

Ю. Е. КРАЙНОВ

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА НАГРЕВА
ВОДЫ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ
ТЕПЛОГЕНЕРАТОРАХ**

Ключевые слова: вихревая труба, теплогенератор, тепловая энергия, тепловой насос, гидромеханическая энергия давления, гидравлическое трение, разогрев жидкости, кавитация, торсионное поле.

Аннотация. Рассматриваются теоретические аспекты нагрева жидкостей в вихревых теплогенераторах.

Законченной и непротиворечивой теории вихревой трубы до сих пор не существует, несмотря на простоту этого устройства. «На пальцах» же объясняют, что при раскручивании газа в вихревой трубе он под действием центробежных сил сжимается у стенок трубы, в результате чего нагревается тут, как нагревается при сжатии в компрессоре. А в осевой зоне трубы, наоборот, газ испытывает разрежение, и тут он, расширяясь, охлаждается. Выводя газ из пристеночной зоны через одно отверстие, а из осевой – через другое, достигают разделения исходного потока газа на горячий и холодный потоки.

Жидкости, в отличие от газов, практически не сжимаемы. Ю. С. Потапов попробовал запустить в трубу воду. «К его удивлению, вода в вихревой трубе разделилась» на два потока, имеющих разные температуры. Но не на горячий и холодный, а на горячий и тёплый. Ибо температура «холодного» потока оказалась чуть выше, чем температура

исходной воды, подаваемой насосом в вихревую трубу.

Тщательная же калориметрия показала, что тепловой энергии такое устройство вырабатывает больше, чем потребляет электрической двигатель насоса, подающего воду в вихревую трубу. Так родился теплогенератор Потапова [1].

Во многих газетных и журнальных публикациях говорится не просто о высокой эффективности теплогенератора Потапова, а о КПД больше 100 % (160, 300 % и т. д.). С этим, конечно, трудно согласиться. Скорее всего, речь идёт о коэффициенте трансформации – характеристике теплового насоса.

В качестве показателя эффективности теплового насоса используют соотношение:

$$\varphi = \frac{q_{\epsilon}}{l} = \frac{T_{\epsilon}}{T_{\epsilon} - T_{н}}, \quad (1)$$

называемое коэффициентом трансформации.

Этот коэффициент не может быть назван КПД установки, так как не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к этому критерию (в частности, он может иметь численное значение больше единицы, что противоречит второму закону термодинамики). В (1) сопоставляются качественно различные виды энергии – теплота и работа.

Известно, что качество вида энергии определяется его способностью превращаться в другой вид энергии. Если работа в идеальном процессе может быть полностью превращена в другой вид энергии, то теплота даже в идеальном процессе лишь частично превращается, например, в работу.

Вот об этом коэффициенте трансформации, скорее всего, и идёт речь в рассуждениях о теплогенераторе Потапова. Именно этот коэффициент равен 160 %.

Л. П. Фоминский, украинский ученый и изобретатель, сотрудничающий с Ю. С. Потаповым, пытаясь объяснить в [2] работу теплогенератора «Юсмар», подтверждает эту версию: «Правильнее говорить об эффективности теплогенератора – отношении величины вырабатываемой им тепловой энергии к величине потреблённой им для этого извне электрической или механической энергии», – пишет он.

И именно тепловой насос назван Ю. С. Потаповым в качестве прототипа его изобретения. Однако данное устройство не является тепловым насосом в чистом виде, так как тут отсутствует «передача» теплоты от менее нагретого к более нагретому телу через фазовый переход промежуточного теплоносителя.

Хотя теплогенератор Потапова был изобретен и поставлен на производство уже почти двадцать лет назад, это загадочное устройство до сих пор осталось не объясненным теоретиками официальной академической науки.

На начальном этапе знакомства с теплогенератором Потапова (по всевозможным газетным, журнальным публикациям и патентам на его изобретение, возникли мысли о том, что это все просто шарлатанство: упоминание о КПД равном 160 % без каких-либо конкретных научных обоснований; отсутствие в патентах и статьях даже габаритов теплогенератора.

