

Паровой двигатель

ОПЫТ КЛОДА И БУШЕРО

Немного теории

Вы знаете, наверное, что паровой двигатель может работать, когда температура пара, выходящего из котла, выше, чем температура окружающей среды. Тогда, соприкасаясь с ней, он снова превращается в жидкость. Эту жидкость можно снова закачать в котел, превратить в пар, и так без конца...

Температура пара на входе в турбину современной электростанции — 650°C . Отдав турбине часть своей внутренней энергии, пар попадает в конденсатор, где вновь превращается в воду. Столь высокая начальная температура и котле помогает получить высокий КПД, но, вообще говоря, не обязательна. Например, у огромного колесно-винтового парохода “Грейт Истерн” (1859 г.) температура пара не превышала 112°C (как в скороварке).

Немного истории

В 1881 году французский врач Жак Арсен Д’Арсонваль (1851 — 1940) предложил необычный паровой двигатель.

Д’Арсонваль предложил заменить в паровом двигателе воду сернистым ангидридом, который кипит при температуре $20^{\circ} — 30^{\circ}\text{C}$, а конденсируется при $4 — 6^{\circ}\text{C}$.

Более того, Д’Арсонваль догадался, что для получения температуры $20 — 30^{\circ}\text{C}$ у сернистого ангидрида не обязательно сжигать топливо. Такую температуру имеют сточные воды многих заводов, горячие ключи, а также безграничный источник такого тепла — воды тропических морей и океанов. На нагреваемой солнцем поверхности их температура как раз $25 — 30^{\circ}\text{C}$, но на глубине 1 км вода всегда холодна — плюс $4 — 6^{\circ}\text{C}$.

Почему бы не приспособить эту разность температур для работы парового двигателя?

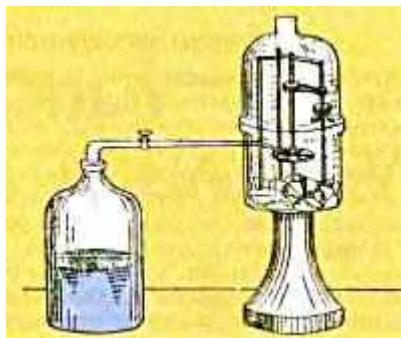
Котел нагревается теплом верхних слоев океана, кипит сернистый ангидрид, его пары вращают турбину. Пройдя через турбину, пар попадает в конденсатор. Его трубы охлаждает почти ледяная вода, поднятая с глубин. Сернистый ангидрид снова превращается в жидкость, и насос закачивает его в котел.

Для работы такому двигателю не требуется ни грамма топлива! Но, увы! Сернистый ангидрид — агрессивная разъедающая жидкость, а подобрать другую легкокипящую жидкость не удалось.

Опыт

В 1926 году инженеры Клод и Бушэро заменили в двигателе Д’Арсонваля сернистый ангидрид на воду и продемонстрировали перед Французской академией наук паровой двигатель, в котором вода кипела при температуре 28°C , пар вращал турбину, а от генератора горели лампочки.

Ведь каждый знает, что вода может кипеть и при температурах, близких к нулю, нужно лишь создать пониженное давление.



Слева — бутылка с теплой водой. Справа — сосуд со льдом, через стенку которого проходит труба. Выходящий из нее пар устремляется на колесо паровой турбины. Турбина через ременную передачу вращает маленький генератор, от которого горят лампочки.

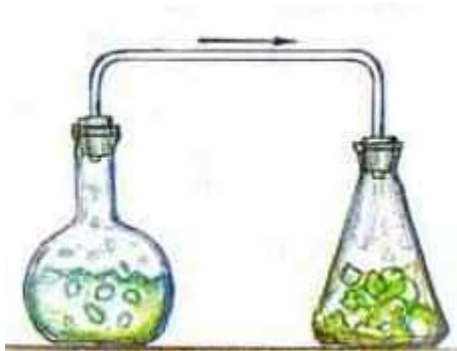
Турбину и генератор Клод и Бушере расположили под колпаком.

В 1928г. инженеры построили электростанцию в Бельгии. Источником тепла для нее служила вода, охлаждавшая домну. Далее эту воду сбрасывали в реку. Температура этой воды всегда была на 20°C выше, чем в реке, этой разности температур оказалось достаточно, чтобы кипящая при пониженном давлении вода приводила в действие турбогенератор мощностью 50 кВт. В 1930г. установка, работающая от разности температур океанских вод, была построена на Кубе.

