**Друг рудокопа**

Появление тепловых двигателей связано с возникновением и развитием промышленного производства в начале XVII в. или с первой промышленной революцией. И первые крупные изобретения в этой области были сделаны главным образом в Англии, самой промышленно развитой в то время стране. Ведущую роль в этом сыграло горное дело.

Копи, в которых добывали руду, а впоследствии и каменный уголь, нуждались в устройствах для откачки воды. Но к концу XVII в. верхние горизонты английских месторождений уже истощились и глубина шахт стала достигать 200 м. При такой глубине конный привод откачивающих насосов уже не удовлетворял владельцев шахт, поскольку приходилось держать до пятисот лошадей на одном руднике.

Для создания новых высокопроизводительных установок для откачки требовалось заменить лошадь в упряжке чем-либо более производительным. Речь шла буквально о жизни и смерти Горнорудной промышленности.

Один из создателей термодинамики С. Карно, вклад которого в развитие теории тепловых двигателей будет освещен ниже, писал впоследствии, что деятельность угольных, а также железорудных и медных копей грозила «совсем заглохнуть вследствие все возрастающей трудности откачивать воду и добывать уголь». Эта чисто практическая задача и стала причиной того, что первым тепловым двигателем стала машина для откачки воды.

Но прежде нужно было понять условия превращения Тепла в работу. В 1683 г. англичанин Сэмюэль Морленд издал сочинение, в котором впервые четко изложил мысль, что для подъема воды путем использования теплоты горения нужно вначале воду превратить в пар. В сочинении приводились даже размеры цилиндра, ход поршня и значение высоты, на которую можно поднять воду.

Полученная по расчетам Морленда высота 1,2 м несопоставима с глубиной шахт, и работы Морленда не могли найти применения. Но признание необходимости превращения воды в пар - это большая заслуга Морленда. Водяной пар стал первым рабочим телом тепловых двигателей. На том этапе это было самым естественным, поскольку в машинах для откачки воды такое рабочее тело было, так сказать, «под рукой».

Однако водяной пар в качестве рабочего тела широко распространен и сейчас. Причины этого - в доступности воды, нетоксичности, а также достаточно высоких теплофизических свойствах пара.

Но для использования водяного пара, кроме установленного Морлендом факта, нужно было выполнить еще одно важное условие. К пониманию этого условия подошли практически одновременно француз Дени Папен и англичанин Томас Севери.

Томас Севери в юности был рудокопом, затем моряком и даже капитаном торгового флота, но впоследствии стал шахтовладельцем и остро ощутил потребность в машине для откачки воды из копей. В 1698 г. Севери получил патент № 356 с формулировкой, что он выдан на устройство «для подъема воды и для получения движения всех видов производства при помощи движущей силы огня...».

Подробное описание и формула изобретения в патенте не приводились. Впоследствии расплывчатая формулировка существа изобретения принесла Севери немалые выгоды.

Севери первым отделил рабочее тело (водяной пар) от перекачиваемой воды. Для этого он сделал отдельный котел, а пар, который поломали в котле, через кран выпускал в сосуд с водой, и пар вытеснял воду в напорную (верхнюю) трубу.

В этой части предложение Севери очень напоминало предложение де Ко, но в отличие от де Ко и от Вустера Севери сумел реализовать повторение циклов. Это достигалось тем, что, когда вода полностью вытеснялась, а сосуд оставался заполненным паром, напорную трубу перекрывали и сосуд обливали холодной водой, вследствие чего пар в сосуде конденсировался, возникало разрежение и через впускную трубу всасывалась следующая порция воды. В 1702 г. Севери опубликовал описание машины под названием «Друг рудокопа».

Название раскрывало ее основное назначение. Но машины Севери годились для различных целей: для водоснабжения городов и крупных зданий, для осушения болот и лугов. Правда, высота подъема воды у них была ограничена, и для глубоких копей они не годились.

Впоследствии машина Севери была усовершенствована Дезагюлье, предложившим охлаждать пар в сосуде путем впрыскивания в него воды. Это существенно сократило длительность конденсации и увеличило частоту рабочих циклов, т. е. производительность. Одна из таких машин была выписана Петром I и установлена в Летнем саду.

Машины Севери мало соответствовали сложившимся позднее представлениям о паровой машине, так как у них не было движущихся частей. Теперь их называют термомеханическими насосами. Тем не менее это была первая машина, способная работать непрерывно. Она имела большой промышленный спрос, несмотря на то что была крайне неэкономична (ее кпд, как выяснилось позднее, не достигал и 1%).

Из-за отсутствия движущихся частей машины Севери оказались очень надежными и долговечными. Эти качества, свойственные термомеханическим насосам, являются причиной того, что интерес к ним сохранился и по сей день. Так, в конце XIX в. американский инженер Галль получил 29 патентов на усовершенствованный насос типа Севери, который под названием пульзометра, или парового насоса, широко использовался в заводском и железнодорожном водоснабжении.

