

УДК 620.98, 697

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ИИОС, ИОС ГОРОДА АСТАНЫ

Аубакир Дауренбек Азенулы, кандидат физико-математических наук, доктор философских наук, академик МОАЭБП, академик МАИ, профессор кафедры РЭТ Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва, сотрудник ЭкО-центра «Ноосфера и Устойчивое развитие» при ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва

Ревинин Николай Михайлович, директор лаборатории ИОС в ИП при ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва

Азен Ерабылай Дауренбекулы, сотрудник ЭкО-центра «Ноосфера и Устойчивое развитие» при ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва

Нуртаев Ескендир Алимжанулы, сотрудник ЭкО-центра «Ноосфера и Устойчивое развитие» при ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва

### Аннотация

*Предстоящая в Астане всемирная выставка «ЭКСПО-2017» обязывает всех нас в Казахстане по-новому относиться к градостроительному процессу, в первую очередь, — к главному ее лозунгу «Энергия будущего». В статье предлагаются новые предпосылки к его обустройству.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** индивидуально-интенсивная отопительная система – ИИОС, интенсивная отопительная система – ИОС, мини-ЭГК (электрогидравлический котёл), мини-ТЭС (теплоэлектростанция), умный городок – смарт-городок, макет-прибор, кавитационная термо-камера, арканно-вихревая кавитация, труба Ранка-Хильша.

## INNOVATIVE BACKGROUND TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE HEATING SYSTEM AND HOT WATER BASED IHS, IHS FOR ASTANA CITY

Aubakir Daurenbek Azenuly, Candidate of Physics and Mathematics, Doctor of Philosophy, Academician International Social Academy of Ecological Safety and Natural Management, Academician International Informatization Academy, Professor of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications of Physical-technical Faculty of L.N. Gumilyov Eurasian National University, employee of EcE-center "Noosphere and Sustainable Development" at L.N. Gumilyov Eurasian National University

Revinov Nikolai Mihailovich, director of IHS lab at L.N. Gumilyov Eurasian National University

Azen Yerabylay Daurenbekuly, employee of EcE-center "Noosphere and Sustainable Development" at L.N. Gumilyov Eurasian National University

Nurtayev Eckendir Alimzhanuly employee of EcE-center "Noosphere and Sustainable Development" at L.N. Gumilyov Eurasian National University

### Abstract

*The article-report proposes a new invention is that the upcoming Astana World "EXPO-2017" obliges all people of Kazakhstan in a new treat urban development process, the first place - to its main slogan "Energy of the Future!".*

**KEYWORDS:** individually-intensive heating system – IHS, intensive heating system – IHS, mini-EHB (electrohydraulic boiler), mini-TEC (thermal electro station - thermal power plant), smart town, layout tool, cavitation thermo-camera, lasso-vortex cavitation, Ranke-Hilsh pipe.

## **Введение**

Всемирная выставка «ЭКСПО-2017» обязует всех нас в Казахстане по-новому относиться к градостроительному процессу, в первую очередь, – к главному ее лозунгу «Энергия будущего!». Потому что, благодаря этой всемирной выставке, мы свою любимую столицу должны превратить в умный город – Smart City Astana. Это означает то, что любые заново закладываемые микрорайоны теперь должны отвечать этому требованию. Так как мы рассматриваем именно такую возможность, проектируемый благотворительный городок «Ахау-Семей», строительство которого планируется завершить к концу 2017 года, также должен возводиться как смарт-городок в престижном районе Астаны. «Ахау-Семей» будет служить реабилитации пострадавших на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне – СИЯП. Главное свое внимание мы будем акцентировать на такой важный аспект приставки «смарт», каковыми являются энергосбережение и энергоэффективность.

## **I. Автономная индивидуально-интенсивная отопительная система на альтернативном источнике энергии**

### ***1.1 Энергетический потенциал Солнца***

Солнце не только источник жизни на Земле, оно имеет огромный потенциал и как энергетический источник. Его энергия во много крат превосходит всю суммарную энергию *всех* органических топлив, хранящихся в недрах и на поверхности Земли.

Считается, всего лишь 15% этого потенциала вполне достаточно для житейских нужд человечества, что составляет 63 000 млрд кВт/час, а в топливном эквиваленте – 7 700 млрд тонн условного топлива. Географическое расположение Казахстана 42-55 градусов северной широты вполне благоприятствует использованию солнечной радиации: продолжительность светоотдачи колеблется в пределах 3 100-3 800 кВт часов/м<sup>2</sup> в год, а общая площадь приема солнечных лучей – 1 900 тыс. квадратных километров (см. ещё [1]).

Солнечные коллекторы отличаются дешевизной и простотой в изготовлении, они до половины падающей энергии превращают в тепло воды, т.е. – в энергию разогретой воды. Теперь, если учесть тот факт, что на каждый квадратный метр земли передается 300 Вт энергии, то нетрудно посчитать пользу от Солнца в энергетическом плане. Таким образом, разогревая воду, можно получить 13 млн. Гкал тепловой энергии для удовлетворения нужд населения страны. А это позволит сэкономить 1 млн. тонн топлива в нефтяном эквиваленте. В то же время, известно, что, сжигая нефтепродукты и другие виды топлива, Казахстан выделяет ежегодно в окружающую среду до 1 млн. тонн вредных отходов и выбрасывает ещё до 70 млн. тонн углекислого газа в атмосферу. На сегодняшний день накопилось от 35 до 45

млрд. тонн отходов, вместе с отвалами отработанных руд. Согласно оценкам экспертов, по загрязнению окружающей среды вредными отходами и парниковым газом Казахстан занимает в мире третье место.

Все это говорит о том, что именно нашей стране заказаны использование солнечной энергии и развитие солнечной энергетики на промышленной основе, точно так же, как и развитие отрасли ветроэнергетики. В Европе, где ветростанции и ветровые установки начинают работать на средней скорости ветра в 4-5 м/сек, а у нас более 10 регионов, где средняя скорость ветра в 8-10 м/сек, так что минимум в 10 регионах и относительно ветроэнергетики Казахстан находится более, чем в благополучном месторасположении.

Президент нашей страны, поэтому, не единожды настойчиво призывал заинтересованные структуры к развитию альтернативных, в том числе возобновляемых источников энергии. Ярким проявлением этих призывов стало право проведения Всемирной выставки «ЭКСПО-2017» с лозунгом «Будущее энергетики» – «Энергия будущего».

Всё это так, но КПД солнечных коллекторов низкий – около 25-30 %, а коэффициент преобразования энергии (КПЭ) не превышает 0,5. То есть, невыгодно ограничиться лишь этими коллекторами. Поэтому, необходимы устройства, повышающие их экономические показатели. На эту роль претендует мини-ЭГК (электродвигательный котёл) на базе ЭГН-КТК – электродвигательная кавитационная термо-камера [2-6], а также мини-ТЭС (теплоэлектростанция) на базе АВК-ТРХ (арканно-вихревая кавитационная труба Ранка-Хильша).

## ***1.2 Отопительная установка Ревина, базирующаяся на электродвигательном принципе использования электроразрядных импульсов высокого напряжения***

### ***1.2.1 Молния – природная праматерь электроразрядных импульсов высокого напряжения***

Идея использования высоковольтных электроразрядных импульсов, на самом деле, не нова. Первые попытки к опытному использованию, хотя не совсем удачные, были предприняты ещё *М.В. Ломоносовым* и его другом. Во время таких опытов в 1753 году от удара молнии на глазах у *Ломоносова* погиб работавший вместе с ним его друг, немецкий ученый *Георг Вильгельм Рихман*. Известно, что высоковольтный электроразрядный импульс является разновидностью природной молнии. Именно ЭРИ люди научились воспроизводить в лабораторных условиях.

