // Bulletin de la S^{té} d'encouragement pour l'industrie nationale. 1829. № 300. P. 235–237; Calla Chr.-François // Dictionnaire de biographie française. T. 7. Paris: Letouzey et Ane, 1956. Col. 892–893; Calla Etienne // Dictionnaire encyclopédique et biographie l'industrie et des arts industriels. T. 2. Paris: Librairie des dictionnaires, 1882. P. 93.
64. Index biographique de l'Académie des Sciences: du 22 décembre 1666 au 1^{er} octobre 1978. Paris: Gouthier-Villars, 1979. P. 69, 134, 504; Séance du 2 mars 1807 // Procès verbaux des séances de l'Académie tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835. T. 3. Hendaye, 1913. P. 504; Séances des 13, 20 juin 1808, 27 nov., 5 déc. 1809, 12 mars 1810 // Ibidem. T. 4. P. 77, 78, 279, 286, 331; AAS (Paris). Séances des 20.6.1808, 5.12.1809, pochettes.
65. Juan y Santacilia Jorge // Dictionary of Scientific Biography. Vol. 7. N.Y., 1973. P. 183–184; *Lafuente A., Mazuecos A.* Los Caballeros del Punto Fijo: Ciencia, política y aventura en la expedición geodésica hispanofrancesa al virreinato del Perú en el siglo XVIII. Barcelona, 1987; *Lafuente A., Peset J. L.* Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa: 1748–1751 // Melanges de la Casa de Velazquez. T. 17. Madrid; Paris, 1981. P. 233–262; *Lafuente A.* Europa como referencia // Madrid, Ciencia y Corte. Madrid, 1999. P. 261–267.
66. *Martín Medina Amilcar, Gouzévitch Maxime.* Aux sources de la thermodynamique: le “Mémoire sur la force expansive de la vapeur” du Chevalier de Betancourt et du Baron de Prony // Archives internationales d'histoire des sciences. 2008. Vol. 58. n° 160–161. P.185–223. *Gouzevitch Maxime.* Aux sources de la thermodynamique ou la loi de Prony/Betancourt // Quaderns d'Història de l'Enginyeria (Barcelona). 2009. Vol. 10: Betancourt, les Ponts et Chaussées et l'Europe, XVIIIe – XIXe siècles: Actes

- du colloque international tenu les 17–19 juin 2008 à l'École des Ponts, Marne-la-Vallée. 16 p. – В печати.
67. *Muirhead J. P.* The Life of James Watt; With Selections from His Correspondence. London, 1858 (Repr.: Ann Arbor, Michigan, 1991).
 68. *Payen J.* Bétancourt et l'introduction en France de la machine à vapeur à double effet: 1789 // Documents pour l'Histoire des techniques. 1967. № 6. P. 187–198; Idem // Revue d'histoire des sciences et de leurs applications. 1967. T. 20. № 2. P. 187–198.
 69. *Payen J.* Bétancourt et son catalogue du Cabinet Royal des machines de Madrid (1792): [Préface]; Idem: [Communication]. Paris, 1988. (15, 9), (6) p. (Dactil. SDHT, N. S., doc. 2216, 2147).
 70. *Payen J.* Capital et machine à vapeur au XVIII siècle: les frères Périer et l'introduction en France de la machine à vapeur de Watt. Paris; La Haye, 1969.
 71. *Payen J.* Technologie de l'énergie vapeur en France dans la première moitié du XIXe siècle: La Machine à vapeur fixe. Paris, 1985. P.143, 199; Idem. Pt. I. Paris, 1977. P. 60, 230.
 72. *Payen J., Combe J. M.* De Papin à Watt, les origines de la machine à vapeur à pistons // L'Aventure scientifique et technique de la vapeur: d'Héron d'Alexandrie à la centrale nucléaire. Paris, 1986. P. 22–23.
 73. *Prony G. de.* Nouvelle Architecture Hydraulique. 2 vol. Paris, Firmin-Didot, 1790–1796.
 74. *Puig-Pla, C.* Innovación y difusión de tecnología en la primera industrialización de Cataluña (ca. 1800). P. 4. A paraître; Idem. Promoters of Technical Schools in Barcelona: 1750–1850 // Actes of the XXI International Congress of History of Science. Mexico, 2002 (в печати).
 75. *Rumeu de Armas, A.* Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada: La Escuela de Caminos y Canales. Madrid, 1980.
 76. *Smiles S.* The Steam-Engine: Lives of the Engineers Boulton and Watt. T. 1. New York, 1905. P. 185–186.
 77. *Stuart, R.* Histoire descriptive de la machine à vapeur... Paris, 1827.
 78. *Thurston R. H.* Traité de la machine à vapeur.... T. 1. Paris, 1893. P. 27–33.
 79. *Torrejón Chaves, J.* Innovación tecnológica y reducción de costes: las máquinas de vapor en los arsenales de la Marina Española del siglo XVIII // Cambio tecnológico y desarrollo económico: VII simposio de historia económica.... Barcelona, 1994. P. 179–190.
 80. *Tredgold, Th.* Traité des machines à vapeur et de leur application à la navigation, aux mines, aux manufactures, aux chemins de fer, etc... 2e éd. Paris, 1838.
 81. *Козлов А. Г.* Творцы науки и техники на Урале: XVII – начало XX века: Биографический справочник. Свердловск, 1981.
 82. *Roca Rosell Antonio.* Técnica, ciencia e industria en tiempo de revoluciones: La química y la mecánica en Barcelona en el cambio del siglo XVIII al XIX // Técnica e Ingeniería en España / Ed. M. Silva Suarez. Vol. 2. El Siglo de las Luces: De la industria al ámbito agroforestal. Zaragoza; Madrid, 2005. P. 210–217; Biblioteca Nacional de Catalunya (BNC), Fons Junta de Comerç (JC), lligall CIV, caixa 138, n° 4, f.10r/v – 11r/v ; BNC, Fons Baró de Castellet, lligall 207, n° 1 : Francesc Santponç i la bomba de foc, 1806–1815.
 83. *Sanpots Francisco.* Noticia sucinta del origen y progresos de la máquina de vapor // Memorias de agricultura y artes (Barcelona). 1816. T. 3. n° 3. setiembre. P. 126.
 84. *Sanpots Francisco.* Noticia de una nueva bomba de fuego por el doctor Don Francisco Sanpots Director de Estática y de Hydrostática de la real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona; Croquis de la nueva bomba de vapor de doble efecto // Jaume Agusti i Cullell. Ciencia i Tècnica a Catalunya en el Segle XVIII o la introducció de la màquina de vapor. Barcelona, 1983. P. 141–183.