И все-таки строительство океанских электростанций на принципах Д'Арсонваля, Клода и Бушере оказалось не выгодно. Слишком велики затраты на строительство установки, а окупаются они через десятки лет. В настоящее время лишь в США и Японии есть отдельные экспериментальные установки такого рода.

ОПЫТ КЛОДА И БУШЕРО В ШКОЛЕ

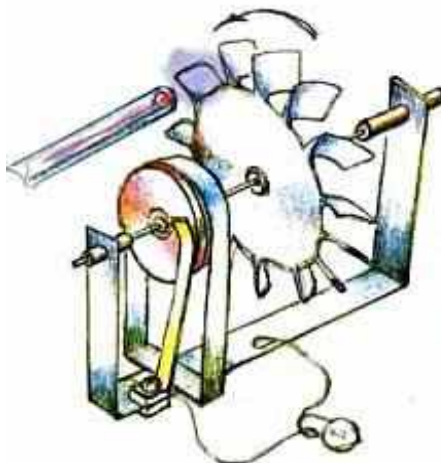
Возьмите две колбы, в одну из них налейте теплую воду, в другую бросьте мелко наколотый лед. После этого соедините их трубкой. Через несколько секунд вода закипит: находящиеся в воздухе пары воды сконденсируются на частицах льда, давление в колбах быстро понизится настолько, что вода начнет кипеть.



Если шланг гибкий и прозрачный, то его можно укрепить на столике проектора и увидеть на экране образующиеся у стенок шланга бурные завихрения, свидетельствующие о движении потока пара.

Для того чтобы опыт удался, колбу с водой нужно продуть паром, чтобы удалить из нее воздух, и всю систему быстро закрыть.

При температуре 28°C , как это было в опыте Клода и Бушера, вода кипит при давлении 0,03 атм. Скорость пара в трубке может быть на удивление велика — 500 м/с!



Следующий шаг — заставить вращаться в этом потоке жестяную крыльчатку - турбинку. Для этого ее нужно расположить в наглухо закрытом прозрачном сосуде. Его можно склеить из оргстекла. Хорошо было бы вывести наружу вал крыльчатки для последующего соединения с генератором. Но давление в сосуде в тридцать раз ниже атмосферного, и воздух неизбежно проникает через отверстия для вывода вала.

Необходимо добиться быстрого вращения крыльчатки, а затем подумать о соединении крыльчатки с генератором.

Очень многое в этом опыте зависит от крыльчатки. В школах есть демонстрационная модель паровой турбины. Именно с ротором подобной модели Клод и Бушера показывали свой знаменитый опыт!

ВОДЯНАЯ ТУРБИНА

Электрическая энергия стала самым обычным делом. Ее вырабатывают для нас особые машины — генераторы. Они работают на электростанциях. Только для того, чтобы генераторы давали электрическую энергию, их нужно крутить. Крутить не останавливаясь, днем и ночью. Крутить с такой силой, чтобы горели все электрические лампочки, мчались все электропоезда, вертелись все станки на заводах. Чтобы жарились все яичницы на электроплитках, замораживались все пельмени в холодильниках, работали все радиоприемники и телевизоры...

Кто же крутит генератор? У какого могучего великана хватает на это силы?

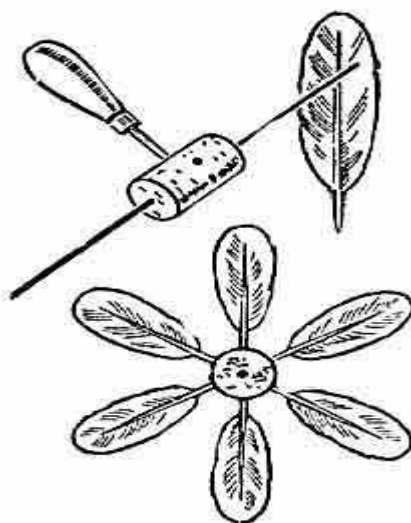
Такая великанская машина называется турбиной. От слова «турбо», что значит «вихрь».

Турбины бывают водяные, паровые и газовые. Струи воды, пара или раскаленного газа с большой силой ударяют в лопатки колеса турбины и заставляют его вращаться.

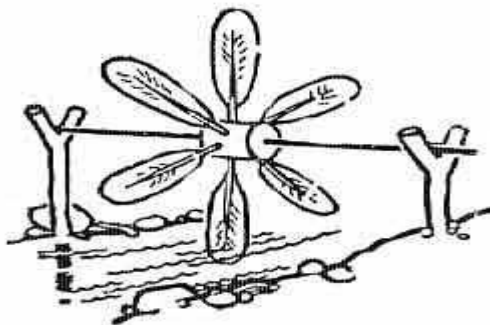
Большая турбина — ростом с дом.