Электрическая дуга (ЭД) – эта та самая молния, только в миниатюре, также, как в молнии при разряде ЭД образуется паро-газовая плазма с множеством газовых пузырей, так

как в плазме создаются разреженные участки среды – квази-вакуумы в перемежку с уплотнёнными участками воздуха – из-за высокого давления внутри этой среды. Температура ЭД колеблется в пределах 6000-7000°C, а на кончиках электродов 2500-2700°C.

*1.2.2 Кавитация – ключ к технологическому перерождению электроразрядных импульсов высокого напряжения в недрах электрогидравлического нагревателя*

Возможность реализации кавитационного процесса лежит в основе такой технологии, каковой является технология инновационной интенсификации отопительной системы – индивидуально-интенсивной отопительной системы – ИИОС, наряду с ИОС-АВК-ТРХ (т.е. ИОС на базе АВК-ТРХ) – интенсивной отопительной системой, призванной замещать повсеместно ныне существующую ЭОС – экстенсивную отопительную систему.

Разработкой этих технологий в Казахстане занимается группа разработчиков, под руководством профессора ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва *Д.А. Аубакир* и директора лаборатории ИОС в ИП *Н.М. Ревина* (рис. 1-5).

*1.3 Анализ первого электрогидравлического кавитационного нагревателя с четырёхъячеечной термо-камерой*

Первая отопительная установка *Н.М. Ревина*, базирующаяся на электрогидравлическом принципе использования электроразрядных импульсов высокого напряжения ВВ-ЭРИ – высоковольтных ЭРИ, выглядит так (рис. 1-3)



Рис. 1. Лабораторная установка ИИОС-ЭГН-КТК (индивидуально-интенсивная отопительная система на базе электрогидравлической кавитационной термо-камеры)



Рис. 2. Энергетическая часть ИИОС-ЭГН-КТК: блок питания, трансформатор на 1 кВт, выпрямитель, ВВ-конденсатор, газо-разрядник, соединенная с термо-камерой



Рис. 3. Лабораторная установка – индивидуальная отопительная система на базе электрогидравлического нагревателя с кавитационной термо-камерой (ЭГН-КТК) в комплекте (слева направо: руководитель Аубакир Д.А. и конструктор Ревин Н.М.)

Схематически ЭГН-КТК можно изобразить, как это показано на рис. 4-5:

попарные провода подачи ЭРИ к электродам

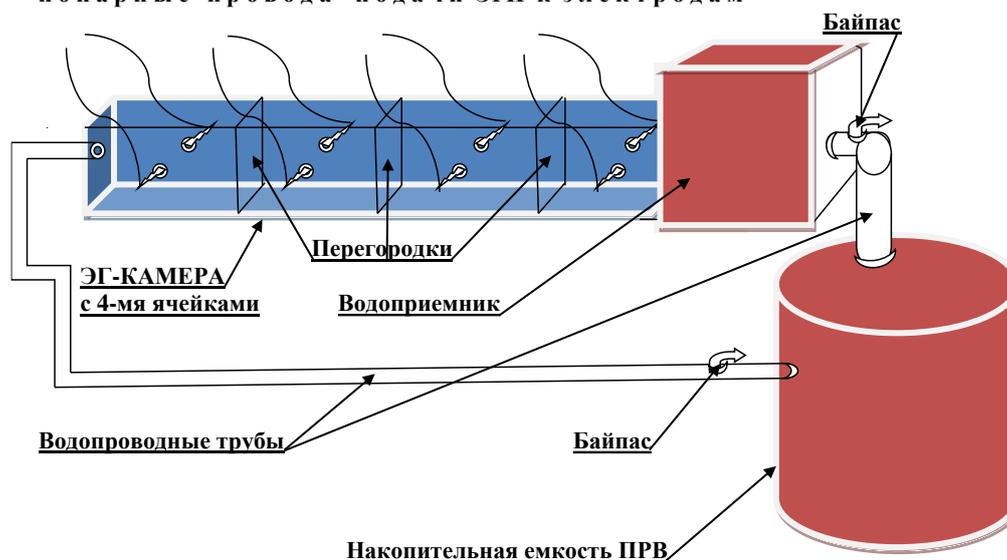
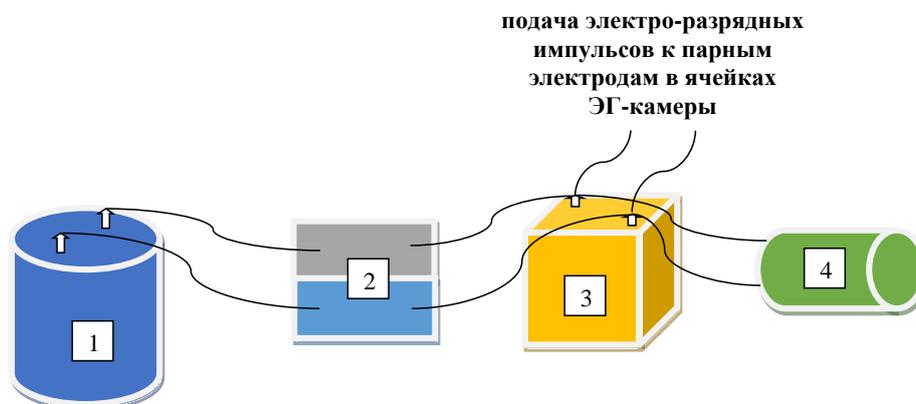


Рис. 4. Базовая установка ЭГН-КТК в развернутом виде:  
базовая установка ЭГН-КТК с термо-камерой, поделенной на 4 ячейки



**Рис. 5. Структурная схема системы порождения электро-разрядных импульсов высокого напряжения для организации процесса кавитации в термо-камере:**

**1 – трансформатор на 1 кВт; 2 – выпрямитель; 3 – конденсатор; 4 – газо-разрядник**

В заключение данного раздела приведем структурно-функциональную и принципиальную – электрическую схему системы порождения электро-разрядных импульсов (ЭРИ) высокого напряжения – ВВ-ЭРИ для организации процесса кавитации в ячейках термо-камеры на альтернативном источнике энергии – АИЭ (солнечная энергия), параллельно с источником электроэнергии 220 в. Источник ЭЭ используется эпизодически, лишь в качестве резервного питания. Основным источником энергетической подпитки ИИОС-ЭГН-КТК является солнечный коллектор (СК), от которого питается генератор импульсного тока (ГИТ).

Ток от ГИТ через мультивибратор (МВ) преобразуется в электрический возбудитель соответствующей формы и нужной величины, он и попадает в емкость высоковольтного разрядника, где и формируется ВВ-ЭРИ, который и возбуждает ЭД – электрическую дугу на парных электродах, установленных в кавитационных ячейках ЭГН-КТК – электрогидравлического нагревателя с кавитационной термо-камерой. Подача каждой порции электрического возбудителя на ячейки осуществляется через определенный временной промежуток, который задается соответствующими время-задающими цепями в каждой ячейке. Этот квант времени определяется с таким расчётом, при котором процессы формирования ВВ-ЭРИ взаимно согласованы между собой, т.е. конец предыдущей вспышки ЭД в предыдущей ячейке совпадает с началом следующей вспышки ЭД, а когда процесс дойдёт до последней ячейки, то всё начинается с самой первой ячейки. И, таким образом получится циклический замкнутый круг процессов формирования ВВ-ЭРИ. Испытания на первой установке ЭГН-КТК показали обнадеживающие результаты: в ней роль ГИТ играет трансформатор на 1 кВт (на рис. 7 он находится под столом). ИОС на базе такого ЭГН-КТК в

основном питается от СК, энергия которого вполне достаточна, так как он играет роль только стартера. При этом, его КПД растёт в общей компоновке ИИОС-ЭГН-КТК, приближаясь к предельным значениям: 90-95 %, а вот КПЭ этой отопительной установки может достигнуть диапазона 15-20. Это и есть брендовый потенциал, достойный «ЭКСПО-2017».

