

# «ЖОНГЛИРОВАНИЕ» МОЛЕКУЛАМИ ИЛИ «ГОЛЫЙ КОРОЛЬ»

Трещалов Г.В.

В предыдущей статье [1] мы затронули, идею создания автомобилей с использованием описанного в ней принципа, а именно, «демона Максвелла».

Сразу оговоримся, что вода здесь ни причём; и автомобиль этот будет использовать в качестве топлива .... тёплый воздух из атмосферы. Каково? Но так ли утопична эта идея?

Давайте попытаемся заглянуть в гипотетическое будущее.

Учитывая, что – как мы знаем – окружающий нас воздух содержит значительное количество энергии, вполне реально представить себе автомобиль, работающий буквально «на воздухе». Он, по-видимому, будет иметь большой воздухозаборник для засасывания тёплого воздуха, а выхлопом у него будет ... воздух, охлаждённый, скажем, до минус 30-ти градусов, который немедленно будет смешиваться с окружающим тёплым и снова готов к работе для едущего следом автомобиля. Курьёзно, но эти автомобили автоматически будут соблюдать дистанцию между собой, поскольку ехать в «выхлопе» впереди идущего автомобиля невозможно, и придётся подождать, пока подготовится «рабочая смесь» для следующего. Правда, эти автомобили хорошо будут ездить только в тёплых широтах и летом. А для холодных широт придётся изготовить автомобили с выхлопом в минус 70–80 градусов. Но дороги при этом придётся изолировать от пешеходов. Но, разве с этим нельзя смириться ради чистоты атмосферы? Да и двигатель у такой машины ни в коем случае не должен быть обычным, тепловым, иначе формула Карно поглотит всю

добытую из воздуха энергию и даже «демону Максвелла» не оставит.

Утопия?

Рассмотрим всё подробно.

Для начала давайте посчитаем, сколько энергии содержится в окружающем нас воздухе и, при условии извлечения её из воздуха, достаточно ли её для движения автомобиля.

**Расчёт** (расчёт приблизительный, только оценочный и не учитывает некоторые детали, в частности – изменение теплоёмкости воздуха при изменении температуры).

Теплоёмкость воздуха  $C = 1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ .

Плотность воздуха  $\rho = 1,28 \text{ кг/м}^3$ .

Будем считать, что температура окружающего воздуха равна 20 градусам Цельсия (в дальнейших расчётах считаем газ идеальным).

При охлаждении  $1 \text{ м}^3$  воздуха на 50 градусов высвободится энергия:

$$E = V \cdot \rho \cdot C \cdot T \quad (1)$$

$$E = 1 (\text{м}^3) \cdot 1,28 (\text{кг/м}^3) \cdot 1 (\text{кДж/кг}\cdot\text{К}) \cdot 50 (\text{К}) = 64 \text{ кДж} \quad (2)$$

– масса объекта, умноженная на его теплоёмкость и умноженная на разницу начальной и конечной температуры.

Для прохождения легковым автомобилем 100 м со скоростью 60 км/ч необходимо 250 кДж энергии (10 грамм бензина) (теплотворность бензина = 46 МДж/кг, КПД автомобильного двигателя внутреннего сгорания 40-60%)

Автомобиль с воздухозаборником площадью  $0,5 \text{ м}^2$  пропустит через себя при этом  $50 \text{ м}^3$  воздуха. Охладив весь этот воздух на 50 градусов можно высвободить

$$E = 50 (\text{м}^3) \cdot 1,28 (\text{кг/м}^3) \cdot 1 (\text{кДж/кг}\cdot\text{К}) \cdot 50 (\text{К}) = 3200 \text{ кДж} \quad (3)$$

Как мы уже знаем, «демону Максвелла» для работы тоже нужна энергия; и, следовательно, часть этой энергии ему придётся отдать. Часть энергии уйдёт на потери, но  $3200 - 250 = 2850$  кДж (92 %) это очень большой запас.

