

3. Аверченков О.Е., «Схемотехника: аппаратура и программы». – М. ДМК Пресс, 2013. – 590 с.
4. Родыгин А.В. «Электронные и микропроцессорные устройства». - М. 2017. – 75 с.

УДК 622.233.53

ПРИНЦИП РАБОТЫ ВИХРЕВОЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Шарифов Илхом Джумахонович

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: sh_ilhom.j@mail.ru*

PRINCIPLE OF WORK OF THE VORTEX HEAT GENERATOR INSTALLATION

Sharifov Ilkhom Dzhumakhonovich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Представленная статья содержит краткий анализ вихревых теплогенерирующих установок (ВТУ), обзор актуальности темы исследования, патентно-информационное обоснование, а также проанализированы современные научно-обоснованные факты и результаты, как теоретических, так и экспериментальных работ. Исследованы основные основополагающие (физико-химические, технологические процессы, технико-экономические и законодательные обоснования), а также и другие актуальные вопросы касательно ВТУ.

Abstract: The presented article contains a brief analysis of vortex heat-generating plants, an overview of the relevance of the research topic, patent information justification, and also analyzes modern scientifically-based facts and results of both theoretical and experimental work. The basic fundamental (physicochemical, technological processes, feasibility and legislative justifications), as well as other relevant issues regarding vortex heat-generating installations are investigated.

Ключевые слова: вихревой теплогенератор; вихревая теплогенерирующая установка; принципиальная схема; тепловой насос; тепловой электрический нагреватель.

Keywords: vortex heat generator; vortex heat generating installation; circuit diagram; Heat pump; thermal electric heater.

С момента открытия вихревого эффекта французским инженером Жозефом Ранком, в тридцатые годы прошлого столетия, основные разработки и совершенствовании технологий установки были направлены на улучшение конструкции самой вихревой трубы, а в качестве рабочего агента использовался воздушный поток. «Сущность наблюдаемого эффекта заключалась в том, что на выходе вихревой трубы наблюдалось разделение сжатого воздушного потока на теплую и холодную струю. Однако, как Ранку, так и Хилшу не удалось теоретически обосновать наблюдаемый эффект», поэтому этот факт отсрочил практическое применение вихревого эффекта на многие десятилетия. В настоящее время, ежегодно по всему миру разрабатываются патенты на изобретения и авторские свидетельства, а также имеются значительное количество технологий, принцип действия которых основан с использованием закрученных (вихревых) потоков, эффектом Ранка-Хилша и др. Например, только в РФ за последние годы защищены более 10 докторских и порядка 150 кандидатских диссертаций, написаны монографии, выполнены НИР, посвящённые установке [3,5,6]. Новая технологическая схема вихревого теплогенератора, его разработка и построение используется для получение максимальной тепловой энергии закрученном потоке и направлены на повышение эффективности вихревого теплогенератора [1].

Принципиальная схема вихревого теплогенератора имеет общую конструкцию, узлы, состоящие из корпуса трубы, развихрителя, улитки (см. рисунок 1).

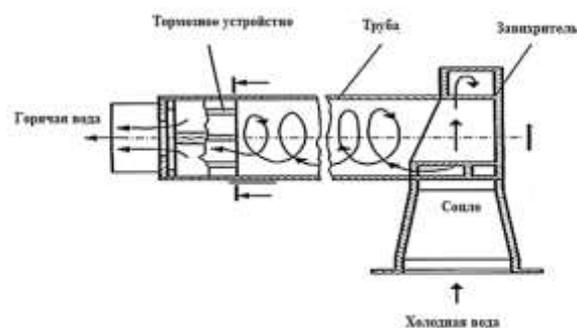


Рисунок 1 – Принципиальная схема ВТ

«В качестве режимных параметров были выбраны температура воды в баке и давление на входе в вихревую трубу. Весь процесс нагрева разбивался на временные интервалы по 10 минут. В начале эксперимента и в конце каждого из интервалов замерялись необходимые параметры температуры на входе и выходе системы. Давление на входе в вихревую трубу поддерживалось постоянным, но величину его можно было регулировать краном. Расчет К.П.Э. производился в конце каждого временного интервала, начиная с первого, но за все предыдущее время эксперимента» [2].

