

УДК 533.697.3

Ф.И. МОЛОЧКО, канд. техн. наук,
Научно-исследовательское и проектное республиканское унитарное предприятие
РУП «БЕЛТЭИ», ул. Романовская Слобода, д. 5,
г. Минск, 220048, Республика Беларусь

О СУЩНОСТИ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА РАНКА – ХИЛЬША*)

Предложена гипотеза, поясняющая сущность эффекта Ранка-Хильша. На основании взаимодействия электронов с ядром атома со стороны сил, противодействующих силам инерции, создаются благоприятные условия для перехода электрона на более низкую орбиту с излучением кванта энергии, а с противоположной – для перехода на более высокую орбиту с поглощением кванта энергии. В результате обеспечивается направленная передача энергии от центра к периферии вихревой трубы. Аналогичный физический процесс происходит при нагреве быстродвижущихся тел в газовой среде, в вихревых теплогенераторах, в результате трения твердых тел и в других аналогичных процессах, происходящих в теплоэнергетических установках.

К л ю ч е в ы е с л о в а: силы инерции, электрон, орбита, ядро, смещение, квант.

Законченной и непротиворечивой теории физических процессов, происходящих в вихревой трубе, до сих пор не существует.

В соответствии с [1] гипотезы вихревого эффекта разделяются на три группы: гипотезы, по которым вихревой эффект является результатом формирования вихря в сечении сопла, так что периферийные слои газа, имеющие большую окружную скорость, будут иметь больший запас энергии, чем осевые; гипотезы, по которым вихревой эффект является результатом действия сил трения между слоями газа в вихре; гипотезы, пытающиеся учесть все факторы, влияющие на вихревой эффект путем использования динамических уравнений Навье–Стокса, уравнений энергии, состояния и неразрывности.

*) Печатается в порядке обсуждения
© Ф.И. МОЛОЧКО, 2015

По гипотезе автора [1] – вихревой эффект является результатом перераспределения по сечению трубы температуры торможения газа на входе в вихревую камеру (перед соплом) за счет центробежных сил инерции и линейного закона распределения окружных скоростей по радиусу трубы.

Все перечисленные гипотезы направлены на поиск критериев измерения происходящего явления в зависимости от физического состояния газа, но не дают объяснения физической сущности процессов, обеспечивающих интенсивную передачу энергии от внутренних, более холодных слоев газа к периферийным – более нагретым.

Известно, что любая частица в вихревой камере описывает сложную траекторию. Но, как показывают данные [2], радиальные и осевые скорости частиц газа очень малы по сравне-

нию с окружными, поэтому можно допустить, что основным фактором, определяющим физический процесс передачи энергии в одном направлении, т.е. в направлении действия центробежных сил, является окружная скорость частиц.

Для пояснения предлагаемой гипотезы о физической сущности процессов, происходящих в вихревой трубе по передаче энергии от внутренних слоев газа к периферийным, рассмотрим приведенную на рисунке схему движения двух частиц газа (1) и (2) в поперечном сечении вихревой трубы, изобразив их в виде атомов с ядром и электронной орбитой. Из-за разных давлений по радиусу трубы частица (1) в периферийных слоях газа подвержена большому сжатию, чем во внутренних и на рисунке изображена меньших размеров, чем частица (2).

Действие центробежных сил показано стрелкой от точки Д к точкам A_1 и A_2 , которые определяют положение ядра атомов, по отношению к электронной орбите при отсутствии центробежных сил, а точки B_1 и B_2 – при их наличии.

На начальной стадии процесса, когда частицы газа находятся на входе в вихревую трубу, силы противодействия их движению незначительны и ядра атомов обеих частиц находятся в центре электронных орбит, соответственно, в точках A_1 и A_2 , и размеры частиц одинаковы. По мере их продвижения к стенке вихревой трубы и закручивания, т.е. в рассматриваемом нами сечении начинает действовать с одной стороны сила противодействия от стенки трубы на электронную орбиту частицы (1), а с другой – центробежная сила на ядро атома частицы (1) и далее электронная орбита частицы (1), которая находится под большим давлением, чем частица (2), противодействует электронной орбите частицы (2), а центробежная сила действует на ядро атома частицы (2). В результате взаимодействия таких сил ядра атомов обеих частиц смещаются в направлении действия центробежных сил на расстояние, пропорциональное их величине, соответственно, в точки B_1 и B_2 . В результате такого смещения расстояние между ядром атома и электронной орбитой