Поскольку запас очень большой (92 %), то возможны варианты с площадью воздухозаборника и температурой выхлопа. Скажем, при воздухозаборнике площадью  $0,3$  м<sup>2</sup> (соизмеримом уже с площадью радиатора «Жигулей») и температуре выхлопа минус  $10$  град, имеем количество энергии:

$$E = 30 (\text{м}^3) \cdot 1,28 (\text{кг/м}^3) \cdot 1 (\text{кДж/кг} \cdot \text{К}) \cdot 30 (\text{К}) = 1160 \text{ кДж} \quad (4)$$

Как видно – запас энергии ещё достаточно высок.

То есть из этого расчёта видно, что если мы сумеем извлечь энергию из воздуха – её вполне должно хватить для движения автомобиля.

А теперь – про основную составляющую этого гипотетического автомобиля, – его энергетическую установку–двигатель.

Что же это за устройство, которое может отнимать энергию от холодного тела и отдавать его горячему и нарушающее тем самым основополагающий закон мироздания – Второй Закон Термодинамики? Существует ли такое устройство?

Оказывается, да! И изобретено оно уже почти 80 лет назад. Это [вихревой генератор или труба Ранка \(Ranque vortex tube\)](#). Его запатентовал в 1933 году французский инженер **Georges Ranque**. О том, что это устройство работает и выдаёт энергии даже больше, чем потребляет, не знает, по-видимому, уже только ленивый. Правда получать от этих устройств пока удаётся только тепловую энергию в количестве в 1,5 – 2 раза превосходящем затрачиваемую энергию.

Что же получается? Оно нарушает закон сохранения энергии, поскольку его КПД, рассчитанное по привычной нам формуле (энергия полученная, поделённая на энергию затраченную) превышает 100%? Сейчас уже, чтобы не

вступать в противоречие с основными законами физики, КПД этих машин осторожно называют «эффективностью» (хотя этот параметр всё же в действительности не является КПД). Но смысла это не меняет – они выдают энергии больше, чем потребляют и более того разделяют поток газа или жидкости (рабочего тела для этих машин) на два потока – холодный и горячий. Причём холодный поток холоднее начального (входящего) потока рабочего тела, а горячий – горячее, что, по теории, и должен делать пресловутый, уже упоминаемый нами «демон Максвелла».

Расчёт этих машин является отнюдь не тривиальной задачей и никем он пока в точности не сделан, что, по-видимому, и является камнем преткновения для их повсеместного внедрения.

Здесь, кстати, стоит рассмотреть ещё один интересный аспект и причину столь незначительного применения трубы Ранка. Следует отметить, что это устройство в настоящее время в большинстве случаев используется только в качестве холодильника (теплового насоса). Однако большинством пользователей этих устройств, признано, что коэффициент полезного действия этих машин крайне низок и поэтому их так редко применяют.

Однако давайте рассмотрим этот аспект внимательней.

В отличие от нагревателей, то есть, устройств, превращающих любой вид энергии – электрическую, химическую, кинетическую во внутреннюю (то есть в тепло), все устройства, применяемые для охлаждения чего-либо ниже температуры окружающей среды (холодильники) являются тепловыми насосами.

Здесь не следует путать их с охладителями, в которых объект охлаждается до температуры окружающей среды только посредством теплопередачи без затрат внешней энергии. К ним относятся радиаторы всех типов, теплообменники, пруды-охладители и градирни на ТЭЦ и т.п. Единственная энергия, которая при этом иногда затрачивается – это энергия, потребляемая вентилятором или

насосом для принудительной циркуляции хладагента (воздуха, воды, масла и т.п.). Однако температура любой части этого охладителя в любом случае никогда не опускается ниже температуры окружающей среды (согласно Второму Началу Термодинамики).