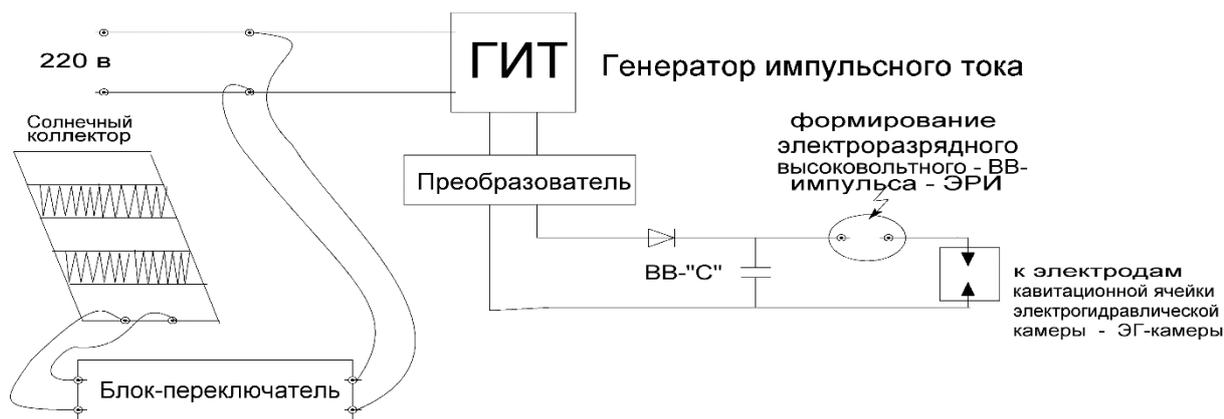


Рис. 6. Структурно-функциональная и принципиальная (электрическая) схема системы порождения электро-разрядных импульсов (ЭРИ) высокого напряжения для организации процесса кавитации в ячейках термо-камеры на АИЭ (солнечная энергия), параллельно с источником электроэнергии 220 в (лишь в качестве резервного питания)

## II. Арканно-вихревая кавитационная установка – АВК-ТРХ

### 2.1 Историческое отступление

В конце 70-х и начале 80-х в Куйбышевском авиационном институте закрытая лаборатория «ОНИЛ-9», директором которой был *Александр Меркулов*, занялась довольно успешно разработкой отопительных и охлаждающих установок на принципе вихревой кавитации, разработанном на эффекте французского инженера *Джозефа Ранка*, открытого им в 1931 году. Хотя эта лаборатория создала и внедрила в авиационную и космическую отрасль отопительные и охлаждающие установки, работающие на воздухе и/или газе. Но, из-за ряда субъективных и объективных причин эта перспективная технология не нашла применение в других отраслях, в частности в быту, хотя немецким физиком *Робертом Хильшем* еще была установлена возможность замены рабочего материала – воздуха, более теплоемким и дольше сохраняющим тепло материалом – водой.

Из этого тупика, наконец, нашел выход в 90-е годы истекшего века академик РАЕН, профессор Молдавского ГУ *Юрий Потанов*. Детищем его изысканий по эффекту Ранка-Хильша явились модели теплоэлектростанций «ЮСМАР». Он предложил использовать понятие КПЭ, взамен непопулярного КПД, целые десятилетия тормозившего развитие и внедрение передовой технологии. Он же впервые выдвинул более-менее удовлетворившего

оппонентов объяснение самого явления в трубе Ранка-Хильша: каждую волну вихря он разбивает на два полупериода, в одном полупериоде давление низкое (некое подобие вакуума), в нем образуются так называемые *каверны* – полоски с несметным количеством пузырьков, а в следующем полупериоде давление высокое, в нем схлопываются пузырьки в кавернах, при этом они вспыхивают в виде искрометных миниатюрных вспышек, разогреваясь до огромной температуры, которые, в свою очередь, разогревают среду. Такое объяснение подтверждает предположение относительно природы явления в вихревой трубе Ранка-Хильша академика МАИ, одного из разработчиков арканских технологий в нашей стране *Дауренбека АУБАКИРА*. Вихри внутри трубы под давлением сплетаются в аркан из двух видов волн – волны низкого и волны высокого давления. А если еще учесть то, что *Потапов* изобрел тормозное устройство, ограничивающее дальнейшее однонаправленное завихрение и образующее, тем самым, завихрение обратного направления, то арканное сплетение получается еще насыщеннее и двунаправленное. Теперь упрощается вывод разогретого воздуха (или разогретой воды): необходимо направить внутренний аркан вихря в противоток [9-15].

Достижение полной автоматизации процесса отопления, а также учет в разработке АВК-ТРХ условий, присущих именно для казахстанского климата и иным факторам окружающей среды, ставят предлагаемую установку в преимущественное положение перед зарубежными аналогами, в том числе технологиями, разрабатываемыми в США. Для этого нами запланированы эксперименты над разными кавитационными установками АВК-ТРХ. Тогда АВК-ТЭС, другими словами мини-ТЭС на базе установки АВК-ТРХ, станут первыми установками, использующими альтернативный источник энергии – энергии кавернов и кавитаций. К тому же, эти установки будут абсолютно экологически безвредными, т.е. они явятся ответом требованиям «Киотского протокола».

Таким образом, если будет претворена в жизнь, данная *арканно-вихревая инновационная технология*, то взамен действующей экстенсивной системы – ЭОС, экологически опасного и вредного для здоровья людей отопления придет дешевая интенсивная система экологически безопасного отопления – ИОС и обеспечения населения республики горячей водой. Она одинаково будет удобна и в аулах, и в городах. В то же время, она будет инновационной технологией, впервые реализованной отечественными специалистами [9-15].

В дальнейшем в качестве действующих примеров отопительных установок на базе АВК-ТРХ мы будем ориентироваться на знакомые нам установки карагандинского инженера *Н.М. Ревина* (см. рис. 7-8!).

Еще одно замечание общего характера можно сделать по поводу нововведения «кавитационный сонолюминесцентный реактор»: в западных источниках литературы в последнее время появились новые понятия **Sonoluminescence** (даже – теория сонолюминесценции), **Sonofusion**, которые связаны сравнительно огромной температурой и энергией, выделяемых схлопывающимся пузырьком, при этой вспышке, длящейся 100 пикосекунд, образуется тепловая энергия, питающая дополнительно воду или воздух, т.е. – среду. Эта вспышка – потрескивающая и светящаяся, откуда и название **Sonoluminescence**. Это явление заинтересовало на Западе, как говорится, и физиков, и лириков. После экспериментальных зрительных наблюдений, они дали это экстравагантное название.