Модель турбины

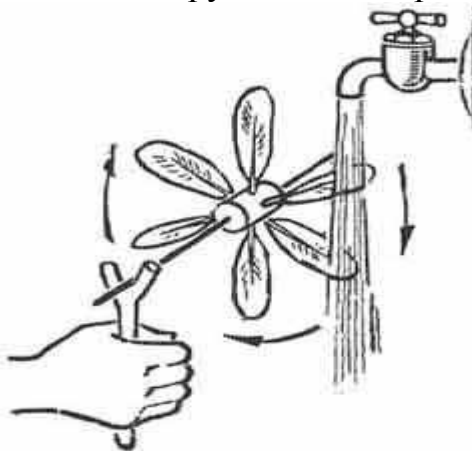
Возьми пробку и насади ее на вязальную спицу. По окружности пробки наколи шесть дырочек шилом или острым концом ножниц. В дырочки воткни птичьи перья.



Лучше всего подойдут перья гусиные или утиные. Они совсем не боятся воды. Хуже всего куриные: они легко намокают.



Получилось колесо с шестью лопастями. Подбери два сучка с развилками и воткни их по берегам ручейка. Положи в развилки концы спицы. Струя воды ударит в лопасти колеса. Турбина завертится! Если ты живешь в городе, можешь сучки с развилками просто взять в руки и подставить лопасти турбинки под струю воды из крана.



ПАРОВАЯ ТУРБИНА

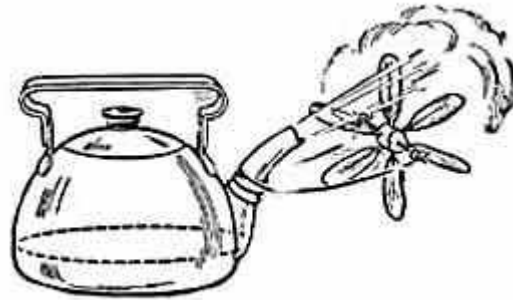
Как сделать маленькую паровую турбинку?

Это тоже несложно. Колесо с лопастями у тебя уже есть. Не хватает только струи пара.

Где ее найти?

Да вот она, бьет из кипящего чайника! Вокруг носика чайника оберни несколько раз голую или эмалированную медную проволоку. Конечно, чайник в это время должен быть холодным. Настоящую турбину ведь тоже сперва построят, а потом уже разжигают огонь под котлом.

Концы проволоки оберни по одному разу вокруг спицы, торчащей по обе стороны пробки. Проверь, свободно ли вертится колесо турбины перед носиком чайника. Если цепляет с боков, подгибай проволоку. Если цепляют концы перьев, можешь подстричь их ножницами.



Когда колесо завертится без помехи, турбину можно пускать в ход. Налей в чайник воды. Только немного, чтобы отверстие носика изнутри было свободно. Поставь чайник на огонь. Когда он закипит, из носика забьет струя пара. И твоя паровая турбинка завертится!

Можешь любоваться этим зрелищем минуту или две. Больше не стоит: ведь воды в чайник ты налил немного. Она скоро выкипит. И еще одно условие. Держи свои руки и нос подальше от чайника, чтобы не обжечь их паром.

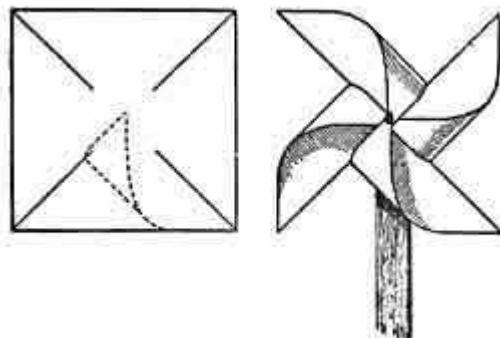
ВЕТРЯНОЙ ДВИГАТЕЛЬ

Человек с древнейших времен пользуется энергией ветра. В мореходстве ветер был совершенно незаменим: только парусные суда, начиная от небольших лодок и шхун и кончая тяжелыми фрегатами, бороздили моря и океаны.

И даже теперь, когда используется очень много разнообразных источников энергии, мы не пренебрегаем и энергией ветра. Огромным количеством ветряков различных конструкций вырабатывается электрический ток, приводятся в действие насосы и мельницы.