В тепловых насосах, как известно, обязательным «побочным» продуктом является теплота, которая попросту выбрасывается в окружающую среду в виде отходов. Однако мы забываем, что эта теплота как раз и есть энергия; и выбрасывая её – мы тем самым только понижаем КПД установки (энергия эта попадает в знаменатель формулы КПД)

Но это и является основным принципом работы холодильных устройств – если мы не выбросим «лишнее» тепло, то и не получим нужный нам холод. Эта энергия пока никак не утилизируется, поскольку она в большинстве случаев является низкопотенциальной по отношению к окружающей среде и крайне неэффективно, а зачастую и просто бесполезно пытаться утилизировать её имеющимися средствами.

При этом интересен следующий факт: чем сильнее мы хотим охладить объект, тем больше теплоты (энергии) нам необходимо выбросить и тем самым искусственно понизить КПД этого устройства – это же очевидно. Кроме того, если «выбрасываемый» трубой Ранка, используемой в качестве холодильника, поток горячего воздуха имеет существенное давление и скорость, то и это ещё многократно понижает КПД такого холодильника.

Кстати, тут ещё можно задуматься, а применим ли термин КПД (в том смысле, к которому мы привыкли) к тепловым насосам вообще, ведь продуктом, который мы получаем от тепловых насосов, является холод, то есть отрицательная относительно окружающей среды энергия. И КПД, посчитанный по стандартной схеме (энергия полученная разделить на энергию затраченную) при этом принимает абсурдное отрицательное значение. И, кстати,

таким же абсурдным получается КПД теплового насоса, используемого в качестве источника тепла. Он обычно получается больше 100% (!)... Это в независимости от того какой тип теплового насоса используется, будь то труба Ранка, или нагреватели использующие элементы Пельтье, или любые другие устройства [2].

Следует ли удивляться, что КПД подобного холодильника будет тем меньше, чем сильнее мы охлаждаем объект, если каким-то образом не утилизировать выбрасываемую в виде тепла энергию. Ниже будет предложен способ подобной утилизации энергии и существенного повышения таким образом эффективности этого устройства.

Однако вернёмся пока к принципу работы трубы Ранка.

Существует множество теорий для этих машин, поясняющих причину охлаждения одного потока и разогрева другого. Одна говорит, что происходит разогрев потока от трения о стенки аппарата, но не объясняет охлаждение. Другая – объясняет это адиабатическим расширением одной части газа и сжатием другой, но не поясняет возникновение дополнительной энергии. Некоторые теории для жидкостей (в частности для воды) поясняют это возникновением кавитации, другие резонансом, следующие – взаимодействием свободных молекул водорода и кислорода, присутствующих в воде или наоборот разрывом связей этих молекул. Даже есть теории, объясняющие извлечение энергии из «физического вакуума», возникающего при работе устройства.

Возможно все эти эффекты в разной степени, несмотря на то, что зачастую противоречат друг другу, имеют место быть в трубе Ранка.

Мы хотим предложить свою теорию, как нам кажется, не вступающую в противоречие ни с одной из вышеописанных и объясняющую этот эффект с единой точки зрения и для жидкостей и для газов. Для этого нам понадобятся некоторые дополнительные данные. - Скорость молекул воздуха при 0 градусах Цельсия равна 400 м/с.

Однако, это среднеквадратичная скорость. И в любом газе (и в частности в воздухе) присутствуют быстрые и медленные молекулы. Распределение их по скоростям определено графиком – законом распределения Максвелла (рис.1). Именно на базе этого распределения Максвелл и высказал предположение о возможной сортировке молекул гипотетическим «демоном».

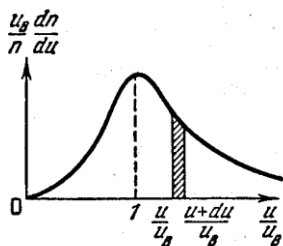


Рис.1. Распределение Максвелла по скоростям молекул (на оси абсцисс – абсолютная скорость молекул, на оси ординат – их относительное количество в объёме газа).

Давайте на минуту представим, что у нас есть «демон». Посмотрим, чего он сможет добиться, сортируя молекулы воздуха по скоростям.