Схематическое изображение АВК-ТРХ выглядит так (рис. 7):

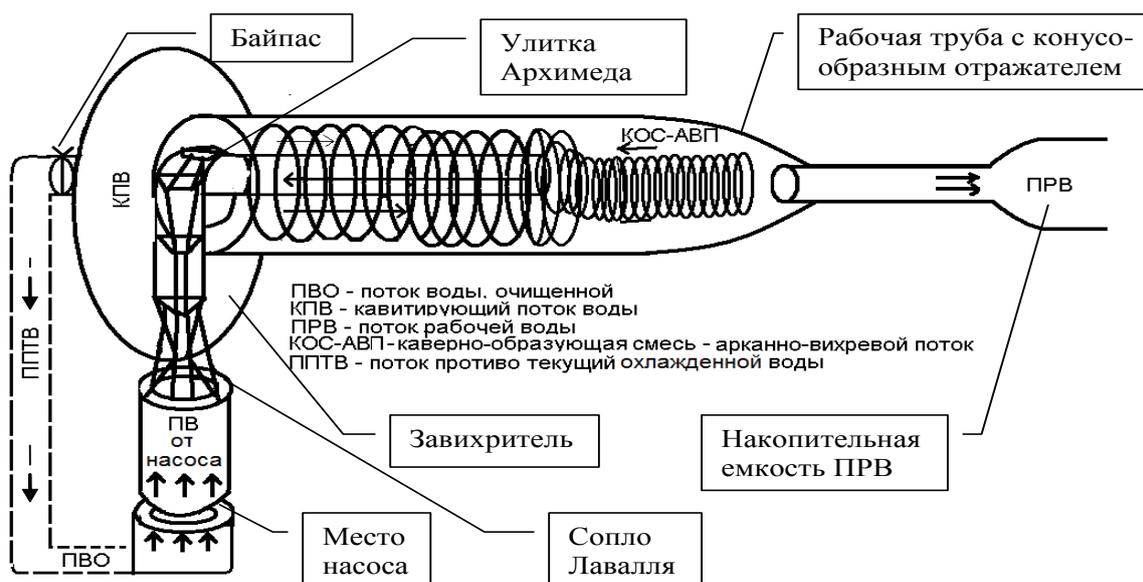


Рис. 7. Схематическое изображение функционирования нагревательного устройства на базе трубы Ранка-Хильша

Пояснения к схематической иллюстрации работы установки АВК-ТРХ:

- 1) поток холодной воды ПВ нагнетается насосом через сопло Лавалля в ТРХ (труба Ранка-Хильша), тем самым начинается **сужающаяся кавитация** – образование пузырей;
- 2) и она попадает в улитку Архимеда в завихрителе и получает вращательный импульс, двигаясь вправо, тем самым начинается **вихревая кавитация** и образование кавернов – двух соседствующих полуволи водяного вихря; роль отражателя здесь играет конец рабочей трубы в виде сужающегося конуса, от которой образуется обратный поток

КОС-АВП и поток ПРВ воды в сторону накопителя, т.е. начинается **фокусирующая кавитация** и образование встречных кавернов, двусторонне арканно-сплетающихся с основным внешним вихрем кавернов, от этого начинается **арканно-сплетающаяся кавитация**;

3) как мы заметили выше, к совокупности – сужающая кавитация, вихревая кавитация, фокусирующая кавитация, арканно-сплетающаяся кавитация, труба противотока добавляет еще один вид – **оттоковую кавитацию**, т.е. если, теперь, учесть аддитивный характер КПЭ, то образование пузырьков увеличится еще на 1 слагаемое; общее число видов кавитации, тем самым, становится 5;

4) таким образом продолжающийся кавитационный процесс начнет нагревать холодную воду, в скором времени она станет горячей (рис. 8);

5) внутри рабочей трубы расположена труба противотока, которая выходит за пределы рабочей трубы через завихритель и имеет в наружной части байпас; при необходимости поток охлажденной противо-текущей воды ППТВ может выводиться к входу в насос или же – в другом – нужном направлении.

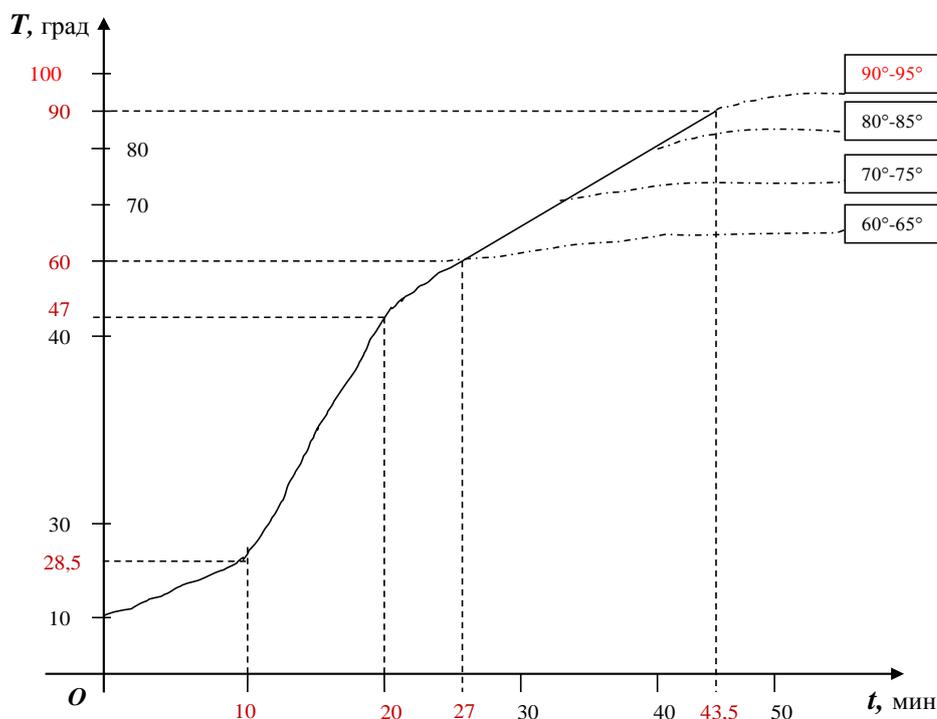


Рис. 8. Графическое изображение функционирования нагревательного устройства на базе трубы Ранка-Хильша

Пояснения к графической иллюстрации работы установки АВК-ТРХ (рис. 8):

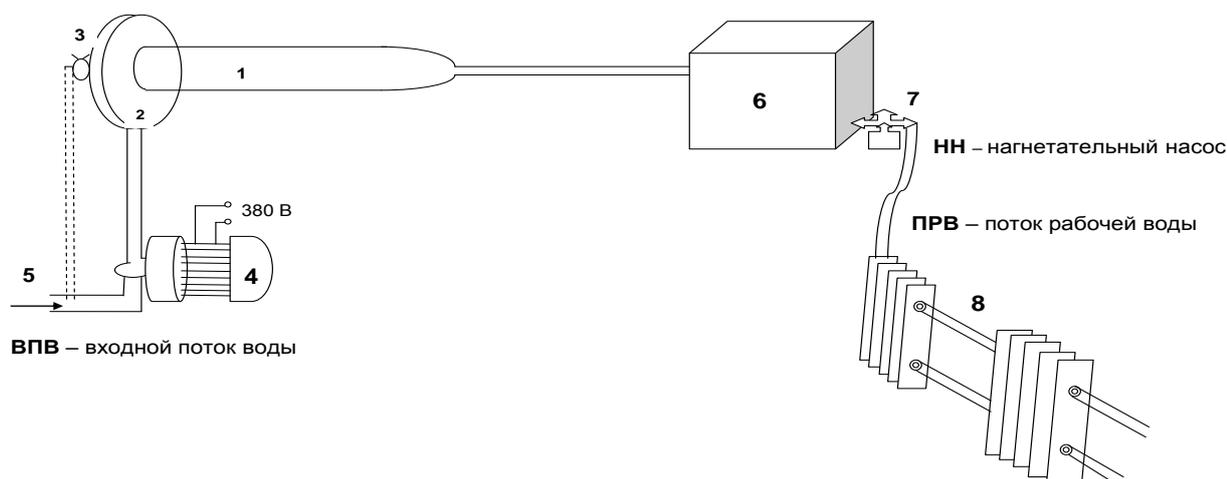
1) вначале – до испытания температура воды была 10°C;

2) за 10 минут температура достигла уровня 28,5°C;

3) по истечению 20 минут температура достигла уровня 47°C;

4) температура 60°C – начальная точка рабочего состояния АВК-ТРХ достигнута за 27 минут (при нормальной работе температура должно поддерживаться в пределах 60°C-90°C, и вода, нагретая до нужной температуры из этого диапазона, значение которой определяется в зависимости от температурного режима внешней среды – отапливаемого здания и помещения АВК-ТРХ, от распределительной емкости горячая вода подается в коллекторную отопительную сеть здания); для контроля этого рабочего диапазона используется электрический контактный манометр ЭКМ;

5) предельного уровня 90°C температура достигла за 43,5 минут.