При посещении Чудовского завода «Энергомаш», имеющего лицензию на выпуск теплогенераторов «Юсмар», выяснилось, что экспериментальная установка, которую завод купил у Ю. С. Потапова, не работает, а когда работала, ее КПД был ниже 100 % (96...98 %). Специалисты завода «Энергомаша» сообщали об этом Ю. С. Потапову и приглашали его приехать, но он отказался, а по поводу низкого КПД прокомментировал – неправильно собрали установку.

Все это наталкивало на мысли о жульничестве, но высокие научные регалии изобретателя – доктор технических наук, профессор и академик РАЕН, не позволяли окончательно остановиться на столь резкой версии.

Завод «Энергомаш» впоследствии стал выпускать модернизированный теплогенератор, который внешне и по габаритам отличается от исходного. Сущность модернизации теплогенератора, скорее всего, заключается в увеличении его гидравлического сопротивления. Оно создает препятствие движению потока в виде совокупности местных гидравлических сопротивлений, обуславливающих повышенное гидравлическое трение. Кроме того, при прохождении потока через спиральный канал малого сечения его скорость значительно возрастает. При этом гидромеханическая энергия давления (потенциальная) превращается в кинетическую, сопровождаемую тепловыми потерями. В вихре цилиндрической части из-за больших скоростей сопротивление трения еще больше возрастает, что и приводит к превращению кинетической энергии в тепловую, то есть к простому нагреванию.

Аналогичный процесс разогрева жидкости наблюдается в любой гидросистеме, работающей под давлением (гидропривод), но там это явление негативное (иное назначение системы) и его всячески стараются уменьшить. В гидродинамических нагревателях же наоборот – акцент ставится именно на разогрев жидкости, поэтому в их конструкциях встраиваются различные тормозные устройства.

Из сказанного следует, что энергия, поданная на вал насоса, благодаря повышенному гидравлическому трению конструкции превращается в теплоту. Вода, постоянно циркулируя, проходя малый контур (теплогенератор – насос – теплогенератор) или непосредственно возвращаясь в теплогенератор по перепускному патрубку, многократно преодолевая гидравлические сопротивления, нагревается

до необходимой температуры и только после этого подается потребителю.

Но таким способом не получить высокий эффективности (коэффициент трансформации $\varphi = 1,6$) теплогенератора. Необходимо искать другие версии происходящих в теплогенераторе «Юсмар» явлений.

Специалисты завода «Энергомаш» упоминали о сильном шуме, издаваемом теплогенератором Потапова при работе. А что, если причиной этого шума является кавитация? Тогда многое может измениться и высокая эффективность теплогенератора «Юсмар» становится вполне реальной.

Кавитацией называется явление парообразования и выделения воздуха, обусловленное понижением давления в жидкости. Появлению кавитации способствует растворенный в воде воздух, который выделяется при уменьшении давления.

Теоретически жидкость начинает кипеть, когда давление в некоторых участках потока снижается до давления ее насыщенных паров. В действительности давление, при котором начинается кавитация, существенно зависит от физического состояния жидкости. Если жидкость содержит большое количество растворенного воздуха, то уменьшение давления приводит к выделению воздуха из жидкости и образованию газовых полостей (каверн), в которых давление выше, чем давление насыщенных паров жидкости. При наличии в жидкости микроскопических, не видимых глазом пузырьков кавитация может возникать при давлениях, превышающих давление насыщенного пара. Каждый навигационный пузырек, формируясь из ядра, растет до конечных размеров, после чего схлопывается. Весь процесс происходит в течение нескольких миллисе-

кунд. Пузырьки могут появляться друг за другом настолько быстро, что кажутся одной каверной.

Наличие в жидкости ядер в виде микроскопических пузырьков трудно объяснить теоретически. С одной стороны, силы поверхностного натяжения должны привести к схлопыванию мелких газовых пузырьков. С другой стороны, более крупные видимые глазом пузырьки должны всплывать и удаляться из жидкости через ее свободную поверхность. Для объяснения присутствия в жидкости газовых пузырьков предлагались различные гипотезы. В частности, предполагалось, что мелкие пузырьки могут образовываться в мельчайших трещинах на поверхностях, ограничивающих жидкость. Это до некоторой степени подтверждается тем фактом, что кавитация обычно начинается либо вблизи, либо на таких границах. Однако кавитация может возникать и вдали от ограничивающей стенки, например в центре вихря или в ультразвуковом поле. Если твердые частицы взвешены в жидкости, то гипотеза «поверхностных трещин» по-прежнему подтверждается, только теперь уже роль стенок, где образуются ядра кавитации, выполняют примесные частицы.

