

**Кузьменко А.Г.,
Милятинский С.В.**

Хмельницкий национальный университет,
г. Хмельницкий, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ КАК НАГРЕВАТЕЛЕЙ ВОДЫ. СООБЩЕНИЕ 1. ОБЗОР И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1⁰. Главным источником энергии были и до сих пор остаются невозобновляемые или мало возобновляемые углеводородные полезные ископаемые. Но существующих на сегодняшний день подтвержденных запасов нефти в мире хватит на 42 года всемирного потребления, природного газа на 60 лет, а каменного угля на 122 года, говорится в авторитетном ежегодном докладе „Статистический обзор мировой энергетики 2009” британской компании British Petroleum [1].

Ограниченность запасов углеводородных природных энергоресурсов, постоянное повышение их стоимости, а также экологические проблемы, вызванные их добычей и потреблением, подталкивает человечество к освоению экологически чистых возобновляемых, или, так называемых, нетрадиционных источников энергии и разработку новых технологий, которые бы снизили зависимость современного человека от углеводородов.

Относительно новым, перспективным и быстро развивающимся направлением в решении проблемы *экономики углеводородных энергоресурсов* является разработка и изготовление кавитационных (или вихревых) генераторов тепла (КВГ) [2, 3, 4]. Данные устройства используются для превращения механической энергии движения жидкости в тепловую. Над конструкциями данных генераторов работает большое количество отечественных и зарубежных исследователей и инженеров. На многих предприятиях налажено их производство, существуют готовые проекты отопления помещений кавитационными теплогенераторами, которые уже внедряются в использование [5, 6].

2⁰. Удивительные свойства вихря были замечены и описаны еще 150 лет назад английским ученым Джорджем Стоксом. Позже, в 1932 году французский инженер Джозеф Ранке исследовал свойства вихря, созданного искусственно, и запатентовал устройство под названием “вихревая труба”, в котором моделировалось явление, которое имеет место в циклоне, а именно: снижение давления и температуры в центре, и повышение их на периферии. После второй мировой войны немецкий физик Роберт Хильш значительно улучшил эффективность “трубы Ранке”. Он в 1945 году продолжил исследования, начатые Ранком, и определил, что если в цилиндрическую камеру по касательной через сопло подавать сжатый воздух, то в центре трубы образуется вихревой поток, который вдоль оси будет всасывать воздух с окружающей атмосферы. Потом, перекрыв подсос по оси, было достигнуто то, что с периферии вихревой трубы пошел подогретый, а из центра - охлажденный воздух.

Вихревая труба (или труба Ранке-Хильша) – это устройство, которое обеспечивает разделение сжатого воздуха, который подводится тангенциально в вихревую камеру через входные сопла, на горячий и холодный потоки. Такое разделение потока получило название – эффект Ранке. Теоретическим описанием данного эффекта занимались Кесснер, Вебстер, Шепер, Меркулов, Пиралишвили и другие.

В начале 60-х прошлого столетия профессор А.Меркулов вместо газа применил в “трубе Ранке” жидкость и обнаружил эффект ее нагрева.

В 1981 году американские изобретатели Ю. Перкинс и Р. Поуп запатентовали нагреватель жидкости, который они назвали “кинетической печью”. Он состоял из металлического цилиндра-ротора, который вращался в цилиндрической полости корпуса при прокачивании нагреваемой жидкости через зазор между их поверхностями [7]. Следующий теплогенератор этих изобретателей, запатентованный в 1993 году [8], уже имел в теле ротора радиальные отверстия (рис. 1) для перемещения центробежными силами жидкости в рабочий зазор.

