

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАВИТИРУЮЩЕ-ВИХРЕВОГО ЯВЛЕНИЯ В ТРУБЕ РАНКА-ХИЛЬША, КАК НАГРЕВАТЕЛЯ И ОХЛАДИТЕЛЯ**

*Е.Б. Бауыржанов, Б.С. Манабаев, Д.Э. Дубэкір*

ЭкО-центр «Ноосера и Устойчивое развитие» при ЕНУ им. Л.Н.Гумилева  
E-mail: [erkebaur@mail.ru](mailto:erkebaur@mail.ru) ; [segiz-seri@ya.ru](mailto:segiz-seri@ya.ru)

**Введение.** Может ли КПД тепловой машины превышать единицу? Очевидно, что подобный вопрос нельзя расценивать иначе, как риторический. Отрицательный ответ на него является одним из оснований термодинамики.

И, тем не менее, в последнее десятилетие опубликованы сотни работ, прямо или косвенно обосновывающих возможность получения избыточной теплоты. Эти работы относятся к тепловым машинам гидродинамического типа – гидродинамическим теплогенераторам.

## **§ 1. Сущность кавитирующе-вихревого процесса-явления**

Все гидродинамические теплогенераторы, несмотря на многообразие их конструкций, отличаются двумя общими особенностями. Во-первых, в качестве рабочего тела в них используется только жидкость, преимущественно – вода. Во-вторых, вода подвергается специальной механической обработке – механоактивации. Именно в результате специальной механической обработки происходит нагревание рабочего тела – воды и производство тепла теплогенератором. Процесс механоактивации, независимо от конкретных способов его осуществления, заключается в том, что воду путем механического воздействия на нее приводят в состояние сложного неравномерного движения. Выбор вида движения, сообщаемого воде, производится эмпирически, как правило, по принципу «чем сложнее, тем эффективней».

Тем не менее, при самом общем подходе, во всем многообразии конструкторских решений можно выделить три существенно различающиеся между собой разновидности теплогенераторов:

- пассивные тангенциальные,
- пассивные аксиальные и
- активные.

К пассивным здесь отнесены теплогенераторы статического типа, не содержащие подвижных частей в устройствах формирования потока жидкости. Механическая активация рабочего тела в этих генераторах происходит в процессе и в результате взаимодействия движущейся жидкости с неподвижными элементами рабочей камеры, выполненными и расположенными таким образом, чтобы наиболее эффективно формировать поток с резко выраженной нелинейностью пространственного распределения

мгновенных скоростей жидкости как по величине, так и по направлению. Принцип действия пассивного теплогенератора в значительной мере определяется способом ввода потока жидкости в его рабочую камеру – тангенциальным или аксиальным, поэтому генераторы этого вида целесообразно разделить на две подгруппы: с тангенциальным и с аксиальным вводами потока.

К активным здесь отнесены теплогенераторы динамического типа, в которых механическая активация рабочего тела происходит в результате воздействия на жидкость подвижных активирующих элементов генератора – вращающихся, колеблющихся или совершающих сложное движение.

Способ ввода потока жидкости в рабочую камеру активного теплогенератора не имеет принципиального значения и не использован в качестве классификационного признака. Более существенным для этой разновидности генераторов является характер движения подвижного активирующего элемента.

Пассивный гидродинамический теплогенератор с тангенциальным вводом потока жидкости, часто называемый вихревым, фактически является модификацией широко известной вихревой трубы, основанной на эффекте Ранка-Хильша и предназначенной для охлаждения газового потока.

Основное отличие вихревого теплогенератора от вихревой трубы Ранка состоит в замене газообразного рабочего тела (воздуха) жидким – водой. Существенными элементами этого генератора служат струезакручивающий аппарат 1, рабочая или вихревая камера 2 с выходным патрубком 3 и тормозное устройство 4 (см. рис.1). Иногда теплогенератор дополнительно содержит перепускную магистраль 5.