Кавитация сопровождается и другими физическими явлениями. Так, в момент схлопывания наблюдается слабое свечение пузырька, называемое сонолюминисценцией. Ранее предполагалось, что оно вызвано рекомбинацией свободных ионов, появившихся в результате тепловой или механической диссоциации молекул на поверхности пузырька. Но Джермен убедительно доказал, что причиной этого свечения является нагревание газа в пузырьке, обусловленное высокими давлениями при его схлопывании. Вспышка может длиться от 0,05 до 0,001 с. Интенсивность света зависит от количества газа в пузырьке. Если газ в пузырьке отсутствует, свечения не возникает.

При схлопывании пузырька внутри него возникают

высокие давления и температуры. Предполагалось, что температура окружающей пузырек жидкости весьма высока и составляет около 10000 °С. Л. Уилер установил, что в материале вблизи схлопывающегося пузырька температура повышается на 500...800 °С. Схлопывание пузырька происходит в течение милли - или даже микросекунд. Гарри-сон показал, что возникающие ударные волны могут привести к высоким перепадам давления (до $4000 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$) в окружающей пузырек жидкости.

Кавитация может возникать под действием звуковых волн – ультразвуковая кавитация. Она широко применяется в некоторых производственных процессах, например для ускорения химических реакций, очистки, дегазации жидкости, эмульгирования. Во всех этих случаях воздействие ультразвуковой кавитации обусловлено в основном одним или двумя эффектами, создаваемыми ею. Резонирующие пузырьки действуют как смеситель, увеличивая площадь контакта между двумя жидкостями или между жидкостью и ограничивающей ее поверхностью. Этим путем осуществляются процессы очистки и эмульгирования трудно смешиваемых жидкостей.

Ультразвуковая кавитация находит широкое применение для возбуждения химических реакций, которые в противном случае не идут, особенно это относится к реакциям, протекающим в водной среде. Существует большое число химических реакций, которые начинаются или ускоряются под действием ультразвуковой кавитации. Например, если воздействовать ультразвуковыми волнами высокой интенсивности на растворы полимеров, то их вязкость уменьшается вследствие разрушения химических связей в цепочке полимеров.

А почему бы нечто подобному не происходить и в теплогенераторе Потапова. Жидкость под давлением попа-

дает в улитку через узкое выходное отверстие инжекционного патрубка.

Здесь, согласно уравнению Бернулли и закону постоянства расхода:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gZ_2 + \text{потери}$$
$$V \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2 = \dots = \text{const.} \quad (2)$$

скорость потока значительно возрастает, но одновременно падает его давление. При таких условиях вполне возможно появление кавитации. Предположим, что в улитку врывается уже не вода, а пар. Температура этих паров будет ниже температуры исходной воды, так как часть теплоты ушла на ее испарение. Давление паров в циклоне оказывается намного меньше давления жидкости в выходном патрубке, поэтому последняя по перепускному патрубку подсасывается обратно в трубу. Подсасываемая жидкость, температура которой достаточно высока, отдает часть своей теплоты холодному пару.

Далее, попав в цилиндрическую часть корпуса теплогенератора, парожидкостная смесь разделяется под действием центробежных сил: вода оттесняется к стенкам теплогенератора, а пар занимает центральную его область. Благодаря трению о стенки, вращающиеся в корпусе теплогенератора вода, а от нее и пар постепенно нагреваются.

При ударе о тормозное устройство давление в жидкости и паре резко возрастает, что приводит к конденсации ранее испарившейся воды. Выделившаяся теплота конденсации идет на увеличение температуры водяного потока. В теплоту превращается и часть кинетической энергии вращающейся воды.