Модель ветряка

Это известная детская игрушка из куска бумаги, булавки и палочки.



Разрежьте квадратный кусочек бумаги по его диагоналям, не доходя до центра. Загните поочередно к середине квадрата четыре конца бумаги, проткните их булавкой, укрепите булавку на палочке, и модель готова. Если нет ветра, то достаточно подуть, чтобы ветряк стал быстро вращаться.

Более совершенная модель ветряного двигателя

Начнем с того, что подберем для его вала ровную круглую палку. На одном из ее концов нужно укрепить крестовину из узких дощечек, а к ним приделать четыре фанерные лопасти, расположив их под некоторым углом к воображаемой плоскости крестовины. Вал должен легко вращаться в проволочных или вырезанных в деревянных дощечках отверстиях — подшипниках. Другой конец вала надо заострить и упереть в неподвижную дощечку — подпятник.



Это нужно для того, чтобы во время вращения вал не сдвигался с места под напором ветра, который будет давить на крылья ветряка.

Когда вы построите модель ветряка, отрегулируете ее, выбрав лучшее расположение лопастей и добившись наименьшего трения в подшипниках, можно подумать и об использовании вращения вала.

Конечно, энергия небольшого ветряка настолько мала, что ее не удастся применить для каких-нибудь хозяйственных целей, но вы можете к ветряку добавить механизм для демонстрации превращения кругового движения в возвратно-поступательное.

Вырежьте из середины вала кусок длиной в несколько сантиметров и соедините его с половинками вала с помощью двух дощечек такой же длины, как и вырезанный кусок. Получится так называемое колено. Серединка вала как бы съехала со своего места. При этом надо позаботиться, чтобы вал сохранил свою первоначальную прочность, чтобы он остался таким же крепким, каким был раньше.

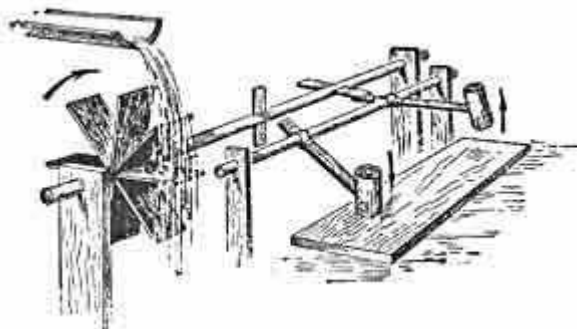
Вокруг колена оберните 2-миллиметровую проволоку и загните меньший конец несколько раз вокруг большего. Петля должна быть очень свободной. Такая деталь называется шатуном. Прикрепите к его свободному концу с помощью петелек прямой кусок такой же проволоки. Это будет шток. К его концу приделайте деревянный поршень и поместите его в стеклянной трубке. Получилась модель насоса.

Шток должен двигаться только в вертикальном направлении. Поэтому при сборке просуньте его в расположенные друг над другом и укрепленные

на неподвижной подставке две катушки. Наша работа закончена. Дождитесь подходящего ветра — ветряк начнет вращаться, и шатун будет то поднимать поршень насоса, то опускать его.

ВОДЯНОЙ ДВИГАТЕЛЬ

Из всех двигателей, широко использующих даровую природную энергию, водяной двигатель совершил самое сказочное развитие — от простых водяных колес мельниц на маленьких речках до мощных турбин гидроэлектростанций на крупнейших реках мира.



Модель водяного колеса

Из четырех не очень широких тонких деревянных досочек с вырезами в середине соберите восьмиконечную звездочку, если смотреть с торца. Это и будет водяное колесо.

Из ровной длинной палочки изготовьте вал и укрепите на нем колесо. Вставьте вал в подшипники и установите колесо на ручейке или в специальном желобе, по которому течет вода. Можно устроить маленький водопад, чтобы на лопасти колеса падала струя воды, вытекающая из какого-нибудь водоема или из водопроводного крана.

Затем укрепите на валу под прямым углом друг к другу и на некотором расстоянии друг от друга две деревянные палочки с лопатообразными концами.

Такое приспособление называется кулачками. Кулачки должны по очереди нажимать на концы расположенных на оси рычагов. Ось должна проходить так, чтобы более короткая часть рычагов находилась со стороны вращающегося вала с кулачками. А на длинных концах рычагов нужно укрепить в виде молоточков толстые палочки с тупыми концами. Это исполнительные органы нашей машины.