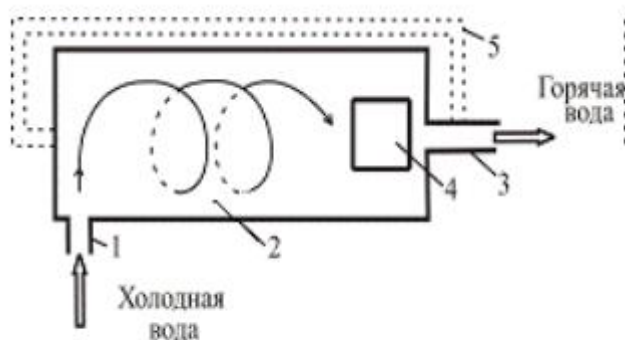


Рис. 1

В простейшем случае струезакручивающий аппарат генератора выполнен в виде входного патрубка, обеспечивающего тангенциальный ввод потока холодной воды из нагнетательного насоса в пристеночную область цилиндрической вихревой камеры. В вихревой камере тангенциально введенный поток закручивается, ускоряется и, вращаясь, движется вдоль камеры по направлению к выходному патрубку, где тормозится тормозным устройством и поступает наружу потребителю через выходной патрубок.

В процессе вихревого движения и торможения жидкость в рабочей камере активируется, нагревается, и из выходного патрубка поступает

горячая вода. Часть горячей воды для повышения эффективности работы теплогенератора может отводиться с его выхода на вход через перепускную магистраль. В модификациях вихревых генераторов струезакручивающие аппараты выполняются с винтовым или спиральным профилями рабочих камер, с постоянным или сужающимся сечениями патрубков, с одной или более рабочими камерами, с одним или несколькими тангенциальными вводами, с вводами типа вихревых форсунок и т.п. Рабочие камеры этих теплогенераторов могут быть одинарными прямоточными, двойными противоточными, цилиндрическими, коническими, сложной формы (вплоть до тороидальной) и т.д. Вихревые теплогенераторы статичны и достаточно просты, они не содержат подвижных элементов, за исключением, разумеется, самого рабочего тела.

Еще проще выглядит пассивный гидродинамический теплогенератор с аксиальным вводом потока жидкости. Основными элементами такого генератора служат рабочая камера 1 с входным патрубком 2 и сужающее устройство 3 с выходным патрубком 4 (см. рис.2). Иногда теплогенератор дополнительно содержит формирователь 5 потока. Сужающее устройство (диафрагма, сопло, дроссель, фильера и т.п.) такого генератора обычно представляет собой установленную в рабочей камере перегородку с отверстием. Как правило, используют поперечную перегородку с аксиальным цилиндрическим отверстием, диаметр которого значительно меньше внутреннего диаметра цилиндрической рабочей камеры. При подаче холодной воды под большим давлением в рабочую камеру через входной патрубок, вода, двигаясь к отверстию и сквозь отверстие сужающего устройства, ускоряется, активизируется, нагревается и через выходной патрубок поступает потребителю. Формирователь потока применяют для более результативного активирования путем организации желаемого распределения местных скоростей жидкости на входе в сужающее устройство.

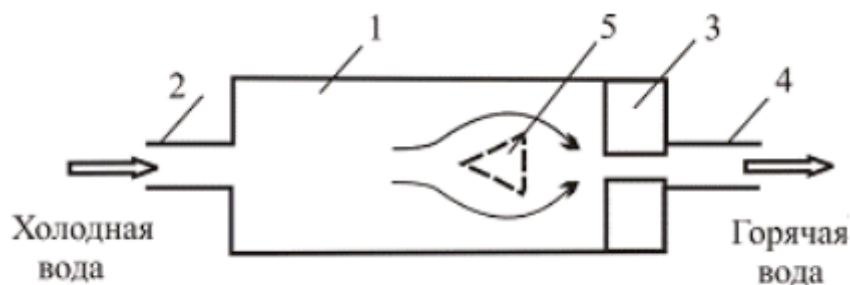


Рис. 2

В конструкциях пассивных аксиальных теплогенераторов используют различные типы сужающих устройств: с цилиндрическими, коническими, щелевидными или спиральными отверстиями, с одним и более отверстиями, с аксиальным или смещенным отверстиями, с одной или несколькими последовательно установленными перегородками и т.д.