Химический состав водопроводной воды, подаваемой в теплогенератор, довольно разнообразен. Вполне воз-

можно, что в ней найдутся компоненты, которые, никак не взаимодействуя между собой при обычных условиях, вступят в реакцию в условиях кавитации. Ведь, как уже говорилось, в кавитационном пузырьке при его схлопывании возникают значительные давления и температуры. Можно допустить и то, что среди этих реакций могут оказаться и те, которые пойдут с выделением теплоты, а теплота химических реакций зачастую на порядки больше скрытой теплоты фазовых переходов. Знакомство с монографией [1] окончательно убедило меня в существовании данного теплогенератора, то есть в высокой эффективности его работы. Л. П. Фоминский, украинский ученый и изобретатель, академик РАЕН, долгое время сотрудничающий с Потаповым Ю. С., попытался в [1] создать более или менее стройную теорию работы рассматриваемой установки. Он подтверждает и вышеизложенную версию о роли кавитации: «Опыт работы с теплогенератором показывал, что генерация избыточного тепла в нем происходит лишь тогда, когда в вихревой трубе установки интенсивно идет кавитация, усиливаемая резонансными звуковыми колебаниями столба воды в вихревой трубе. Резонанса добивались изменением длины трубы и удачным выбором точки расположения в ней тормозного устройства. При резонансе труба начинала «петь как закипающий самовар» [1]. Л. П. Фоминский, объясняя высокую эффективность теплогенератора Потапова, в [1] выдвигает и ряд других интересных гипотез.

1. *Дефект массы.* Опираясь на теорему вириала (1870 г. Клаузиус), которая гласит, что во всякой связанной системе движущихся тел, находящейся в состоянии динамического равновесия, средняя во времени энергия их связи друг с другом по своей абсолютной величине в два раза больше средней во времени суммарной кинетической энер-

гии движения этих тел относительно друг друга:

$$E_{CB} = - 2E_{КИН} . \quad (3)$$

Л. П. Фоминский делает вывод, что суммарная масса-энергия вращающейся системы связанных тел уменьшается с увеличением скорости вращения и она равна ее полной (релятивистской) энергии за вычетом энергии связи:

$$E_Y = E_{II} - E_{CB} , \quad (4)$$

а масса вращающейся системы связанных тел не возрастает с увеличением скорости их вращения согласно формуле релятивистского возрастания массы

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V_\tau^2}{c^2}}} , \quad (5)$$

а наоборот, уменьшается:

$$m_\Sigma = m_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V_\tau^2}{c^2}} . \quad (6)$$

Уменьшению массы системы на величину Δm соответствует изменение энергии (формула Эйнштейна):

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 . \quad (7)$$

Такая энергия должна уйти из системы, приводимой во вращение, например, излучиться. Излучаемая энергия ΔE в соответствии с (4) равна изменению энергии связи E_{CB} между этими телами.

Таким образом, энергия связи – это недостача у системы некоторого количества массы-энергии до величины, равной сумме тех масс-энергий отдельных тел, составляющих систему, которой они обладали до объединения в систему.

Делая вывод, Л. П. Фоминский утверждает, что в со-

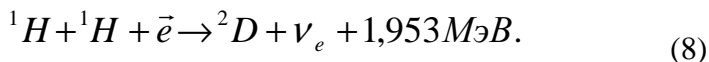
ответствии с теоремой изменение энергии связи системы тел при ускорении ее вращения должно быть по абсолютной величине в два раза больше, чем изменение кинетической энергии вращения этой системы.

2. *Химические реакции.* Л. П. Фоминский предполагает, что аналогично тому, как заряженная вращающаяся частица порождает магнитное поле, так и вращающаяся, но не заряженная частица может создавать поле вращения – торсионное поле, которое направлено вдоль оси вращения порождающего его тела и обладает бесконечно большой скоростью распространения. Носителями этого поля являются тахионы.