Направление потока жидкости, выходя из высоконапорной насосной установки в сопло, сужается и прикреплено к завихрителю, указано стрелками (рисунок 1). Струя жидкости разрывается при образовании вихря за счет вращения, внутри самого вихря происходит процесс образования кавитационных пузырьков со столбом жидкости по всей внутренней поверхности соприкосновения вихря. Микроскопические пузырьки размером 0,5-3 мкм, насыщают жидкость и уносятся потоком, вместо них появляются новые. Поверхностные силы натяжения достигает на 104 кг/см^2 в таких пузырьках. При насыщении всей массы жидкости пузырьками, при схлопывании пузырьков, накапливает энергия, при нагревании жидкости преобразуется в тепловую энергию.

Одновременно вращение приводит к появлению дополнительных связей между интенсивного выделения энергии в виде тепла и микрочастицами жидкости. Такой процесс происходит при наличии движущейся жидкости ускорения частиц. Это и объясняет принципа работы установки и его сущности [7].

Общего вида изготовленного экспериментального стенда вихревого теплогенератора можно увидеть на рисунке 2. [3]

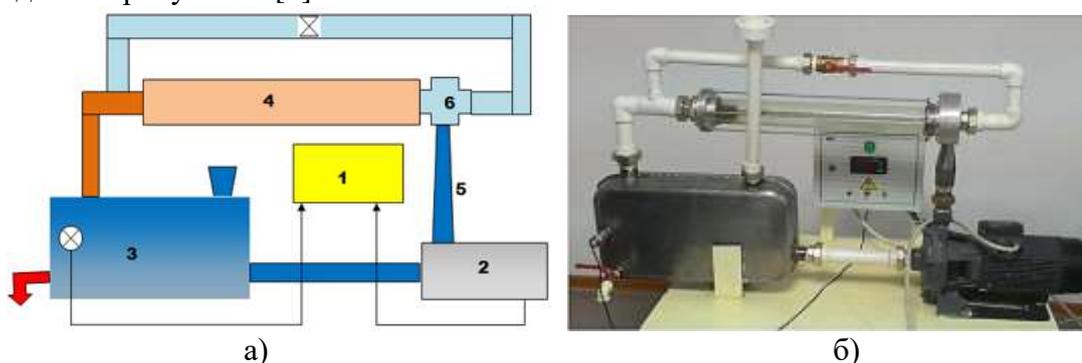


Рисунок 2 – Принципиальная схема (а) и внешний вид (б) вихревого теплогенератора: 1 - блок управления; 2 - гидравлический насос; 3 - бак с водой; 4 - вихревая труба; 5 - дроссель (сопло); 6 - завихритель

Описание процесса установки вихревого теплогенератора [5]:

1. Насос под давлением нагнетает в завихритель жидкость, сообщая ей запас кинетической энергии;
2. Завихритель раскручивает поступающую в него жидкость до образования на его выходе и вдоль оси вихревой трубы устойчивого вихря;
3. Поток жидкости с вихрем внутри, вращаясь, движется вдоль вихревой трубы.
4. Вращающаяся жидкость, достигает гидротормоза, при ударе о его поверхность отдается в виде тепла часть кинетической энергии, затраченной насосом на образование вращательного движения. В момент удара одновременно схлопываются кавитационные пузырьки, выделяя тепло.
5. При достижении жидкостью определенной температуры насос выключается, жидкость приходит в исходное состояние, и после остывания ее до заданной температуры насос включается [7].

Результаты испытания настольного варианта с баком.

На данной схеме, минимальные потери тепла и теплообмен с окружающей среды, т.е. установка работает только на себя. В итоге случае вихревой теплогенератор доводит температуру теплоносителя до требуемого значения за относительно короткий промежуток времени.

Основные данные и результаты проводимых испытаний:

- Объем воды в системе установки - 15 литр = 0,0015 м³;
- Температуры окружающей среды (комнатная) – 23 °С;
- Температуры воды (в бочке) – 22 °С;

Таким образом, при проведении эксперимента на ВТ были получены следующие необходимые исходные данные (см. таблица).