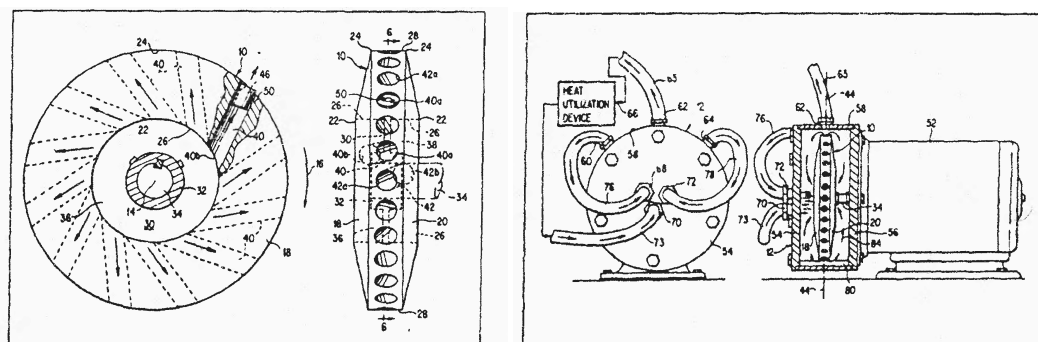


Рис. 1 – Ротор теплогенератора Перкинса-Поупа по патенту США № 5 341 768

В 1993 году американский инженер Джеймс Л. Григгс получил патент на “гидросонную помпу” [9] (рис. 2). Главным элементом его генератора является, изготовленный из алюминиевого сплава, ротор на поверхности которого высверлены отверстия определенной глубины. Зазор между цилиндрическими поверхностями ротора и статора составляет 1мм. В торцевых поверхностях статора имеются отверстия для подачи – с одной стороны, и для отвода – с другой стороны, нагреваемой жидкости. С объяснений автора изобретения, вода нагревается за счет трения в узком зазоре между ротором и статором, и благодаря явлению кавитации, которое вызвано турбулентным характером потока жидкости вблизи отверстий на поверхности ротора. Данный теплогенератор нагревал воду до 80 – 85 °С [3].

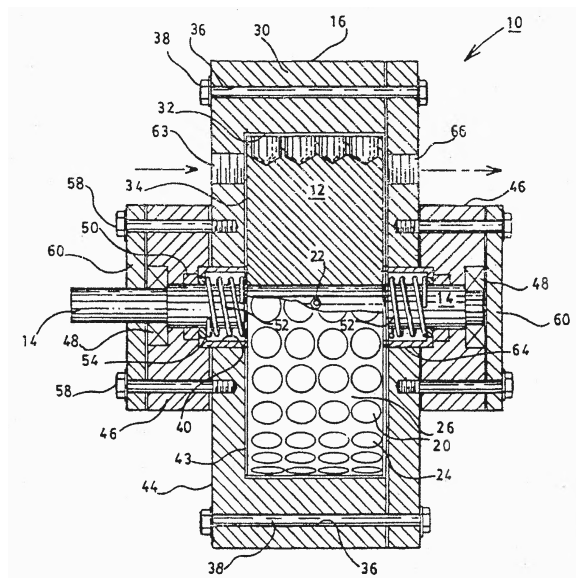


Рис. 2 – Теплогенератор Григгса по патенту США № 5 188 090

В начале 90-х годов прошлого столетия Ю. Потапов разработал на базе трубы Ранке первый вихревой генератор на постсоветском пространстве.

Научный сотрудник новосибирского института гидродинамики А.Ф. Кладов в, полученном им, патенте РФ № 2054604 с приоритетом от 02.02.93 предложил кавитационный “Способ получения энергии” [3]. В момент схлопывания кавитационного пузырька под действием разности внешнего и внутреннего давлений, пишет автор, стенки пузырька приобретают большую кинетическую энергию, в результате чего в центре схлопывающегося пузырька достигаются термоядерные температуры и, утверждает Кладов, происходят реакции термоядерного синтеза. Позже Кладов запатентовал свою модель теплогенератора, которую он назвал “Ультразвуковой активатор” и, кроме теплообразования, использовал ее для активации химических процессов в жидкостях и суспензиях.

В литературе описана масса конструкций. Существуют также конструкции теплогенераторов Сярга, Гексена, Порсева, Петракова, Болотова и других изобретателей и инженеров.