Логика подсказывает, что максимальную энергию мы можем получить, разделив объём воздуха на две части – строго по пику диаграммы Максвелла. При этом из графика видно, что объём горячего выходного потока будет несколько больше объёма холодного. Также нужно отметить, что при таком разделении ни температура горячего, ни температура холодного потоков не будут иметь максимальные значения. Для увеличения температуры выходного горячего потока нам будет необходимо сдвинуть точку раздела («рабочую точку») вправо. При этом его температура будет увеличиваться, а объём – уменьшаться, поскольку в нём будет увеличиваться процентное отношение более высокоскоростных молекул, но будет уменьшаться их абсолютное количество. Объём же выходящего охлаждённого потока будет увеличиваться; и его температура также будет подниматься. Какой максимальной

температуры выходного потока воздуха можно таким образом достичь – трудно сказать. Судя по графику – неограниченной. Но на практике, безусловно, есть какой-то предел, тем более, что количество выходящего горячего воздуха будет всё меньше и меньше; и всё труднее и труднее станет замерять его температуру без внесения в этот поток погрешностей самими измерениями. Например, как можно измерить «температуру» одной самой быстрой молекулы, которую мы сможем найти в окружающем нас воздухе? Если же нам понадобится получить наиболее низкую температуру выходного потока, то необходимо будет смещать «рабочую точку» влево. Температура выходящего холодного потока при этом будет стремиться к абсолютному нулю ( $-273^{\circ}\text{C}$ ), с одновременным уменьшением объёма также, практически, до нуля.

Но вернёмся к режиму получения из воздуха максимума энергии (что нам и требуется). При этом среднеквадратичная скорость молекул попавших в горячий поток будет составлять примерно  $700\text{--}800\text{ м/с}$ , что соответствует приблизительно  $500\text{--}600$  градусам Цельсия. В холодном же потоке эта скорость составит порядка  $200\text{ м/с}$ , то есть температура около минус  $100$  градусов.

(Эти значения приблизительные, возможны корректировки в следующих редакциях текста)

Теперь давайте рассмотрим возможные процессы, происходящие в трубе Ранка. Не будем углубляться в её конструкцию, тем более, что их существует достаточно много. Рассмотрим её схематически на продольном и поперечном сечениях.



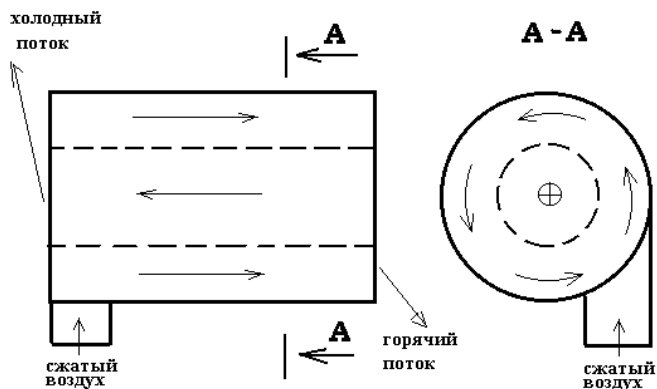


Рис 2. Вихревая труба Ранка (схема)

(Пунктиром показана условная граница между тангенциальным и аксиальным потоками, стрелками – движения потоков воздуха.)

В трубу под высоким давлением вводится энергоноситель (здесь и далее мы будем иметь в виду воздух), который закручивается вдоль стенок трубы в тангенциальный поток. Благодаря конструкции трубы, в центре трубы возникает осевой (аксиальный) поток, движущийся противоположно тангенциальному.

Объемное соотношение двух этих потоков обычно составляет, примерно 1:4, 1:2, 2:3, в зависимости от начального давления сжатого воздуха, его температуры и конструкции установки. То есть горячего воздуха, обычно, больше, чем холодного; следовательно «рабочая точка» сортировки молекул находится где-то несколько левее середины графика (рис.1).