**Рис. 9. Схематическое изображение взаимодействия АВК-ТРХ с коллекторной отопительной системой**

**1 этап:** в завихритель 2 ТРХ 1 нагнетается 15-киловаттным насосом 4 поток холодной воды ВПВ; через некоторое время кавитационный процесс начнет нагревать холодную воду, и в скором времени она станет горячей ПРВ, которая собирается в накопительную емкость – бак 6;

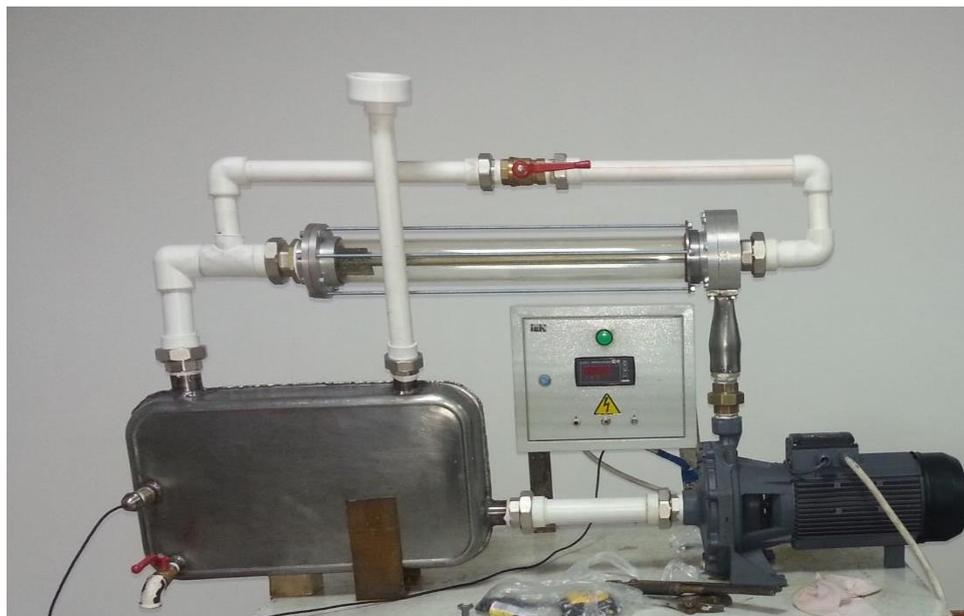
**2 этап:** в коллекторную сеть 8 отапливаемого здания маленьким нагнетательным насосом НН 7 подается горячая вода ПРВ с температурой в пределах 60-90°C (рис. 8);

**3 этап:** отработавшая в коллекторной сети 8 здания остывшая вода обратно возвращается через вход 5 15-киловаттного насоса 4 в ТРХ 1.

Таким образом, образуется циклический процесс отопления повторяющимися тремя этими этапами 1-2-3.

**4 этап:** если это необходимо, то поток охлажденной противотоковой воды ППТВ может выводиться из ТРХ 1, открыванием байпаса 3 (скажем, для повышения КПЭ – коэффициента преобразования энергии АВК-ТРХ, или же для использования этой воды – ППТВ в охладительных установках).

## 2.2 Инновационные технологии теплоснабжения и горячего водоснабжения



**Рис. 10.** Переносной образцовый показательно-демонстрационный макет-прибор (ПОПД-МП) установки арканно-вихревой кавитационной трубы Ранка-Хильша (АВК-ТРХ) с прозрачной трубой. Здесь система автоматического управления (САУ) и диагностирования (САД) упрощена и собрана на электронике, питание (ЭЭ 220 В)

Разработки по данной тематике уже выходят на уровень коммерциализации и претворения в жизнь идеи «Интенсивной отопительной системы – ИОС», которая призвана полностью замещать ныне существующую, исчерпывавшую свои потенциалы ЭОС – экстенсивную отопительную систему, повсеместно по всему Казахстану. Затем, эту новую продукцию ИОС-АВК-ТРХ, в виде мини-ТЭС, совместно с индивидуально-интенсивной отопительной системой (ИИОС-ЭГН-КТК на базе электрогидравлического нагревателя), в виде мини-ЭГК, оснащённые солнечной энергетической установкой – СЭУ, как ВИЭ, распространим по всему миру с маркой «Made in Kazakhstan» в качестве брендового товара. Характеристики ПОПД-МП: емкость в 15 л, общий объем воды 23 л, мощность насоса для нагнетания воды 2,7 кВт/час, питание – ЭЭ в 220 в. Может автономно отапливать и обеспечивать помещение площадью 50-75 м<sup>2</sup>. Принцип его работы описаны на рис. 7-9:

### III. Технико-экономическое обоснование применения вихревых теплогенераторов для «зеленой экономики» и «ЭКСПО-2017»

Структура затрат потребителей на оплату отопления в системах теплоснабжения промышленных объектов и ЖКХ характеризуется следующим отношением: топливная составляющая в тарифах составляет в среднем около 25% затрат потребителей, до 75% стоимости тепла составляют капитальные вложения, амортизация и эксплуатационные затраты.

Это означает, что значительный экономический эффект можно получить прежде всего за счет сокращения капитальных и эксплуатационных затрат.

В котельных или индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), в которых используются системы теплоснабжения и горячего водоснабжения с тепловыми генераторами капитальные и эксплуатационные расходы составляют:

1. Отдельно стоящие или встроенные в объект тепловые пункты;
2. Оборудование тепловых станций с автоматикой управления и контроля;
3. Сети электроснабжения;
4. Средства обеспечения работы эксплуатационного персонала.

Расчеты показывают, что применение вихревых тепловых генераторов на базе АВК-ТРХ, позволяет сократить общие капитальные затраты на 20-30%, а эксплуатационные затраты примерно в 1,5-2 раза (без учета топливной составляющей).

**Таблица 1. Данные по затратам на топливную составляющую**

Вид применяемого преобразователя энергии в тепло		Стоимость производства единицы количества тепла в различных видах котлов (генераторов тепла)						
Вид котла (генератора тепла)	Вид источника тепла	Стоимость единицы первичного продукта-источника энергии (тенге)	Количество исходного продукта для получения 1 кВт/час тепловой энергии (с учетом КПД)	Коэффициент преобразования первичного продукта в тепловую энергию (с учетом КПЭ)	Стоимость кВт/час тепловой энергии, на выходе котла, вихревого генератора (тенге)	Стоимость кВт/час тепловой энергии с учетом коэффициента рабочего цикла** (тенге)	Стоимость кВт/час тепловой энергии у потребителя*** (тенге)	Стоимость Гкал/час тепловой энергии по топливу для производителя (тенге)
Электрический котел	электрод	6,72*	1,18 кВт	0,85	7,92	6,336	7,44	8640
	ТЭН	6,72*	1,25 кВт	0,8	8,4	6,72	7,92	9120
Котел на твердом топливе	дрова	19,2	0,8 кг	0,7	15,36	15,36	30,72	35520
	уголь каменный	9,6	0,2 кг	0,5	0,48	0,48	0,816	960
Котел на жидком топливе	мазут	48	0,46 кг	0,65	22,08	22,08	38,4	44640
Котел на газовом топливе	природный газ	7,2	0,3 м <sup>3</sup>	0,8	2,16	2,16	4,32	4492
Вихревой генератор тепла	кавитация и трение в жидкости	6,72	0,71 кВт	1,4	(6,72*0,71)=4,77	(4,77*70/100)=3,34	(3,34*1,175)=3,93	(1163*3,93)=4570,6

Примечания: Информация, приведенная в таблице 1, определялась на основе технических характеристик существующих котлов и генераторов тепла, действующих тарифов на топливо и ЭЭ и – теплоотдачи источников тепла.