Исследователи торсионных полей давно обратили внимание на то, что эти поля часто изменяют ход кристаллизации расплавов. Исходя из этого, Л. П. Фоминский делает еще одно предположение – похоже, что торсионные поля, поворачивая спины реагирующих частиц (электронов, протонов и даже ядер атомов), могут стимулировать химические реакции взаимодействия воды с солями и другими растворенными в ней веществами, которые при обычных условиях идут плохо или совсем не идут. Ю. С. Потапов, по словам Л. П. Фоминского, давно уже подметил, что добавка в пресную воду теплогенератора всего лишь примерно 10 % морской воды ведет к повышению теплопроизводительности на 10...20 %. Это происходит, по-видимому, потому, что в морской воде растворены самые разнообразные химические элементы.

Еще одним существенным стимулятором протекания химических реакций является, как говорилось выше, кавитация, возникающая вблизи тормозных устройств.

3. *Ядерные реакции.* Л. П. Фоминский предположил, что результатом действия торсионного поля в теплогенераторе Потапова является ядерная реакция:



Откуда же берутся два протона и электрон?

Молекула воды (рис. 2) хорошо изучена. Электроны атомов водорода занимают вакантные места в наружной электронной оболочке атома кислорода и становятся общими электронами атомов кислорода и водорода. Они большую часть времени проводят между ядром атома кислорода и ядром атома водорода.

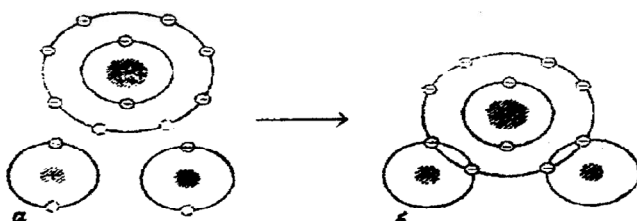


Рисунок 2 – Ковалентные связи в молекуле воды

В результате атом водорода, имеющий всего один электрон, с противоположной стороны оказывается как бы оголенным от «электронного облака». Поэтому молекула воды выглядит как пушистый (из-за электронных облаков) шарик, на поверхности которого имеется два маленьких положительно заряженных бугорка – ядер атомов водорода (рис. 3).

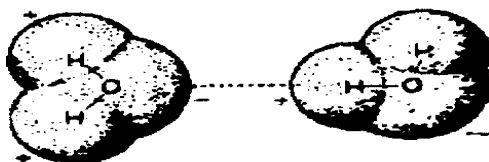


Рисунок 3 – Водородная связь

Угол между прямыми линиями, соединяющими ядра атомов водорода с ядром атома кислорода в молекуле воды, составляет $104,5^\circ\text{C}$. У одного атома кислорода и двух атомов водорода появляются общие электроны, в результате чего их электронные оболочки заполняются до конца, и образуется прочная молекула H_2O .

Положительно заряженный бугорок одной молекулы воды и отрицательно заряженный край (изолированная электронная пара) другой молекулы устанавливаются строго напротив друг друга. В результате наличия положительных зарядов на поверхности молекулы, расположенных не напротив друг друга, а с одной её стороны, молекула воды является электрическим диполем, и вода обладает наибольшей среди всех веществ диэлектрической проницаемостью $\epsilon \approx 81$.

Каждая молекула воды своими положительно заряженными бугорками-протонами притягивается к той стороне соседней молекулы воды, с которой нет таких бугорков и которая заряжена отрицательно из-за наличия там электронных облаков. В результате такого притяжения между молекулами воды и возникает связь, которую называют водородной связью из-за того, что она обусловлена ядрами атомов водорода – протонами, находящимися на этой связи. Поскольку бугорки-протоны во всех молекулах воды расположены под одним и тем же определенным углом, то вода в твердом состоянии имеет строго упорядоченную (кристаллическую) структуру льда.

Перескок протона на соседнюю водородную связь приводит к возникновению пары ориентационных дефектов. Такой перескок протона можно рассматривать как поворот молекулы воды на 120° .

Но иногда и в строгом мире кристаллов, а тем более в жидкой воде с её квазикристаллической структурой, случаются осечки, и в силу той или иной причины (флуктуа-

ции, удара фотоном или др.) протон выбивается с водородной связи и оказывается на соседней. В результате на последней оказываются сразу два протона, занимающих обе разрешенные позиции. Такие водородные связи называют «ориентационно дефектными» (рис. 4).