Что же происходит в потоках газа? К скорости броуновского движения молекул добавляется скорость движения потоков. Но, поскольку быстродвижущиеся молекулы, в среднем проходят большее расстояние, чем медленные, то и вероятность захвата их тангенциальным

потоком выше, чем медленных молекул. Для примера можно взять условно неподвижную молекулу, находящуюся в центре аксиального потока, скорость которой будет определяться только скоростью движения самого потока. Эта молекула, а также те, которые при движении аксиального потока к выходу из устройства не успели попасть в тангенциальный, выйдут в составе аксиального потока и определят его температуру. Далее. Быстрая молекула, будучи захваченной тангенциальным потоком имеет уже меньшую вероятность вернуться обратно в аксиальный, так как здесь на неё кроме броуновского движения действует и центробежная сила, стремящаяся отдалить её от центра и тем самым воспрепятствовать её возврату в аксиальный поток. Следовательно, в тангенциальном потоке будут накапливаться более быстрые молекулы, а более медленные будут оставаться в аксиальном.

Средняя скорость молекул в тангенциальном потоке, вследствие этого будет выше, чем входящего воздуха и, следовательно, его температура выше, а для аксиального же потока – всё наоборот.

Однако при расчёте подобных устройств линейную скорость молекул использовать нельзя. Необходимо применять для этих целей скорость диффузии, которая существенно меньше средней скорости молекул. Но на принцип сортировки молекул по скоростям это не влияет. И более высокоскоростные молекулы всё равно имеют более высокую вероятность попасть в тангенциальный поток, нежели низкоскоростные.

Ну, так что? Энергию из воздуха мы получать научились. Но в нашей энергетической установке, кажется, чего-то не хватает.... Вот чего. Установка потребляет энергию извне – сжатый воздух. Но, поскольку на выходе энергии получается больше, почему бы нам не вернуть часть энергии обратно на вход, организовав тем самым обратную связь между потоками энергоносителя. Каким образом?

– Да просто часть или весь горячий поток отправить обратно в компрессор (рис. 3). Вследствие этого повысится давление и температура входящего сжатого воздуха и следовательно увеличится тангенциальная скорость потока и усилится эффект сортировки молекул.

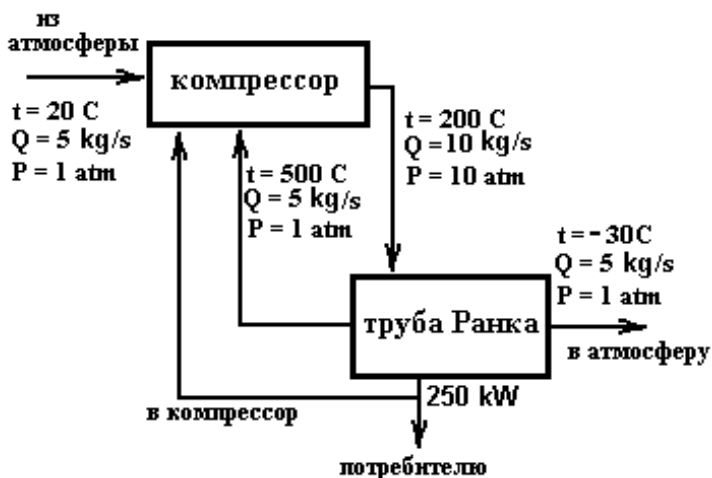


Рис 3. Энергетическая установка

Следует помнить, что кроме этого в компрессор обязательно должен поступать атмосферный воздух – ведь энергию то мы забираем у него. Кроме того, потерь тепла (энергии) в компрессоре также быть не должно, то есть сжатие воздуха должно быть адиабатическим.

При этом воздух, возможно, будет нагреваться до существенных значений ( $500\text{--}1000^\circ\text{C}$ ). Но ведь и температура рабочей смеси в цилиндрах двигателя обычного автомобиля так же около  $800^\circ\text{C}$ .