Помимо пассивных генераторов с тангенциальным и аксиальным вводами, применяются и генераторы смешанного типа, в которых для повышения эффективности работы одновременно используются как вихревые трубы, так и сужающие устройства.

В генераторах третьей группы – активных – механоактивация рабочего тела производится с помощью размещенных в их рабочих камерах подвижных активирующих элементов, как правило – элементов ротационного типа с принудительным вращением. Основным узлом активного ротационного генератора служит ротор 1, вал 2 которого подсоединен к внешнему приводу (см. рис. 3). Ротор устанавливается внутри цилиндрической рабочей камеры 3, снабженной входным 4 и выходным 5 патрубками, а также тормозным устройством 6. Ротор и тормозное устройство могут быть выполнены в виде крыльчатых колес (турбин).

При подаче во входной патрубков активного генератора холодной воды она раскручивается принудительно вращающимся ротором, ускоряется, частично активируется и нагревается, движется в направлении неподвижного тормозного устройства, где затормаживается, дополнительно активируется и нагревается и через выходной патрубков поступает наружу.

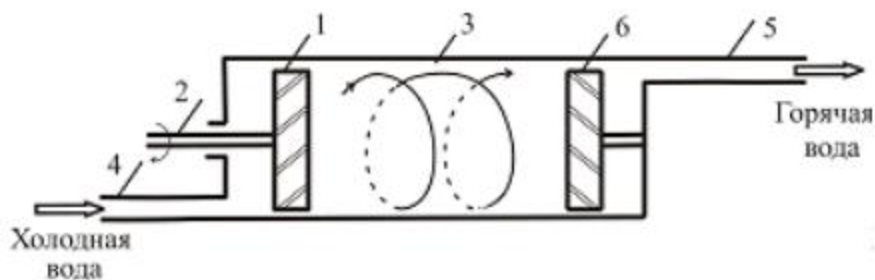


Рис. 3

Разновидности активных теплогенераторов отличаются между собой, в основном, конструкциями роторов и тормозных устройств. Роторы и тормозные устройства могут выполняться в виде турбин с прямыми или профилированными лопастями, тел вращения с продольно профилированными поверхностями, перфорированных цилиндрических или конических барабанов, однонаправленных или противоположно вращающихся перфорированных дисков и пр.

## § 2. Теоретические толкования экспериментальных данных

В каждой из трех выделенных групп теплогенераторов могут дополнительно создаваться специальные режимы работы, способствующие активации жидкости и, как следствие, – увеличению тепловыделения.

С этой целью задаются переменные статические давления в рабочей камере, возбуждаются автоколебания в жидкости, формируются дополнительные вихревые течения, ортогональные направлению основного

потока, обеспечиваются ударные торможения встречных струй, производится ультразвуковая обработка жидкости и пр.

Помимо механических иногда используются и электрофизические способы интенсификации: омагничивание жидкости, импульсное облучение жидкости в оптическом диапазоне, пропускание сквозь жидкость электрического тока и даже воздействие на жидкость космологического векторного потенциала.

Сравнительный анализ теплопроизводительности рассмотренных групп генераторов показывает, что, несмотря на отсутствие подвижных частей и высокую эксплуатационную надежность пассивных генераторов, генераторы активного типа могут оказаться относительно более перспективными для практического использования, поскольку, в принципе, дают возможность более эффективно обеспечить результирующую механоактивацию рабочей жидкости.

Действительно, если температура воды на выходе генератора повышается в результате прямого преобразования работы в теплоту за счет внутреннего трения в жидкости, рассеяния энергии акустических колебаний и т.п., то в этом случае достоинства гидродинамических теплогенераторов сводятся только к их конструктивной простоте и, возможно, несколько большей эффективности по сравнению с конкурирующими вариантами.

Весьма характерным в работе теплогенератора является тот факт, что температура воды на его выходе может достигать точки кипения при общих затратах энергии на нагревание воды, явно недостаточных для получения такого результата. Если же причины нагревания рабочего тела менее очевидны, следует выяснить, или хотя бы попытаться выяснить, в чем они заключаются.

Нами установлено, что многие физические свойства жидкой воды могут обратимо изменяться в результате ее механической обработки. Так, например, численные значения относительной статической диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , теплоемкости  $c$ , коэффициента  $n$  преломления света и др. механоактивированной воды могут существенно отличаться от справочных значений, характеризующих обычную воду.