3⁰. *Принцип их работы* базируется на использовании явления тепловыделения при трении в жидкости, гидродинамической кавитации и фазовых превращений в жидкости. Но этот тип теплогенераторов относительно новый и на данный момент нет однозначного мнения, какой именно из процессов является доминирующим, и какая основная причина выделения тепла. Существует несколько гипотез, которые объясняют данное явление, а именно:

1) теплота выделяется при трении слоев жидкости;

2) теплота выделяется в результате схлопывания (коллапса) кавитационных микрополостей заполненных парогазом, которые образуются при протекании процесса гидродинамической кавитации в теплогенераторе. Исходя из исследований Фуджикавы и Акамацу, учитывающих работу Хиклинга (1963 года), в которой он доказал, что при коллапсе кавитационного пузырька имеет место теплопередача между жидкостью и газом, получены максимальные значения температур и давлений, которые образуются при коллапсе парогазового пузырька воды 6700 К и 848 атм, соответственно. Градиент температуры внутри и на поверхности пузырька составляет 3400 К. Такие высокие температуры и давления имеют место только доли микросекунды, и, уже через 2 мкс, температура поверхности снижается до 300 К.

Данные теоретические исследования широко изложены в [10]. Но данная теория имеет недостатки, которые состоят в том, что она описывает поведение единичной кавитационной полости, и относится к идеальным жидкостям. Данные расчеты не учитывают присутствие в реальных жидкостях пузырьков газа и твердых гидрофобных частичек, что существенно влияет на кавитационные процессы. В работе [11] рассмотрена данная гипотеза теплообразования в теплогенераторах и приведена методика по которой можно рассчитать теоретические температуры и давления при кавитационном схлопывании парогазовых полостей;

3) теплота выделяется в результате фазовых превращений в жидкости. Источником теплоты является разница теплоты парообразования и конденсации при соответствующих значениях давлений в зонах парообразования и теплоотвода. Данное явление теоретически описано в [2].

4⁰. Одним из первых и наиболее известных производителей данных теплогенераторов является «ЮСМАР» под руководством Ю.С. Потапова и ООО «Нотека-С». В их конструкциях используется трубка Ранке, в которую подается вода [12, 13].

Изобретатели и производители данных теплогенераторов приводят целый ряд преимуществ их использования перед традиционными аппаратами, которые используются для отопления помещений, а именно:

- их высокая эффективность;
- возможность их использования в случаях, когда единственным источником энергии для теплообеспечения является электроэнергия;
- безопасность в использовании;
- удобство при использовании для индивидуального отопления;
- долговечность, ресурс определяется сроком службы электродвигателя насоса;
- экологичность, отсутствие выбросов продуктов горения в атмосферу.

Из анализа всех известных конструкций, которые можно встретить, становится очевидным то, что общим для всех их есть перепад давлений в потоке жидкости, который приводит к образованию гидродинамической кавитации, и высокие скорости потока, которые вызывают турбулентность.

5⁰. Авторами статьи, на основе рекомендаций И.М. Федоткина и С.И. Гулого [2], была создана установка для исследования тепловыделения в кавитационных теплогенераторах, в частности при использовании кавитатора конусообразной формы, и результаты исследований приведены в [14, 15]. Явление гидродинамической кавитации в данных агрегатах возникает на границе обтекаемого тела (кавитатора) в результате местного снижения давления, обусловленного динамикой движения жидкости и геометрической формой кавитатора. Исследования подтвердили возможность использования данных теплогенераторов для нагрева жидкости (воды). По результатам экспериментов, коэффициент превращения затраченной работы в теплоту, которая выделилась, составил 0,62 - 0,69.

Изучив сведения по данным теплогенераторам становится очевидным, что наряду с существующими рекомендациями, патентами по повышению эффективности теплогенераторов, почти все конструкции достаточно не изучены, отсутствуют их теоретические обоснования и модели, которые описывают процессы, что протекают при работе теплогенераторов.

Выводы

На основе краткого обзора известных работ и предварительных исследований были сделаны следующие выводы.

1. Кавитационно-вихревые генераторы (или преобразователи механической энергии в тепловую) получили значительное распространение и внедряются на практике. Закономерности КВГ изучены явно недостаточно:

- 1) нет однозначного представления о методах расчета и величинах КПД;
- 2) нет четкого научного объяснения механизмов преобразования механической энергии в тепловую;
- 3) нет однозначных рекомендаций по расчетам и конструированию КВГ.

2. Гидравлические короткозамкнутые центробежные насосы являются самым простым вариантом кавитационно-вихревого генератора тепла. В связи с этим требуется систематическое исследование процессов преобразования механической энергии в тепловую с целью создания теории расчетов и проектирования таких преобразователей.