Как же отобрать излишки энергии для движения автомобиля? Использовать разницу температур горячего и холодного потоков для работы в тепловой машине? Ни в коем случае! Формула Карно «съест» всю добытую с таким трудом энергию. Один из вариантов отбора энергии – установить на

периферии тангенциального потока турбину, которая одновременно будет питать двигатель автомобиля и компрессор. При эффективной обратной связи скорость тангенциального потока будет достаточно высокой, чтобы покрыть все энергетические издержки машины. После отработки на турбине тангенциальный поток уже должен будет иметь малую скорость, низкое давление и пониженную температуру.

А теперь посмотрите сюда ...



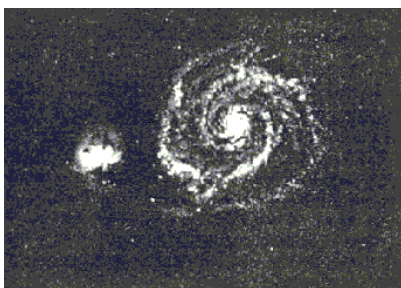
Вот ОН, – «демон Максвелла» в чистом виде, созданный самой природой!

Давайте посмотрим на смерч. Количество энергии в атмосфере Планеты всегда практически одинаково, однако постоянно в ней возникают сгустки энергии (торнадо, смерчи, тайфуны, циклоны). Смерч «высасывает» энергию из окружающего его воздуха, имеющего большую энтропию, чем он сам и уменьшает энтропию внутри себя! Кто же с этим будет спорить? Остаётся загадкой, как при таких условиях можно было сделать вывод, что энтропия всегда растёт. А ведь это – Второй Закон Термодинамики – «Король» всех законов физики, почти на полтора века определивший направление развития энергетики на планете!

Но, поскольку авторитет учёных сформулировавших этот закон чрезвычайно высок, то до сих пор ни у кого даже духу не хватало сказать «а Король то – голый!!»

Аналогия торнадо и трубы Ранка почти полная. Середина – «глаз» смерча значительно охлаждается со значительным понижением давления внутри него. Возникает восходящий поток, направленный от поверхности Земли вверх. Дополнительную энергию смерч получает от приповерхностного воздуха, засасываемого им у своего основания.

А каково вам вот это? Простое ли это совпадение?



Спираль, вихрь, циклон, смерч – ВРАЩЕНИЕ. – Вот оно, – квинтэссенция бесконечного существования Вселенной!

Вращение может начаться от чего угодно: от вращения Земли вокруг своей оси, вращения её вокруг Солнца, вращения Солнца вокруг центра Галактики и т.д.

Этот эффект перераспределения энергии проявляется при любой скорости спирально закрученной материи. При увеличении скорости – в большей степени. После распада одного вихря возникает следующий, который вновь перераспределяет всю энергию.

И так – до бесконечности.

### Литература

1. Трещалов Г.В. Высокоэффективный способ извлечения энергии из безнапорного потока текущей жидкости на основе специфического гидродинамического эффекта. // ЖРФМ, 2008, № 1012, стр. 2-20.

2. [Бродянский В.М. «Эксергетический анализ. Энергия: проблема качества» «Наука и Жизнь», 1982, № 3, \(http://www.erg.glob.net/exergy.doc\).](#)

3. [Е. Г. Опарин Физические основы бестопливной энергетики. Ограниченность второго начала термодинамики.](#) – Москва, «УРСС», 2003г.

4. [Гулиа Н.В. «В поисках энергетической капсулы».](#) (Интернет издание).

5. [Б.М.Яворский, А.А.Детлаф Справочник по физике.](#) – Москва, Издательство “Наука”, Главная редакция физико-математической литературы, 1979г.

6. [Л.Д.Ландау, А.И.Китайгородский «Физика для всех».](#) – Москва, Издательство «Наука» 1974 г.

7. [Володько Ю.И. «Ламинарное истечение сжатого воздуха».](#) // «Журнал Русской Физической Мысли» (ЖРФМ), 1998, № 1-12.

**Трещалов Герман Владиславович**, – инженер-физик, руководитель инженерно-исследовательской группы по разработке альтернативных источников энергии «ЭРГ», [erg@list.ru](mailto:erg@list.ru)

03.09.2006