Рисунок 4 – Образование ориентационных дефектов

Для протекания ядерной реакции необходима параллельная ориентация спинов обоих протонов. Но параллельная ориентация спинов двух протонов на одной водородной связи запрещена принципом Паули. По мнению Л. П. Фоминского, переворачивание спина осуществляется торсионным полем. При этом принцип Паули не нарушается, так как торсионное поле сообщает протону дополнительную энергию, в результате чего протон оказывается на другом энергетическом уровне.

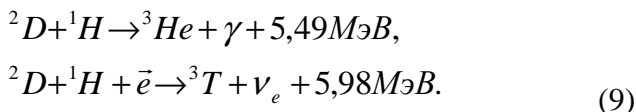
Когда спины обоих протонов на ориентационно-дефектной водородной связи оказываются параллельными, уже ничто не мешает этим протонам вступить в ядерную реакцию.

Но откуда взять электрон? Здесь на помощь Л. П. Фоминскому пришла гипотеза Л. Г. Сапогина [3], предлагающая новое объяснение туннельного эффекта. Л. Г. Сапогин объясняет туннелирование следующим образом. Заряд элементарной частицы не постоянен во времени, а периодически изменяется (осциллирует) с чудовищно большой частотой, то возрастая до максимума, то уменьшаясь до нуля по гармоническому закону. Вдобавок к предыдущей идее он предположил, что и масса электро-

на тоже осциллирует во времени по гармоническому закону в пределах от нуля до максимума. Автор гипотезы утверждает, что, находясь на ближайшей к ядру атома K -орбитали, электрон совершает квантовые скачки в пределах орбитали не беспорядочно, как думали физики, а сквозь ядро атома, каждый раз туннелируя сквозь него. Благополучно электрон туннелирует благодаря тому, что в это мгновение значение заряда и массы электрона близки к нулю, а потому он, в силу закона сохранения импульса, в это время должен развивать очень большую скорость движения сквозь ядро атома.

Таким образом, в одной точке пространства оказываются протон и электрон, фигурирующие в уравнении ядерной реакции. При этом суммарный электрический заряд протона и электрона оказываются близким к нулю, и если в этот момент к ним приближается еще один протон, то ему уже не придется преодолевать высокий кулоновский барьер. Потому такие трехчастичные столкновения могут случаться даже чаще, чем столкновения с двумя протонами, ведущие к сближению их на ядерные расстояния.

Реакция (8) ведет к наработке дейтерия, который в свою очередь участвует в других ядерных реакциях:



И хотя унос львиной доли теплоты нейтрино и γ квантом лишает нас надежд достичь в теплогенераторе Потапова высоких выходов дополнительно q теплоты за счет ядерных реакций, полученные результаты вселяют надежды на использование теплогенератора в качестве генератора дейтерия, гелия-3 и особенно трития, производ-

ство которого другими способами сложно, дорого и опасно.

Конечно, все это настоятельно требует, чтобы было обращено самое серьезное внимание на дальнейшие исследования вихревого теплогенератора Потапова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ RU 2165054. Способ получения тепла. / Потапов Ю. С. и др. 2000.
2. Сапогин Л. Г. Некоторые аспекты эволюции нетрадиционной энергетики с позиций унитарной квантовой теории. // В сб. «Труды института машиноведения РАН». М.: ИМАШ, 1999, 285 с.
3. Фоминский Л. П. Как работает вихревой теплогенератор Потапова. Черкассы: «ОКО-Плюс», 2001, 112 с.

PHYSICAL BASES OF PROCESS OF WATER HEATING IN HYDRODYNAMIC HEAT-GENERATOR

***Keywords:** vertical pipe, heat-generator, thermal energy, thermal pump, hydro mechanical energy of pressure, hydraulic friction, liquid warming up, cavitation, torsion field.*

***Annotation.** Theoretical aspects of heating of liquids in vertical heat-generators are considered.*

КРАЙНОВ ЮРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры механики и сельскохозяйственных машин, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (krainov24@mail.ru).

KRAINOV YURIY EVGEN'EVICH – the senior teacher of chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (krainov24@mail.ru).