\* Для электродного котла и котлов с ТЭН не учитывалось, что тариф на электроэнергию для термических потребителей, как правило, удваивается.

\*\* Коэффициент рабочего цикла определяет относительное время активной работы котла-генератора тепла. Тепловые котлы и системы теплоснабжения, устанавливаемые в котельных с твердым, жидким топливом и газом (с централизованным отоплением) весьма инерционны и поэтому время рабочего цикла их равно 1 (100%), т.е. их нецелесообразно отключать на время. Электрические котлы и вихревые тепло генераторы легко выключаются и включаются автоматикой и коэффициент их включенного рабочего состояния составляет 0,7-0,8 от общего времени работы системы отопления (т.е. 70-80%).

\*\*\* Стоимость тепловой энергии у потребителя рассчитывалась с учетом следующих исходных данных: оплата за электроэнергию производится по двух тарифной схеме. Процент потерь в системах с индивидуальными котельными принимался равной 15%, для остальных видов – от 30% до 50%.

#### Выводы:

1. По удельным расходам потребителей на топливо (электроэнергию) вихревые тепло генераторы занимают третью позицию от котлов на природном газе и каменном угле. Однако стоимость тепла для вихревых тепло генераторов можно значительно удешевить, если поставить накопители горячей воды и в ночное время, когда действует дешевый ночной тариф нагревать воду для последующего расхода на дневное время. Для котлов на природном газе такой режим работы не имеет экономической целесообразности. И в этом случае отопление вихревых тепло генераторов окажется дешевле газового.
2. Котлы на твердом топливе (угле, торфе и дровах) при малой удельной стоимости топлива имеют известные недостатки, связанные необходимостью транспортировки, хранения, вывоза и утилизации большого количества зольных отходов, а также наличием опасных для жизни людей остаточными продуктами горения. Это загрязняет окружающую среду. Их применение в настоящее время обуславливается не экономической целесообразностью, а как единственно возможный способ обеспечения теплофикации определенных районов. В индивидуальных домах при отсутствии газового или электрического отопления каменный уголь или мазут – единственные источники тепла. Применение этих видов топлива в нынешней ЭОС – экстенсивной отопительной системе Казахстана обусловлены жизненной необходимостью и в определенных условиях находится вне конкуренции при всех

- присущих им недостатках (котлы на мазуте, см. таблицу 1, почти 10 раз более затратные, чем вихревые ТГ!). Альтернативой сложившейся ситуации с ЭОС может быть только переход к перспективной ИОС, т.е. – к вихревым ТГ на базе АВК-ТРХ.
3. В ИОС капитальные затраты ниже на 20-30 %, а эксплуатационные – в 1,5-2 раза, чем в ЭОС. По качественным показателям ИОС – антипод ЭОС. При полной замене ЭОС на ИОС общая экономия органических топлив – на 50-60 %.
  4. Расчеты показывают, что, если КПЭ в вихревых ТГ довести до 1,95-2, то в таблице 1 они займут по дешевизне 2-е место – за котлами на каменном угле.

**Таблица 2. Расчёт сравнительного экономического эффекта отапливаемой площади в 250 м<sup>2</sup> и стоимость затрат на отопительный сезон**

Наименование	Угольный котёл 25 кВт	Котёл 25 кВт дрова	Сжиженный газ 25 кВт	Природный газ 25 кВт	Дизельный котёл 25 кВт	ит» электр. котёл 25 кВт	Вихревой котёл (город) 18 кВт	Вихревой котёл (село) 18 кВт
Работа котла, часов/сутки	12 ч	12 ч	12 ч	12 ч	12 ч	12 ч	12 ч	12 ч
Энергоноситель	уголь, промышленный	дрова	сжиженный газ	природный газ	дизельное топливо	электрическая энергия	электрическая энергия	электрическая энергия
Стоимость единицы	4,05 тг/кг	1650 тг/куб	25 тг/л	4,55 тг/м <sup>3</sup>	50 тг/л	4,75 тг за кВт/час	4,75 тг за кВт/час	3,3 тг за кВт/час
Расход топлива; электрической энергии	14 кг/час	0,005 м <sup>3</sup> /час	4 л/час	4 м <sup>3</sup> /час	4 л/час	25 кВт/час	9 кВт/час	9 кВт/час
Расход электрической энергии, кВт/сут	–	–	–	–	–	300	108	108
Расход электрической энергии, кВт/мес	–	–	–	–	–	9000	3240	3240
Стоимость тг/мес	20410	29700	36000	6550	72000	42300	15390	10692
Стоимость тг/полгода	122460	178200	216000	39300	432000	253800	92340	64152

**Примечание:** Здесь – в данном разделе стоимостные показатели электроэнергии взяты до 2010 года, причем для г. Астаны. Но, суть дела от этого не меняется, т.е. если брать другой город и другой временной период, то соответствующие расчеты привели бы к

подобным результатам – в пользу внедрения ИОС с базовыми отопительными элементами АВК-ТРХ, СВ-КНТ, вместо существующей ЭОС.

#### **IV. Способ превращения в полезный источник энергии «Демона Максвелла» посредством хаоса и торнадо в арканно-вихревой кавитационной трубе Ранка-Хильша**

Процесс разделения спонтанно образовавшейся тонкой водной перегородкой горячей воды от охлажденной части воды и сохранение этой структуры устойчиво сколь угодно долго в вихревой трубе Ранка-Хильша (ТРХ), по-видимому, является феноменом «Демон Максвелла» (ДМ), известным издавна в научном мире. Возможность такого феномена была высказана ещё в 1871 году выдающимся английским физиком Джеймсом Кларком Максвеллом, а такое экстравагантное название ему дал другой известный английский ученый лорд Кельвин. В XX веке многие ученые, такие, как М. Смолуховский, Л. Сциллард, Л. Бриллюэн обращались в своих исследованиях к этому понятию [7-8].

Хотя вихревой процесс нагнетания насосом в ТРХ обычной воды комнатной температуры через особую конструкцию – сопло Лавалья и улитку Архимеда под давлением начинается на макро-уровне, непрерывно продолжающийся процесс, происходящий в замкнутой трубе, порождает на микро-уровне огромное количество так называемых кавернов – текущих структур образования пузырьков, которые под давлением наступающей волны схлопываются. При многократном и безостановочном повторяющемся схлопывании пузырьки выделяют вспышки и тепло, от этого вода в ТРХ начинает разогреваться и по истечению определенного времени – кипеть.

В ограниченной ТРХ со специальным механизмом – с байпасом отвода лишней воды по истечению определенного времени начинает складываться ситуация, которую ни иначе как «Демоном Максвелла» не назвать. Потому что, по одну сторону спонтанно образуемой перегородки в ТРХ собирается горячая, а по другую сторону – охлажденная вода, т.е. само собой образуется по ходу процесса потенциал разности температур без специального деления ТРХ, т.е. внутри сплошной трубы образуется тонкая водяная перегородка, иными словами – феномен, предсказанный столетие тому назад Максвеллом.

##### **4.1 Гипотеза и её возможные толкования-решения**

Процесс формирования устойчивой структуры с тонкой перегородкой между спонтанно разделенной водой по признаку резкой разности температур в ТРХ можно трактовать в качестве феномена «Демон Максвелла».

Толкования-решения [16]:

1. Кинетическая энергия вихревой прогонки воды по ТРХ, согласно закону сохранения энергии превращается в потенциальную энергию, вызванную разницей температур между горячей и охлажденной слоями воды по разную сторону перегородки.

