

ПАРОВЫЕ МАШИНЫ И ИХ СОЗДАТЕЛИ

Ю.Г. Воров, П.Д. Голубь

Барнаульский государственный педагогический университет

Эпоха зарождения капитализма характеризуется началом капиталистического производства, основной формой которого была мануфактура (от латинских слов *manu* – «рукой» и *factus* – «сделано»). При этом главной движущей силой была сила мускулов. Развитие горнодобывающей и металлообрабатывающей промышленности потребовало усовершенствования мануфактурной техники и побуждало к созданию более совершенного оборудования и применению более мощной двигательной силы. Нужно было, в первую очередь, реконструировать воздуходувные меха, способные обеспечить продувание воздуха в домнах. Для увеличения добычи железной руды возникла проблема углубления шахт, что, в свою очередь, потребовало усовершенствования грузоподъемных и водоподъемных средств.

Развитие мануфактурного производства привело к отделению интеллектуальной стороны труда от самого производителя – рабочего. Интеллектуальный труд приобретает самостоятельное значение и становится уделом инженерно-технической интеллигенции, осуществляющей применение достижений естественных наук в производстве. Наука становится на службу капиталу. Буржуазия стала заинтересованной в развитии науки, которая давала возможность повышать прибыль, и представляла необходимые финансовые субсидии для развития науки.

В результате уже к концу XVII в. во многих развитых европейских странах предпринимаются энергичные попытки использования теплоты в качестве движущей силы для совершения полезной работы. Над этой проблемой с различной степенью успеха работали голландец Х. Гюйгенс, немец В. Лейб-ниц, англичанин Т. Севери, француз Д. Папин. Первым запатентованным водяным насосом, приводимом в движение паром, считается паровой насос Томаса Севери (1698 г.). Этот насос, потребляя огромное количество топлива, поднимал воду лишь на небольшую высоту, что ограничивало его использование в глубоких рудниках. Попытки увеличения мощности насоса путем повышения давления пара зачастую

приводили к взрыву котла. (Интересно, что принцип работы насоса Севери используется и поныне в кофеварках, где, как утверждают гурманы, варится самый вкусный кофе). Существенным техническим недостатком такого насоса являлось то, что пар в нем давил непосредственно на поверхность воды.

Эту погрешность частично устранить удалось Д. Папину в изобретенном им, паровом котле, где предлагалось подобное поршню устройство, отделяющее пар от поверхности воды и замедляющее конденсацию пара. В 1705 г. английский кузнец и торговец железом Томас Ньюкомен предложил поршневой вариант парового двигателя. Заметим, что именно Ньюкомен значится изобретателем паровой машины в книге Гиннеса «Список ста великих открытий» [1].

В двигателе Ньюкомена пар под давлением поступает из котла и толкает вверх поршень в вертикальном цилиндре (рис. 1). Затем пар конденсируется за счет впрыскивания в цилиндр холодной воды, где образуется вакуум, и атмосферное давление толкает поршень вниз, который совершает рабочий ход, выполняя полезную работу. Затем процесс повторяется. Таким образом, плечо коромысла, соединенное с поршнем, то поднималось, то опускалось. К другому плечу коромысла крепится шток насоса, откачивающего воду из шахты.

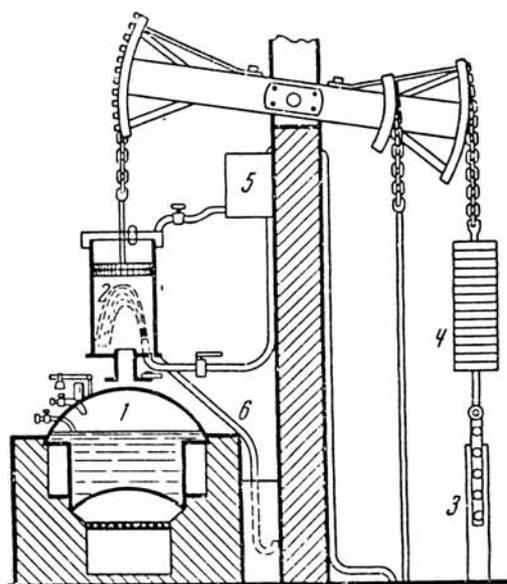


Рис. 1. Пароатмосферная поршневая машина Томаса Ньюкомена (1711–1712 гг.)

Информация о подобных технических новшествах распространялась по всей Европе, не только будоража инженерную мысль, но и вызывая неподдельный интерес промышленников и государственных деятелей. Это в полной мере можно отнести к России. Достаточно сказать, что Петр Великий выписал паровую машину Т. Севери из Англии и велел установить ее в Летнем саду, а позднее Екатерина II заказала большую машину Ньюкомена для выкачивания воды из канала, примыкавшего к сухим докам в Кронштадте. Промышленное применение паровых машин в России являлось жизненно важной необходимостью в связи с бурным развитием горнорудного дела и производства. Это напрямую касается и Алтая. Ведь в XVIII в. три четверти российского серебра добывались на Алтае, который в то время, не без основания, считался «звонкой монетой» империи. Здесь-то и раскрылся в полной мере изобретательский талант Ивана Ивановича Ползунова, работавшего шихтмейстером и механиком на алтайских горнорудных и металлургических заводах. В 1763 г. им была сконструирована первая паровая машина непрерывного действия (рис. 2).

