

КАВИТИРУЮЩИЙ ВИХРЕВОЙ ПРОЦЕСС НАГРЕВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ В ТРУБЕ РАНКА-ХИЛЬША

Е.Б. Бауыржанов, Е.Д. Азен, Д.Э. Эубэкір

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
E-mail: erkebaur@mail.ru

Введение. С вихревым движением газов и жидкостей мы имеем дело повсеместно. Самые большие вихри на Земле – это атмосферные циклоны, которые наряду с антициклонами – зонами повышенного давления земной атмосферы, не захваченными вихревым движением, определяют погоду на планете. Исследуя циклические сепараторы для очистки газа от пыли, французский инженер-металлург *Ж. Ранке* в конце 20-х годов XX века обнаружил необычное явление: в центре струи газ, выходящий из циклона, имел более низкую температуру, чем исходный.

§ 1. Термодинамическая природа эффекта трубы Ранка: наука и вымысел...

Всякий движущийся поток газа (или жидкости) имеет, как известно, две температуры: термодинамическую (называемую еще статической) T , определяемую энергией теплового движения молекул газа (эту температуру измерял бы термометр, движущийся вместе с потоком газа с той же скоростью V , что и поток) и температуру торможения T_0 , которую измеряет неподвижный термометр, помещенный на пути потока. Эти температуры связаны соотношением

$$T_0 = T + V^2 / (2 \cdot C_p), \quad (1)$$

в котором C_p – удельная теплоемкость газа. Второе слагаемое в (1) описывает возрастание температуры вследствие торможения потока газа на термометре. Если торможение осуществляется не только в точке измерения, а и по всему сечению потока, то весь газ нагревается до температуры торможения T_0 . При этом кинетическая энергия потока превращается в тепло. Преобразуя формулу (1), получают выражение

$$T_0 = T - V^2 / (2 \cdot C_p), \quad (2)$$

которое говорит о том, что при увеличении скорости потока V в адиабатических условиях термодинамическая температура уменьшается. Отметим, что последнее выражение применимо не только к потоку газа, но и к потоку жидкости. В нем с увеличением скорости V потока в адиабатических условиях термодинамическая температура жидкости тоже должна уменьшаться.

§ 2. Технологические изыски относительно вихревой трубы Ранка-Хильша

Но вернемся к вихревой трубе. Разгоняясь в ее входной улитке до большой скорости, газ на входе в цилиндрическую трубу имеет максимальную тангенциальную скорость V_r и наименьшую термодинамическую температуру. Далее он движется в трубе по цилиндрической спирали к дальнему выходу, частично закрытому конусом. Если этот конус удалить, то весь поток газа будет беспрепятственно выходить через дальний (горячий) конец трубы. Более того, вихревая труба будет засасывать через отверстие в диафрагме и часть наружного воздуха. Во всем комплексе процессов, происходящих в вихревой трубе, выделяют два основных, определяющих, по мнению большинства исследователей, перераспределение энергии между периферийным и центральным вихревыми потоками газа в ней. Первый из основных процессов – это перестройка поля тангенциальных скоростей вращающихся потоков по мере продвижения их вдоль трубы. Быстро вращающийся периферийный поток постепенно передает свое вращение центральному потоку, движущемуся навстречу. В результате, когда частицы газа центрального потока подходят к диафрагме, вращение обоих потоков направлено в одну и ту же сторону, и происходит так, словно вокруг своей оси вращается твердый цилиндр, а не газ. Такой вихрь называют "кваситвердым".