Так как ТРХ является открытой системой: хотя сама труба имеет небольшую длину и ограничена с двух концов, она имеет с внешней средой открытую связь, т.е., во-первых, через особую конструкцию – сопло Лавалля и улитку Архимеда в одном конце замкнутой трубы в нее нагнетается поток воды ПВ извне, во-вторых, отражаясь от специально сконструированного спиралевидного отражателя, горячая и/или охлажденная вода выводится из ТРХ, через дополнительные патрубки во вне ТРХ. Поэтому, если и применяется ЗСЭ, то он должен учитывать открытость всей системы.

Но, в любом случае, данное объяснение причины преобразования энергии, никак не может считаться решением проблемы с феноменом ДМ, так как оно не объясняет, почему именно этот феномен имеет место в данной ситуации.

2. ДМ в ТРХ есть результат управляемого хаоса, т.е. результат процесса синергетической самоорганизации. А, если так, то мы должны указать управляющий параметр и параметр порядка такого процесса [17]. По нашему убеждению в качестве управляющего параметра может считаться крутящий момент, вырабатываемый конструкцией сжато-вращательного прогона воды – соплом Лавалля и улиткой Архимеда при входе в ТРХ и отражателя на противоположном конце этой трубы, а в качестве параметра порядка физические параметры сложного процесса образования-исчезновения вихревых кавернов с мириадами появляющихся и схлопывающихся пузырьков.

3. ДМ в ТРХ есть результат турбулентного перехода вихревого процесса из хаотического состояния в состояние порядка – переход к предельному состоянию по схеме Фейгенбаума. Другими словами, ДМ можно объяснить, как состояние предельного цикла, в которого переходят странные аттракторы вихревых каверновых потоков, догоняя друг друга и синхронизируясь между собой.

4. Специальным образом организованный в ТРХ процесс прогона газа или жидкости есть настоящее торнадо, только уменьшенного размера, и, как говорится, в комнатных условиях. Значит, процесс, начавшийся на макро-уровне, вступает на микро-уровень. Это порождает чудовищной силы феномен ДМ, переходящий, благодаря этой силе, в устойчивое состояние.

В действительности, люди панически боятся, когда становятся свидетелями природного торнадо, так как оно зачастую порождает природные катаклизмы – разрушения,

пожары, наводнения, бури, уносящие крыши домов, с корнем вырванные деревья, автомашины и т.п. Поэтому, сами слова, мол «торнадо несёт пользу», «торнадо превращается в полезный источник энергии, а не в разрушительный», звучат для них кощунственно. Всё же, несмотря на такие негативные проявления, торнадо в виде ДМ в ТРХ – одно из феноменов превращения этого понятия в позитив. Поэтому, с тем чтобы зафиксировать этот позитивный факт по отношению к «демону», переименуем его в «дарабоз»<sup>1</sup>. Тогда непристойный «демон Максвелла» превратится в благозвучный «Дарабоз Максвелла», не меняя при этом аббревиатуру ДМ.

Мы верим, что в будущем и природное торнадо станет служить людям в качестве полезного источника энергии, для чего необходимо в первую очередь понять суть процессов внутри торнадо на нано-уровне, на нуклонном уровне, и разработать соответствующие нанотехнологии обуздания его чудовищной силы-мощности. В качестве положительного примера стремления исследователей в этом направлении мы можем назвать лабораторные испытания установки на базе ТРХ, которую по заказу американцев сделала и поставила в университет одного из штатов США лаборатория ОНИЛ-9, возглавляемая в СССР А. Меркуловым.

#### ***4.2 Мысли по поводу повышения физической эффективности «Демона Максвелла», как полезного источника энергии***

Закон сохранения энергии:

$$\mathcal{E}_k + \mathcal{E}_n = \mathcal{E}_o, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_k$  – кинетическая энергия системы,  $\mathcal{E}_n$  – потенциальная энергия системы,  $\mathcal{E}_o$  – полная энергия системы.

В замкнутой системе энергия не исчезает, только превращается из одного вида – в другой. Но, в нашем случае с ТРХ мы имеем не замкнутую систему, а – открытую систему, для которой ЗСЭ по формуле (1) не пригодно применению, без необходимой поправки. К тому же, здесь имеет место не столько точечная энергия, как некие потоки энергии. Поэтому, здесь следует от ЗСЭ перейти к ЗСМ – закону сохранения мощности. Тем более, ЗСМ – это единственный из всех известных в физике законов, который имеет место для любых (замкнутых, открытых) физических систем [5]:

<sup>1</sup> Это слово означает «жеке-батыр» (каз.) – одинокий воитель, предводитель, победитель; по преданиям в столетней войне с джунгарскими поработителями чин «дарабоз» Аблайхан присвоил Кабанбай батыру, не знавшему поражения ни в поединках, ни в предводительстве.

$$M_{\text{п}} + M_{\text{у}} = M_{\text{о}} \quad (2)$$

где  $M_{\text{п}}$  – полезная мощность системы,  $M_{\text{у}}$  – мощность потерь – утерянная мощность системы,  $M_{\text{о}}$  – полная мощность системы.

Полезную мощность системы – энергетической установки на базе ТРХ в виде тепловой энергии и горячей воды, снимаемой из ТРХ, плюс к этому полезную мощность охлажденной воды, снимаемой для охлаждения можно точно измерить с помощью приборов, т.е. величина  $M_{\text{п}}$  измеряется. Также точными измерениями определяется величина полной мощности  $M_{\text{о}}$ . Тогда мощность потерь  $M_{\text{у}}$  определяется по формуле (2). Значит, для того чтобы повысить эффективность энергетической установки на базе ТРХ необходимо максимально уменьшить эту величину  $M_{\text{у}}$ . Именно таким путем ряд специалистов добились хороших результатов в своих действующих отопительно-энергетических установках Ю.С. Потапов, Р.И. Мустафаев, Н.М. Ревин [16-17].

В действительности, это не единственный путь повышения КПЭ таких установок. Вторым способом мы назвали бы путь повышения КПЭ, исходя из конструктивных решений, т.е. выбирая физические параметры установки: длины и диаметра ТРХ, атрибуты основного действующего узла – сопла Лавалю плюс улитки Архимеда при входе в ТРХ и отражателя – на противоположном конце этой трубы. К третьему способу мы отнесли бы путь повышения КПЭ, исходя из выбора несущего в ТРХ вещества – вида газа или жидкости. Разумеется, все эти способы повышения физической эффективности отопительно-энергетических установок на базе ТРХ требуют проведения тщательных экспериментов на базе создаваемых ТОО «Нурлы құйын» заводов, в том числе – экспериментальных. Но, по нашему глубокому убеждению, все предстоящие расходы на эти исследования окупятся сторицей. И, в конце концов, безтопливная отопительная технология на базе ТРХ, являясь инновационно-интенсивной, экологически чистой технологией, станет способной замещать существующую ныне экстенсивную экологически крайне вредную отопительную и водо-обогревательную систему. Тем самым, такая новая энергетическая система послужила бы базой экологически безопасных ноосферных технологий устойчивого развития земной цивилизации в сфере жития-бытия [16-17].

### **4.3 Щит «Демона Максвелла»**

Выше мы говорили о том, что вихревой процесс в замкнутой ТРХ вызовет к жизни казавшийся фантастическим феномен ДМ. При этом, возникает перегородка из несущего же вещества, как устойчивая структура. Эту перегородку мы назовём щитом «Дарабоза Максвелла» (ЩДМ).

Без сомнения, эта структура состоит из ячеек Бенара, так как в синергетике доказано, что в ситуации, подобной вихревому процессу в ТРХ, структурную устойчивость может сохранить только такое образование [16-17].

Понятие щита ДМ, в свою очередь приводит к такому утверждению:

Утверждение. Если по одну сторону ЩДМ вихрь вращается в одном направлении, скажем по часовой стрелке, то по другую её сторону вихрь вращается в противоположном направлении, в данном случае – против часовой стрелки. Причём, месторасположение ЩДМ внутри ТРХ определяется параметрами самой трубы, характеристиками вихревого процесса и физическими характеристиками механизмов Лавалля-Архимеда и отражателя, а также её место по ходу процесса может изменить отвод горячей и/или охлаждённой воды по соответствующим патрубкам с байпасом для использования. Определение же точной формулы мы оставляем физикам.