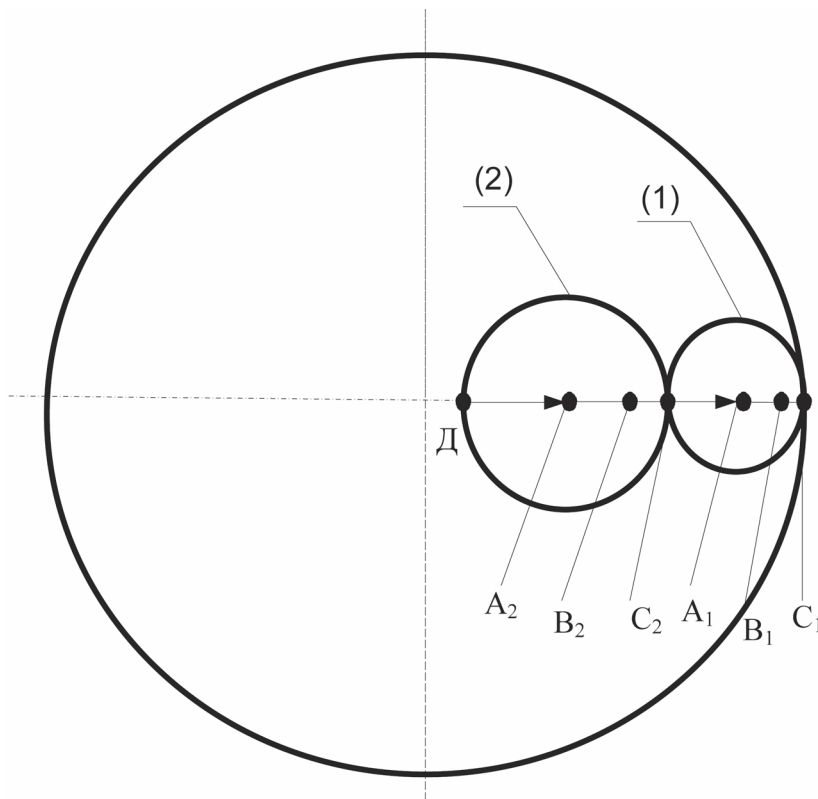


Схема движения двух частиц газа в поперечном сечении вихревой трубы

в точке C_1 частицы (1) будет минимальным, а в точке C_2 максимальным; для частицы (2) – в точке C_2 – минимальным, а в точке Д максимальным.

Общеизвестно, что при переходе электрона с одной орбиты на другую электрон излучает или поглощает квант энергии. Если бы рассматриваемые нами частицы не подвергались действию центробежных сил и сил сопротивления, то переход электронов на более низкую либо более высокую орбиту может произойти в любой точке орбиты, определяемой другими условиями, способствующими такому переходу.

В рассматриваемом примере с учетом того, что электроны в точке C_1 и C_2 максимально приближены к ядру атома создаются благоприятные условия для перехода электронов на более низкую орбиту в точке C_1 частицы (1) и в точке C_2 частицы (2) с излучением кванта энергии в сторону действия центробежных сил. С другой стороны, для частицы (1) в точке C_2 создается максимальное расстояние между ядром и электронной орбитой, а для частицы (2) в точке Д, что способствует переходу электронов на более высокую орбиту с захватом (поглощением) кванта энергии от других частиц. Следует отметить, что возникающие силы инерции, приближающие ядро атома к электронной орбите, значительно ниже сил взаимодействия электронов с ядром атома, и они не могут обеспечить переход электрона из одной орбиты на другую, однако именно в этих точках силы инерции максимально нарушают равнодействующую силу между ядром и атомами, что и способствует переходу электронов на другие орбиты с излучением либо поглощением кванта энергии в этих точках. Следовательно, электрон выступает в качестве переносчика энергии из центральной части вихревой трубы к периферии.

Из названного примера следует пояснение предлагаемого понимания сущности физического процесса переноса энергии в вихревой трубе, который состоит в том, что вследствие взаимодействия центробежных сил инерции и сил взаимодействия электронов с ядром атомов обеспечивается переход электронов с одной стороны – на более низкую орбиту с излучением кванта энергии, а с противоположной стороны на более высокую орбиту с поглощением кванта энергии, и обеспечивается направленная передача энергии от центра к периферии вихревой трубы.

Таким образом, атом со смещенным ядром по отношению к центру орбиты электронов становится интенсивным переносчиком энергии в направлении сил, действующих на смещение ядра. Аналогичный физический процесс происходит при нагреве быстродвижущихся тел в газовой среде, в вихревых теплогенераторах, в результате трения твердых тел и других аналогичных процессах, происходящих в теплоэнергетических установках.

1. *Алексеев Т.С.* О природе эффекта Ранка // Инженерно-физический журнал. – 1964. – № 4. – С. 121–130.
2. *Меркулов А.П.* Вихревой эффект и его применение в технике. – М.: Машиностроение, 1969. – 183 с.

Надійшла до редколегії 18.09.2015