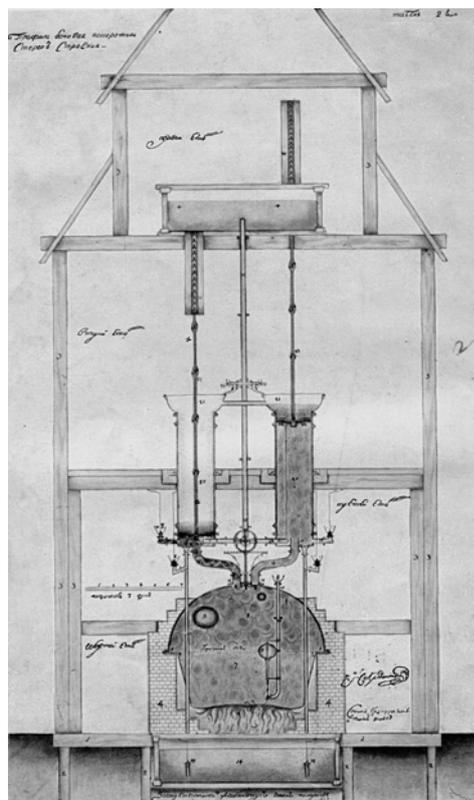


Рис. 2. Пароатмосферная двухцилиндровая машина Ивана Ползунова (проект 1763 г.)

Если подойти к оценке этого изобретения критически, то сопоставление чертежей машины Ползунова и Ньюкомена устанавливает их удивительное сходство. Разница состоит лишь в том, что в машине Ньюкомена был один цилиндр, а в машине Ползунова – два. Остальное же (и конструкция, и противовес) все один к одному. Даже уплотнение цилиндров у Ползунова было таким же точно, как у Ньюкомена – водой: поверх поршня наливалась вода, которая и обеспечивала герметичность.

Возникает вопрос: знал ли Ползунов устройство машины Ньюкомена? Ответ однозначный – знал! Об этом говорит тот факт, что в первой в Сибири Барнаульской технической библиотеке, где И.И. Ползунов много времени занимался самообразованием, он подробно изучил «обстоятельные наставления рудному делу» академика И.А. Шлаттера (президента Берг-коллегии России в то время), где содержалось детальное описание работы паровых насосов Севери и Ньюкомена. Таким образом, техническая информация в тот период была доступна даже в столь

ПАРОВЫЕ МАШИНЫ И ИХ СОЗДАТЕЛИ

отдаленных регионах, к которым относился Барнаул.

Принципиальным термодинамическим недостатком сопоставляемых машин являлась конденсация пара за счет впрыскивания в цилиндр холодной воды. При этом отнималась значительная доля тепловой энергии, которую затем опять приходилось восстанавливать нагревом. Это существенно снижало коэффициент полезного действия (КПД) машины, который и без того был весьма низок. По оценкам теоретиков только при конденсации пара таким способом терялось $^{11}/_{12}$ полезной энергии. Из простых термодинамических соображений можно провести оценку этого параметра и для машины Ползунова:

$$\text{КПД} = \frac{\text{полезная работа поршня за один рабочий ход}}{\text{теплота, затраченная на нагревание и парообразование}}$$

т.е. $\text{КПД} = A_{\text{пол}}/Q_{\text{затр}}$;

где $A_{\text{пол}} = P \cdot V$ (P – давление пара, V – изменение объема в крайних положениях поршня)

Затраченная теплота $Q_{\text{затр}}$ складывается из теплоты нагревания воды $M \cdot C \cdot \Delta T$ (M – масса воды, превратившейся в пар; C – удельная теплоемкость воды; ΔT – разность температур от комнатной до температуры кипения воды) и теплоты преобразования $m\lambda$ (λ – удельная теплота парообразования). Тогда: $\text{КПД} = P \cdot V / (M \cdot C \cdot \Delta T + m\lambda)$

Применив для пара уравнение Клапейрона-Менделеева в виде

$PV = M/\mu \cdot RT$ (μ – молярная масса воды, R – универсальная газовая постоянная), окончательно получили:

$$\text{КПД} = RT/\mu (C \cdot \Delta T + \lambda).$$

Подстановка табличных и оценочных значений в правую часть полученного выражения дает КПД порядка $^{1}/_{16}$. Если еще учесть и имеющие место потери тепла по различным причинам, то с большой степенью вероятности можно оценить КПД машины Ползунова в 3,5% (!). Таким образом, с точки зрения перспектив развития теплотехники паровая машина И.И. Ползунова, как это ни прискорбно отмечать, – явление тупиковое.