Наиболее обсуждаемыми вопросами являются расчеты по определению оценки энергетической эффективности вихревых теплогенераторов. Вводились, помимо традиционного понятия «К.П.Д» (коэффициента полезного действия), также понятие «К.П.Э» (коэффициент преобразования энергии). Хотя по определению и физической сущности, на наш взгляд, существенных различий не наблюдается.

Расчет К.П.Э. определим по следующей зависимости:

$$КПЭ = \frac{Q_1}{Q_2} \times 100\% \quad (1)$$

где, Q_1 - полезная энергия, полученная в системе вихревого теплогенератора;

Q_2 – энергия, потребляющая центробежный насос.

Значения Q_1 можно определить по следующей зависимости:

$$Q_1 = cm\Delta T \quad (2)$$

где, c - теплоемкость теплоносителя;

m - удельная масса или объем воды в системе;

ΔT – разность температуры при начальной и конечная включения установки в системе.

Величину Q_2 определяем на следующем формуле:

$$Q_2 = P\Delta t \quad (3)$$

где, P - заданная мощность центробежного насоса ($P=3,7$ кВт);

Δt - время работы ЦН

Таким образом, ниже приведены результаты вычисления испытания:

Общий анализ значений К.П.Э. вихревых теплогенераторов:

- значение К.П.Э. однотипных вихревых теплогенераторах одного и того же производителя с изменением по размерам беспорядочно меняется с общей тенденцией увеличения с ростом мощности электрического двигателя;

- значение К.П.Э. изменяется в широких пределах с одинаковой мощностью у различных производителей для однотипных вихревых теплогенераторах;
- величина К.П.Э., при правильных измерениях не превышает единицы, присутствующих на рынке вихревых теплогенераторах.

Таблица – Экспериментальные результаты испытания данной установки

	Время, в минутах	Значение температуры (в бочке), °С	Объем воды в системе, (в литрах)
1	Включение ВТ: $t_1= 11:14$	$T_1 = 22$	15
2	Отключение ВТ: $t_2=11:36$	$T_2 = 55$	
3	$\Delta t = t_2 - t_1 = 22$	$\Delta T = T_2 - T_1 = 33$	
К.П.Э ВТ		1,2	

Полученные результаты имеют важное практическое значения в области теплоснабжения – использование ВТ в качестве альтернативного источника тепловой энергии для автономной системы отопления различных объектов и сооружений. Разработанный экспериментальный макет ВТ и предварительно полученные результаты испытания свидетельствуют об этом.

Список литературы

1. Абдрахманов Р. Исследование теплогидравлических характеристик низконапорной вихревой трубы для повышения эффективности работы тепловых насосов: Отчет о НИР (промеж) // ТОО ИНТИЭИ; ГР 0115РК03008, инв. № 0215РК02866 - Астана, 2015г. - 95 с.
2. Абиров А. А. Технологические особенности и испытания экспериментального образца вихревого теплогенератора / Абиров А. А., Аубакиров Д. А., Абдрахманов Р. К., Шарифов Д. М., Серикбаев Н. С., Махмудов Б. Н. // Наука, техника и образование. 2017. № 9 (39). С. 13-21
3. Макарова М.С. Численное исследование тепловых и динамических процессов в элементах устройств энергоразделения газов [Текст]: дис. докт. техн. наук. - Москва, 2014. - 121 с.
4. Шарифов Д.М., Абиров А.А., Аубакир Д.А. и др. Результаты испытаний и оценка эффективности параметров вихревого теплогенератора. Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана. Сборник материалов научно-практической конференции. Минск, 2016, стр. 50-51.
5. Аликина О.Н. Гидродинамика и теплообмен в вихревой трубке Ранка–Хилша: Вычислительный эксперимент [Текст]: дис. канд. физ.-мат. наук. – Пермь, 2003. – 122 с.
6. Соловьев А.А. Численное и физическое моделирование процессов энерго и фазоразделения в вихревых трубах [Текст]: дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2008. – 155 с
7. Сироткин Михаил, инженер [Электронный ресурс] // Строительный портал ВАШ ДОМ [Сайт]: 2009. URL: http://www.vashdom.ru/articles/avtonomnoeteplo_1.htm