При вращении водяного колеса кулачки будут по очереди нажимать на концы рычагов. Длинный конец одного из рычагов при этом будет подниматься, а когда кулачок соскользнет с короткого конца рычага, молоточек опустится и ударится о подложенную под него досочку.

Удары будут ритмично повторяться все время, пока крутится колесо.

То, что мы с вами соорудили, — совсем не игрушка. Это довольно точная модель настоящей водяной машины, так называемой толчеи. Толчея еще в недавнее время широко применялась в Средней Азии для обмолота риса.

Модель современной гидротурбины

Модель будет очень упрощенная, но тем не менее она даст некоторое представление о работе настоящих гигантских турбин наших гидроэлектростанций.



Для модели мы- используем перевернутую горлышком вниз бутылку из-под молока, предварительно отрезав у нее дно. Ее надо установить на горлышко, отрезанное от другой такой же бутылки. Стык горлышек необходимо сделать водонепроницаемым с помощью прокладки из воска или пластилина. В самой узкой части разместится турбинная камера. Здесь будет находиться ротор, или рабочее колесо, водяной турбины.

Ротор делается так. Вырежьте из жести кружок, сделайте четыре прореза и загните края. Ротор надо надеть на ось — тонкий, толщиной в 3—4 миллиметра, металлический прут — и закрепить пайкой. Ось удерживается подшипником, установленным сверху, а нижний конец ее находится в подпятнике, помещенном внизу. Подшипник сделайте из катушки от ниток, а подпятник — из такой же катушки со вставленной- до половины ее отверстия деревянной палочкой. Но это еще не все.

Надо из воска или пластилина сделать и поместить в узкой части турбинной камеры, над ротором, направляющий аппарат с косыми отверстиями. Эти отверстия создадут нужное направление потоку воды, который, попадая на лопатки ротора турбины, заставит его вращаться. В центре направляющего аппарата установите металлическую трубку, через которую свободно должна проходить ось турбины.

А теперь, когда все сделано, остается лить в модель воду и наблюдать ее работу.

ВЕТРЯКИ-ИГРУШКИ

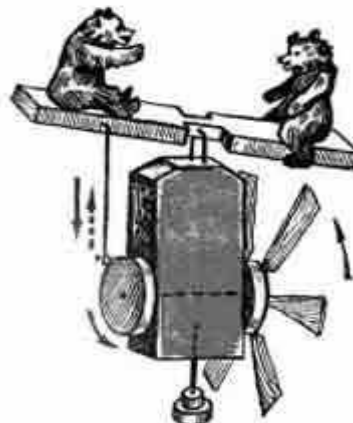
Эти ветряки — работа двух самобытных мастеров. Ф.А. Жильцов любит фигурки людей военных: солдат, матросов, трубачей. Его фигурки сами по себе статичны, но установлены на подвижных подставках с крыльями. Когда дует ветер, крылья приходят в движение, и подставка вращается. Создается впечатление движущихся фигур. Одну из них (фигурку трубача) вы видите слева.



У В.Н. Зазнобина иные герои: это ткачи, пильщики, кузнецы, косцы, звери. Игрушки Зазнобина сходны с богородской игрушкой. Разница в том, что богородские игрушки надо приводить в действие руками, а игрушки Зазнобина заставляет действовать ветер.



Посмотрите, как точит косу косец. Одна рука у него неподвижна — в ней косец держит косу. Другая совершает поступательные движения. В ней точильный брусок. Чтобы рука косца не соскочила с косы, ее кончик загнут.



Если посмотреть на медвежат, качающихся на доске, то нетрудно заметить, что в этой игрушке тоже подвижна лишь одна сторона. Более сложная передача у фигурок кузнецов и еще сложнее — у танцующей пары.

В. Н. Зазнобин — хороший механик. Используя зубчатый вид передачи, он умеет оживить свои фигурки, заставить их выполнять самую разнообразную «работу». Его игрушки веселы и забавны.



Несколько советов тем, кто возьмется за постройку таких игрушек. Роль ветродвигателя выполняет крыльчатое колесо. Оно вместе с зубчатой передачей преобразует энергию ветра в механическую работу. Его лопасти должны быть расположены перпендикулярно к валу и стегнуты под некоторым углом к плоскости вращения.

Этот угол подбирается экспериментально. Само же ветроколесо должно крепиться на горизонтальном валу. Чтобы оно легко вращалось, поставьте пару подшипников. Для передачи вращательного движения ветроколеса вертикальному валу используйте шестерни, для более сложной передачи — редуктор.