3. При исследованиях и часто на практике используется схема преобразования электрической энергии в механическую в электродвигателе, а затем механической работы в тепловую в центробежном насосе. В этой схеме нет экономии энергии, есть только удобная форма преобразования ее. Представляется целесообразным детальное исследование системы: ветродвигатель – кавитационно-вихревой генератор тепла. На реализацию этой схемы будут направлены дальнейшие исследования.

4. Наиболее теоретически интересным в этой проблеме является объяснение механизма преобразования механической энергии движения воды в тепловую. Это тем более важно, что существуют публикации с утверждением о возможности в этом процессе коэффициентов эффективности больших единицы [3, 4, 5, 12, 13]. С другой стороны, существуют также публикации с утверждением, что коэффициент преобразования механической энергии в тепловую по Джоулю не является величиной постоянной, а является функцией состояния жидкости. [13, 16].

5. Наконец, перспективным в связи со всем сказанным является использование других видов энергии: фрикционной, звуковой, ультразвуковой, химической, электрической и т.д. для активизации процесса нагрева воды в КВГ. Это, очевидно, возможно, если считать основным механизмом преобразования механической энергии в тепловую – кавитация.

Литература

1. Statistical Review of World Energy 2009 [электронный ресурс] / British Petroleum.- режим доступа: <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>.
2. Федоткин И.М. Кавитационные и энергетические аппараты и установки / И.М. Федоткин, С.И. Гулый. – К.: Арктур-А, 1998. – 136 с.
3. Фоминский Л.П. Роторные генераторы дарового тепла. Сделай сам / Л.П. Фоминский. – Черкассы: ОКО-Плюс, 2003. – 346 с.
4. Геллер С. Вихревые теплогенераторы. Гидродинамический нагреватель жидкости [Текст] / С.Геллер // АКВА-ТЕРМ. – 2006. – № 6 (21).
5. Шваб В.В. Вихревой теплогенератор для систем теплоснабжения [Текст] / В.В. Шваб // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 8. – С. 12-13.
6. Козлов С.В. Опыт внедрения автономных энергосберегающих систем отопления [Текст] / С.В. Козлов // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 8. – С. 14-16.
7. Патент США № 4 424 797 Устройство нагрева / Ю. Перкинс и Р. Поуп. // Приоритет от 13 октября 1981 г.
8. Патент США № 5 341 768 Прибор для нагревания жидкости трением / Р. Поуп // Приоритет от 21 сентября 1993 г.
9. Патент США № 5 188 090 Гидросонная помпа / Григгс Дж. Л. // Приоритет от 23.02.93.
10. Brennen, С.Е. (1995) Cavitation and Bubble Dynamics. Oxford University Press, New York. ISBN0195094093.
11. Кузьменко А.Г. Моделі процесів в кавітаційних теплових генераторах / А.Г. Кузьменко, С.В. Милятинський // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій. Збірник наукових праць за матеріалами II-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції "Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2008". – Хмельницький: ХНУ, 2008. – Т.2 – С. 74-78.
12. Фоминский Л.П. Как работает вихревой теплогенератор Потапова / Л.П. Фоминский.– Черкассы : ОКО-Плюс, 2001. – 103 с.
13. Потапов Ю.С. Энергия вращения / Ю.С. Потапов, Л.П. Фоминский, С.Ю. Потапов. – Кишинев : Молдавский центр "Ноосферные технологии" РАЕН, 2001. – 382 с.
14. Кузьменко А.Г. Дослідження перетворення механічної енергії в теплову при терті твердих і рідких тіл / А.Г. Кузьменко, С.В. Милятинський // Конструювання, виробництво і експлуатація сільсько-господарських машин: Загально-державний міхвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – № 39. – С. 247-254.
15. Кузьменко А.Г. Вплив кавітації на тепловиділення при терті в рідинах / А.Г. Кузьменко, С.В. Милятинський // Сучасні проблеми трибо техніки: Матеріали III міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 89-90.
16. Гужеля Ю.О. Анатомия термодинамики [электронный ресурс] / Ю.О. Гужеля.- режим доступа: <http://n-t.ru/tp/ns/at1.htm>.

Надійшла 12.03.2010