По нашему мнению, одной из наиболее существенных причин подобных отличий служат кавитационные явления, сопровождающие механоактивацию жидкости. Так как поверхности кавитационных полостей являются границами раздела фаз, приповерхностные слои жидкости вблизи границ раздела находятся в механически напряженном состоянии, существенно отличающемся от состояния свободной жидкости, предположительно как квантово-механического явления с взаимным переходом в микро и макромирные фазовые уровни газо-жидкой смеси. При развитой кавитации относительный объем приповерхностных областей жидкости становится весьма значительным: в каждом миллилитре кавитирующей жидкости содержится от  $10^3$  до  $10^5$  парогазонаполненных пульсирующих кавитационных пузырьков со средним диаметром около 10 мкм каждый.

При начальной температуре воды на входе струезавихрителя  $T_1=20^\circ\text{C}$  температура воды после механической обработки возросла до  $T_2=55^\circ\text{C}$ , при начальной температуре  $T_1=40^\circ\text{C}$  – до температуры  $T_2=85^\circ\text{C}$ ; при начальной температуре  $T_1=66,5^\circ\text{C}$  на выход струезавихрителя поступала кипящая вода.

Таким образом, весьма вероятно, что при механической обработке, вызывающей интенсивную кавитацию, часть воды переходит в упорядоченное, коллоидоподобное, или, скорее, близкое к жидкокристаллическому состояние  $B_2$ , причем такой термодинамический, а скорее, квантово-механический микро-макромирный переход  $B_1 \textcircled{R} B_2$  сопровождается тепловыделением.

Переход такого рода можно определить как фазовый переход в широком смысле [1], [2] и предположить, что в результате механоактивации вода испытывает экзотермический фазовый переход в широком квантово-механическом смысле с выделением избыточного тепла  $Q_{\text{изб}}$ :

$$B_1 \textcircled{R} B_2 + Q_{\text{изб}}. \quad (1)$$

Нами также установлено [1], что частично упорядоченное состояние воды оказывается неустойчивым и сопровождается обратным переходом из метастабильного состояния  $B_2$  в стабильное  $B_1$ , причем обратный переход  $B_2 \textcircled{R} B_1$  является эндотермическим и может происходить как с относительно монотонным, так и со скачкообразным поглощением тепла:

$$B_2 \textcircled{R} B_1 - Q_{\text{изб}}. \quad (2)$$

Скачкообразный фазовый переход  $B_2 \textcircled{R} B_1$  сопровождается резким охлаждением воды; так, например, температура воды может понизиться от  $T_2=75^\circ\text{C}$  в дисперсной фазе  $B_2$  до  $T_1=(45-55)^\circ\text{C}$  в фазе  $B_1$ .

Время  $t_p$  релаксации при обратном переходе, в зависимости от стабильности внешних условий и чистоты воды, может составлять от нескольких до десятков минут:  $t_p=(3-30)$  мин.

**Заключение.** Таким образом, мы видим, что квантово-механическая обработка воды, сопровождаемая интенсивной кавитацией, может приводить к выделению и поглощению теплоты, порою излишнего объема, чем должно бы быть. Это позволяет говорить о превосходных технологических качествах обсуждаемого кавитирующе-вихревого процесса-явления, напоминающего эффект «Демона Максвелла» [3].

#### Литература:

1. *Потапов Ю.С.* Теплогенератор и устройство для нагрева жидкости. Патент РФ RU 2045715, 1995 г.
2. *Фоминский Л.П.* Как работает вихревой теплогенератор Потапова. – Черкассы: РАЕН «ОКО-Плюс», 2001.
3. *Aubakir D.A., Manabaev B.S., AZEN Erabylai.* Mathematic preludes to "Maxwell Demon" phenomenon. // Abstracts of the Third Congress of the World

Mathematical Society of Turkic Countries. Volume 1 (доклады III Конгресса математиков Тюркского мира, 30 июня-4 июля 2009 г., г. Алматы). – Almaty: Қазақ университеті, 2009. – С. 180.