Тем не менее, на наш взгляд, отмеченные факты ни сколько не умаляют заслуг Ползунова и его талант изобретателя. Во-первых, экономический эффект изобретения оказался не мал. Созданная им машина работала непосредственно на производстве, и даже за весьма непродолжительный срок ее действия (около *ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2004*

трех месяцев) была получена немалая прибыль, причем полностью окупилась постройка самой «огненной машины».

Во-вторых, четко вырисовывается социальная значимость изобретательства даровитого механика. Все, что изобрел Ползунов, имело одну цель – облегчить труд людей. Это же преследовало и главное его открытие. В тогдашних условиях основной энергетической силой была вода, и поэтому плавильные заводы строились на реках, часто вдаль от рудников. Перевозка руды была самым трудоемким и дорогостоящим делом для заводов. Великий механик и поставил своей задачей «водяное руководство пресечь», создать паросилового двигателя двойного действия, чтобы заводы можно было строить не на реках, а вблизи рудников, чем «облегчить труд по нас грядущим».

В-третьих, технические новшества сконструированного им двигателя – он впервые был снабжен элементами автоматики. Интересен такой эпизод – в технически развитой Англии долгое время не могли разрешить проблемы вытачивания цилиндров для паровых машин. А в сибирской глубинке в Барнауле с помощью незатейливых инструментов русские рабочие успешно выточили цилиндры диаметром в 70 см для машины Ползунова. Кроме того, ползуновская техника была быстродействующей: если паровой насос Севери успевал сделать всего четыре полных цикла за минуту, то «огненная машина» Ползунова делала уже 10 циклов в минуту.

Перечисленные обстоятельства не позволяют усомниться в значимости дела Ползунова, в его высокой степени одаренности и технической гениальности.

В чем не повезло Ползунову, а вместе с ним и России? При его эрудиции и таланте жизнь отвела ему очень короткий век. Великий изобретатель скончался в мае 1766 г. 37 лет от роду, не дожив до пуска своего детища всего неделю. И если бы он смог пронаблюдать за действием изобретенного им чуда, то, несомненно, пришел бы к выводу о том, что надо конденсировать пар не в цилиндре, а за его пределами. Ведь впрыскивание воды в цилиндр сбрасывало (губило) в нем теплоту парообразования, а затем приходилось вновь тратить энергию для ее поднятия.

Эта догадка осенила, увы, не Ползунова. Автором такой идеи стал англичанин Джемс

Уатт он и предложил конденсировать пар не в цилиндре, а в специально сделанном конденсаторе, который был соединен с цилиндром через клапан. Появление конденсатора позволило поднять температуру в самом цилиндре и, вместе с тем, заметно повысить КПД. В итоге в 1782 г. (намного позже Ползунова) Уатт запустил в действие свою машину. Она была намного экономичней предыдущей; снабжена центробежным регулятором, который повысил степень автоматизации ее работы; пар впускался поочередно с разных сторон поршня, обеспечивая двойное действие машины. Эти факторы предопределяли широкое внедрение в практику парового двигателя Уатта, а сам он получил всеобщее признание как изобретатель мирового уровня. Не случайно, что его именем названа единая мощность (ватт) и не случайно, что на Западе именно его считают первым изобретателем паровой машины.

Последнее, на наш взгляд, не бесспорно. Ведь первой практически действующей паровой машиной была как раз «огнедействующая машина» И.И. Ползунова, которая на Алтае работала, начиная с 1766 г., т.е. на 16 лет раньше, чем двигатель Д. Уатта. Именно в Барнауле начал работать первый в мире завод на автономной тепловой энергии, где плавил руду,

получали серебро. «Ползуновское производство» фактически явилось реальным предшественником машинного капитализма. Таким образом, творчество Ползунова имеет еще и историческое значение.

Невозможно согласиться с мнением, что из-за засилья промышленных предприятий Европы машинами Уатта к началу XX в. о Ползунове забыли даже в России. В российской энциклопедии 1892 г. Ползунову посвящено полстраницы, и это посвящение сопровождается высказыванием Екатерины II, которая весьма высоко оценила научный подвиг Ивана Ивановича. Уместно привести высказывание, принадлежащее известному минералогу Э. Лаксману: «Иван Ползунов – муж, делающий истинную честь своему народу». А такое забывать нельзя. Нынешнее поколение должно знать своего соотечественника – гения технической мысли, его успехи, славу и трагедию короткой, но яркой жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фен Дж. Машины, энергия энтропия. - М.: Мир, 1986.
2. Спасский Б.И. Физика в ее развитии. - М.: Просвещение, 1979.
3. Энциклопедия. 1892.