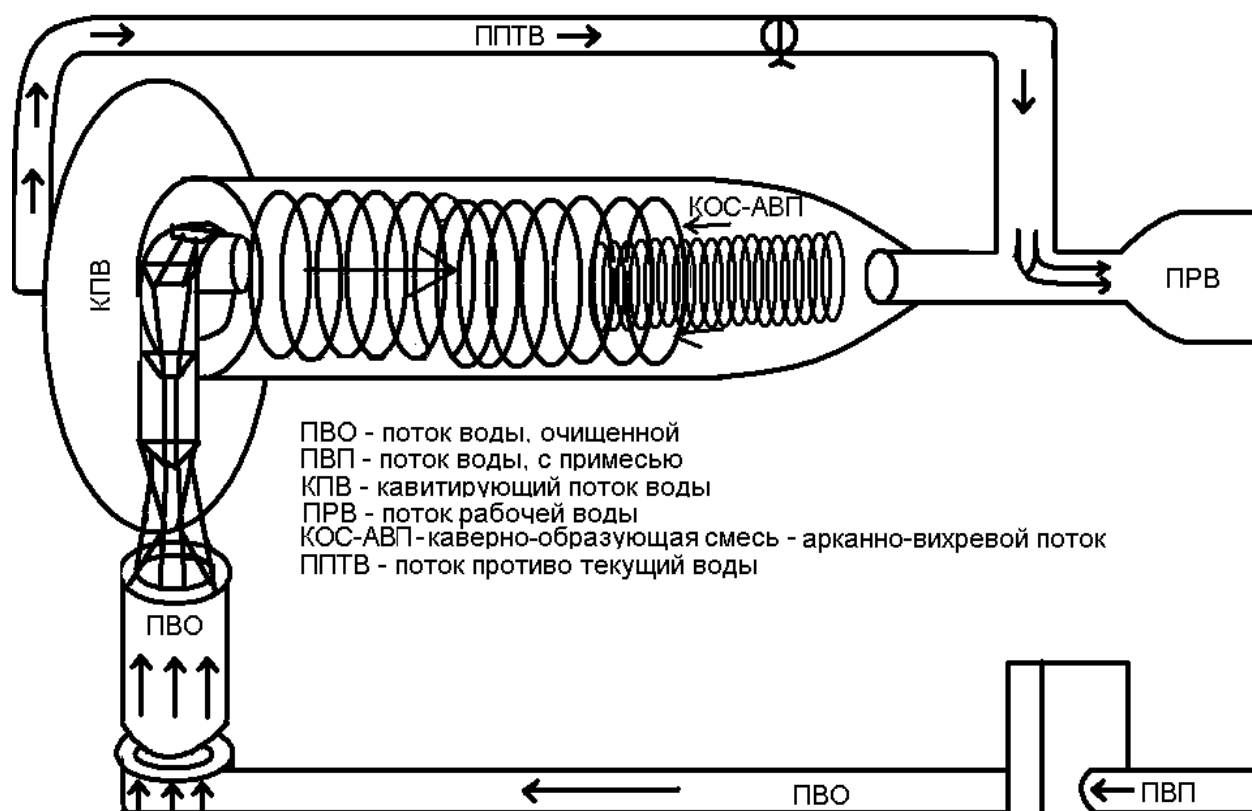


Рисунок 1. Схематическое представление кавитационного процесса в вихревой трубе Ранка-Хильша.

Это название определяется тем, что частицы вращающегося твердого цилиндра в своем движении вокруг оси цилиндра имеют такую же зависимость тангенциальной скорости от расстояния до оси.

Второй основной процесс в вихревой трубе – это выравнивание термодинамических температур периферийного и центрального потоков в каждом сечении вихревой трубы, вызываемое турбулентным энергообменом между потоками. Без этого выравнивания внутренний поток, имеющий меньшие тангенциальные скорости, чем периферийный, имел бы большую термодинамическую температуру, чем периферийный. Поскольку тангенциальные скорости у периферийного потока больше, чем у центрального, то после выравнивания термодинамических температур температура торможения периферийного потока, перемещающегося к выходу трубы.

Одновременное действие двух описанных основных процессов и приводит, по мнению большинства исследователей, к перекачке энергии от центрального потока газа в вихревой трубе к периферийному и к разделению газа на холодный и горячий потоки.

Такое представление о работе вихревой трубы до настоящего времени остается признанным большинством специалистов. Да и конструкция вихревой трубы со времен Ранке почти не изменилась, хотя области применения вихревой трубы с тех пор все более расширяются. Было обнаружено, что вихревые трубы, у которых вместо цилиндрической используется коническая (с малым углом конусности) труба, показывают несколько лучшую эффективность в работе. Но они сложнее в изготовлении. Чаще всего вихревые трубы, работающие на газах, применяют для получения холода, но иногда, например, при работе в вихревых термостатах, используют как холодный, так и горячий ее потоки. Вихревые трубы могут работать с любыми газообразными рабочими телами (например, с водяным паром) и при самых разных перепадах давлений (от долей атмосферы до сотен атмосфер). Весьма широк и диапазон расходов газа в вихревой трубе (от долей м³/час до сотен тысяч м³/час), а значит и диапазон их мощностей. При этом с увеличением диаметра вихревой трубы (то есть с увеличением ее мощности) повышается и эффективность вихревых труб. Когда вихревые трубы используют для получения холодного и горячего потоков газа одновременно, трубу делают неохлаждаемой. Такие вихревые трубы называют адиабатными. А вот при использовании только холодного потока выгоднее применять, вихревые трубы, в которых корпус трубы или его дальний (горячий) конец охлаждается водяной рубашкой или другим методом принудительно. Охлаждение позволяет увеличить холодопроизводительность вихревой трубы. Вихревые теплотрансформаторы, работающие на эффекте Ранке-Хильша, могут быть использованы (и используются!) в системах теплоснабжения промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и бытовых объектов.

Использование этого устройства позволяет улучшить технические характеристики системы отопления, снизить металлоемкость, повысить отопительный коэффициент, беречь экологию, сэкономить органическое топливо. Тем самым, такое инновационное нововведение приведет к смене экстенсивной отопительной системы на интенсивную отопительную систему.

Заключение. Заключая изложенное, хотелось бы предложить наш вариант ответа на такой вопрос: «откуда берется тепло на боковой поверхности вихревой трубы?»

Мы полагаем, что оно поступает из физического вакуума или, как его раньше называли – из эфира. Известно, что вытащить энергию из эфира можно, если создать очень большую неравномерность движения. А в вихревой трубе именно это и происходит. Во-первых, воздух или вода в ней движется по округлой паверхности, а такое движение является неравномерным, т.к. здесь беспрестанно меняется вектор движения. Во-вторых, воздух или вода резко тормозится из-за трения в трубе. Объединение двух неравномерных видов движения – вращательного и замедляющегося – приводит к заметному выбросу энергии из физического вакуума.

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. *Әубәкір Д.Ә., ӘЗЕН Ерабылай.* Максвелл демонын хаос, торнадо түсініктері арқылы энергетиканың пайдалы көзіне айналдыру жолы. // Бейсызықты жүйелердегі хаос және реттелген құрылымдар. Теория және тәжірибе (3-4 қаз., 2008 ж.). – Астана: ЕҰУ баспаханасы, 2008. – 233-236 бб.