**Выводы.** Выше убедились, что казавшийся фантастическим феномен ДМ может подарить и огромную практическую выгоду. Наряду с созданием квантовых компьютеров [7-8], ДМ, оказывается, начал служить полезным источником энергии. В будущем лишь остается углубить знания об этом феномене. Мы уверены, что ДМ расширит сферу своего применения [16-19].

#### ***4.4 Аддитив-коэффициент преобразования энергии. Математическая формализация проектных решений***

Из соотношения (2) следует термодинамическое определение КПД через понятия мощности, как из закона сохранения мощности, установленного вначале Лагранжем, затем Дж. Максвеллом:  $k=M_{п}/M_{о}$ . Но это определение КПД делает данный показатель неуклюжим, а самое главное – не практичным в современных условиях инновационного обобщения машин и механизмов, техники и технологий. Всё дело здесь заключается в том, что так определенный КПД не обладает свойством эндотермической наращиваемостью, а, наоборот, обладает свойством экзотермической ограниченности. Другими словами, если техническая установка предполагает многоэтапное воплощение полезного эффекта, как это происходит в АВК-ТРХ, КПД этапов всей последовательности не растёт поэтапным накоплением, т.е. нет понятия «суммарный КПД». В АВК-ТРХ видов кавитаций несколько: сужающая кавитация; вихревая кавитация; фокусирующая кавитация и т.п. Поэтому, в данном проекте предлагается в корне отличный от КПД математический показатель эффективности, названный нами аддитив-коэффициентом преобразования энергии (АК-ПЭ), который будет обладать свойством эндотермической аддитивностью, т.е. наращиваемостью. Значит, в

данном случае для АВК-ТРХ имеем (в другом случае слагаемых в правой части соотношения могут быть больше, чем три):

$$\mu_0 = \mu_c + \mu_v + \mu_f, \quad (3)$$

где  $\mu_c$  – АК-ПЭ от сужающей кавитации,  $\mu_v$  – АК-ПЭ от вихревой кавитации,  $\mu_f$  – АК-ПЭ от фокусирующей кавитации,  $\mu_0$  – суммарный АК-ПЭ от всех трех кавитаций в данной ситуации. И здесь уже не будет ограничения  $\mu_0 \leq 1$  [19].

### Литература

1. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа-общество-человек. – СПб.-М.-Дубна, 2002. – 616 с.
2. Аубакир Д.А., Иса И., Жадренова А., Нигиманова А. Проектирование САУ, САД спиралевидного нагревателя. // «Техника и технологии СВЧ и КВЧ»: материалы II Международной летней школы-семинара. – Бурабай: 23-25 июня 2014 г., Казахстан. – С. 50-57.
3. Аубакир Д.А., Эльдарова З., Даукенов Н., Сейтен Р.. Энергетика Солнца. Солнечные батареи. // «Техника и технологии СВЧ и КВЧ»: материалы II Международной летней школы-семинара. – Бурабай: 23-25 июня 2014 г., Казахстан. – С. 51-56.
4. Аубакир Д.А., Абдыкарим Б.И., Бақыт М. Применение высоковольтных частот в реализации интенсивно-индивидуальной отопительной системы на альтернативном источнике солнечной энергетики. // «Техника и технологии СВЧ и КВЧ»: материалы II Международной летней школы-семинара. – Бурабай: 23-25 июня 2014 г., Казахстан. – С. 30-34.
5. Аубакир Д.А., Ревин Н.М., Садуакас Т., Абдыханова А. Конкурентный брэнд Казахстана в энергетических инновациях: энергетический потенциал Солнца. // Материалы международной научной конф. «Казахстановедение-8» на тему «Самоидентификация Казахстана: прошлое, настоящее, будущее» (28-29.11.2013). – Астана: Туран-Астана, 2014. – С. 314-319.
6. Азен Е., Аубакир Д.А., Манабаев Б.С., Аубакиров Ж.К. Ноосферология – предтеча информационному переустройству экологически-устойчивого мира. // Ломоносов-2007: тезисы международной научной конференции. II ч. – Астана: Казахстанский Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. – С. 186-188.
7. Leff H.S. Maxwell Demon. Entropy. Information. Computing. N.Y.: R. House, 1990.
8. Lloyd S. Quantum-mechanical Maxwell's Demon // Physic Review. 1997. №3. 3374.
9. Аубакир Д.А., Ревин Н.М., Манабаев Б.С., Карасев Н.И. Арканно-вихревая технология – база экологически безопасных ноосферных технологий устойчивого развития земной цивилизации. // Материалы междунар. науч.-практ. конф.: «Экологическая безопасность

- урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития». – Астана: ЕНУ, 2006. – С. 395.
10. Аубакир Д.А. Тайтик Б., Азен Ерабылай. Технологическая база для внедрения безтопливной отопительной системы, ее автоматизация и информатизация. // Проблемы управления и информатики: доклады II междунар. конф. – Бишкек, 2007. – С. 166-170.
  11. Аубакир Д.А. Философские проблемы равновесного состояния кавитационного реактора, созданного на базе арканно-вихревой трубы Ранка-Хильша, с окружающей средой. // Вестник ЕНУ. Серия гуманитарных наук. – Астана: Изд-во ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2011. – № 3(82). – С. 14-17.
  12. Aubakir D.A., Iskakhov S.A. Technology without Fuel Deep-Space Missions. // Актуальные проблемы информатики и процессов управления: материалы научно практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РК, академика АН ВШ РК, проф. Айсағалиева С.А. – Алматы: ИПИУ, 2012. – 421 с. ISBN 978-601-06-2094-0. – Часть I. – 52,62 п.л. – С. 71-77.
  13. Аубакир Д.А., АЗЕН Ерабылай, Муқанова К.Т., Абдыханова А.О. Интенсификация отопительной системы всей страны – вклад в форсированное индустриально-инновационное развитие РК. // «Индустриально-инновационное и конкурентное развитие экономики РК в ходе реализации стратегии «КАЗАХСТАН–2050»: материалы междунар. научно-практ. конф. – Астана: АО «Казахский университет технологии и бизнеса», 2014. – С. 298-303.
  14. Аубакир Д.А., Азен Е. Термомолекулярный синтез в кавитационно-вихревой трубе Ранка-Хильша источник сонолюминесценции и эффекта Демон Максвелла. // На стыке наук. Физико-химическая серия: II Международная научная Интернет-конф.: материалы конф. (Казань, 28.01.2014 г.): в 2 т. / Сервис виртуальных конференций Рах Grid; / сост. Синяев Д.Н. – Казань: ИП Синяев Д.Н., 2014. – Т.1. – С. 18-22.
  15. Аубакир Д.А. Инновация инновации рознь. – Семей: Printmaster, 2006. – 250 с.
  16. Аубакир Д.А. Гармония – неисчерпаемый источник бытия и вечный двигатель интеллекта. / Под ред. J.Smirnov. – Germany: Palmarium Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. – 2015. ISBN 978-3-659-60170-52015. – 220 с.
  17. Aubakir D.A., Azen E.D., Manabaev B.S. Mathematic preludes to "Maxwell Demon" phenomenon. // Abstracts of the Third Congress of the World Mathematical Society of Turkic Countries. Volume 1. – Almaty: Al-Farabi KazNU, 2009. – P. 180.
  18. Karimov S. Energy transformation additive-coefficient. Invariance and dominance of power in Maxwell-Bartini-Kron LT-system. // Abstracts of the Third Congress of the World Mathematical Society of Turkic Countries. Volume 2. – Almaty: Al-Farabi KazNU, 2009. – P. 124.