Позднее изобретатель Гауссман предложил установить между паром и водой гибкую пленку, чтобы уменьшить конденсацию пара. И сейчас время от времени появляются новые термомеханические насосы, используемые в тех случаях, когда экономичность не столь важна, как надежность и долговечность.

Большое влияние на дальнейшее развитие тепловых двигателей оказал Дени Папен. Папен человек очень интересной судьбы, член многих академий, работал вначале п Париже с известным голландским физиком Христианом Гюйгенсом, а в 1675 г. переселился в Лондон, где долгое время работал с другим известным физиком Робертом Ьойлем. В ходе совместных работ с Гюйгенсом Папен ознакомился с принципом получения работы за счет использования поршня в цилиндре. Эта идея первоначально развивалась парижским аббатом Жаном Готфейлем.

Предложения Гюйгенса и Готфейля были очень похожи. В цилиндр помещали поршень и под ним поджигали порох. Под действием продуктов сгорания поршень поднимался, его фиксировали в этом положении, продукты сгорания охлаждали. В результате их объем уменьшался, под поршнем возникало разрежение. Под действием атмосферного давления поршень опускался и мог совершать полезную работу.

Использование атмосферного давления было в то время естественным решением проблемы, навеянным влиянием открытого в XVII в. атмосферного давления, силу которого так наглядно продемонстрировал в 1654 г. бургомистр Магдебурга Отто фон Герике. Широко известен его опыт с магдебургскими полушариями, из которых был откачан воздух (их не могли разъединить 16 лошадей).

Для того чтобы откачать воздух, Герике изобрел первый вакуумный насос (теперь такую конструкцию имеют велосипедные насосы, отличающиеся от насоса Герике только расположением клапанов). Герике принадлежат и другие изобретения: первый барометр и один из первых термометров. Оба эти прибора украшали одну из стен его дома.

В 1654 г. Герике продемонстрировал в Регенсбурге еще один интересный опыт. Поршень зафиксировали в верхнем положении, создав под ним и над ним вакуум, и привязали веревку, перекинутую через блок. За конец веревки ухватились двадцать мужчин. Когда Герике открыл доступ воздуха из атмосферы в пространство над поршнем, то под давлением атмосферного воздуха поршень опустился, приподняв тех, кто хотел его удержать.

Именно эти опыты натолкнули в свое время Готфей-ля и Гюйгенса на идею атмосферного двигателя. Разработки Гюйгенса и Готфейля навели Папена на мысль заменить продукты сгорания паром, который можно сконденсировать. Поскольку объем конденсата намного меньше, можно получить более высокое разрежение, и полезная работа будет больше.

В его паровой машине, которую он предложил за 8 лет до появления машин Севери, цилиндр устанавливали вертикально и под поршень наливали воду. Затем дно цилиндра нагревали, и поршень поднимался под давлением пара. Разрежение под поршнем возникало, когда переставали нагревать дно цилиндра и пар охлаждался.

Эта машина сильно уступала машине Севери из-за того, что котел был объединен с цилиндром, и из-за продолжительности охлаждения цилиндра. Естественно, успеха она не имела. Но в 1698 г. одновременно с появлением патента Севери Папен опубликовал брошюру, в которой впервые указал на то, что, кроме превращения воды в пар, необходим процесс конденсации, и это одно из непременных условий получения работы, т. е. фактически описал замкнутый цикл работы пара в паровой машине.

В 1707 г., работая в Касселе, Папен под влиянием Севери возвращается к идее создания поршневой машины. Теперь котел уже отделен от цилиндра. Пар давит на поршень сверху, и он вытесняет из цилиндра воду через отверстие в дне. Эта машина тоже сильно уступала машине Севери, так как у нее не было всасывающего хода, и поэтому она тоже не получила распространения.

Но важно, что процесс конденсации Папен вынес за пределы цилиндра (отработавший пар выпускался в атмосферу). Кроме того, он предусмотрел подачу воды на лопатки водяного колеса для получения непрерывного вращения вала отбора мощности и в этом сильно опередил многих изобретателей.

К идее с водяным колесом возвращались затем неоднократно. У промышленника Ригеля в Манчестере, например, паровой насос Севери использовался для подачи воды на водяное колесо, которое вращало станки. Позднее эта же идея в несколько измененном виде легла в основу мокрогазовой турбины.

Вклад Папена в науку и технику не ограничивается работами над созданием паровой машины. До сих пор успешно применяется его изобретение - автоклав. Ему же принадлежит изобретение предохранительного клапана. Известны его работы по изучению свойств водяного пара.

На родине Папена, в маленьком французском городке Блуа, ему установлен красивый памятник. На вершине лестницы мраморный пьедестал, на котором стоит бронзовая фигура, прижимающая к боку цилиндр паровой машины.

В чем же заслуга изобретателей этого периода? Они впервые применили на практике главные условия преобразования тепла в работу. Мало иметь упругое рабочее тело и подводить к нему теплоту. Часть теплоты это рабочее тело должно отдать холодному источнику после расширения.