

В.М.Кудрявцев, А.Ю.Цыбров

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ГАЗАХ
РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Цель данной работы - определение зависимости эффектов охлаждения от природы газа и выбор такого параметра, который наиболее полно и реально отражает эту зависимость.

В работе мы ограничиваемся рассмотрением газов, получивших широкое использование в технике (гелий, воздух, водород, кислород, аргон).

По методике, основанной на гипотезе взаимодействия вихрей [1], были рассчитаны предельные характеристики при работе ВТ на различных газах. Построены характеристики для воздуха и гелия.

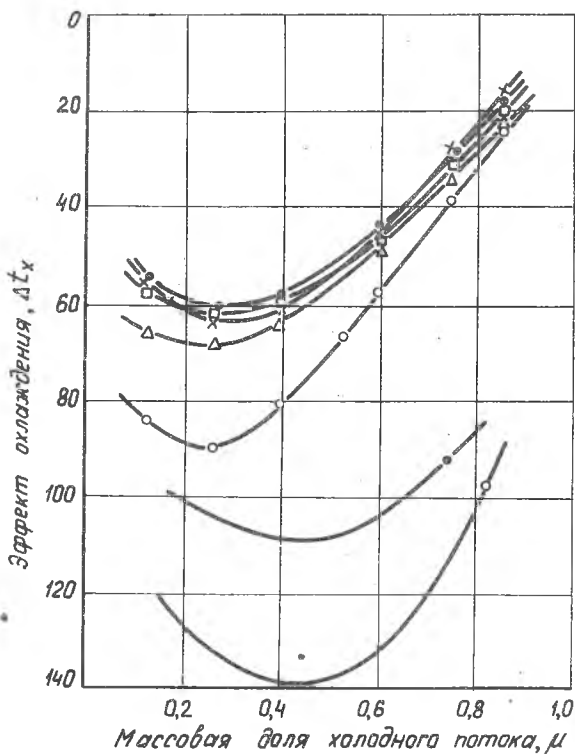
Проведены эксперименты на гелии, водороде, аргоне, кислороде и воздухе на трубе с крестовиной на горячем конце $\varnothing = 0,008\text{м}$; $\bar{R}_q = 0,5$; $F_c = 0,1$; $\pi = 6$; $T_i^* = 330\text{К}$; $p_i^* = 4,5\text{МПа}$; $L = 9$. Результаты теоретического расчета и экспериментальных исследований представлены на рис. 1.

Полученные экспериментальные характеристики качественно совпадают с предельными. Заметно, что разность эффектов охлаждения на воздухе и гелии сравнима с расчетной.

В работе [3] для расчета эффекта охлаждения различных газов по отношению к воздуху предложен коэффициент $\alpha = \Delta t_{x,r} / \Delta t_{x,b}$, зависящий от показателя адиабаты K . Чем больше показатель адиабаты газа, тем больше коэффициент α , т.е. больше эффект охлаждения на этом газе.

По нашим экспериментальным данным эффект охлаждения на аргоне оказался в области эффектов, сравнимых с воздухом, в то время как его показатель адиабаты самый большой ($K_{ар} = 1,67$) из рассматриваемых газов. На основании этого факта нам показалось возможным сделать вывод, что зависимость эффекта охлаждения от свойств реальных газов значительно сложнее, чем его зависимость от показателя адиабаты.

При изменении физических свойств газа изменяются все количественные закономерности процесса, причем корни этой перестройки надо искать не в самом физическом механизме развивающихся в потоке



Р и с. 1. Экспериментальные и предельные характеристики вихревой трубы на газах различной физической природы: * - воздух $\pi = 6$, o - гелий $T^* = 330$ К, Δ - водород, \square - аргон, x - кислород

явлений, а в изменении количественного влияния отдельных свойств газа на процесс энергоразделения. На первом этапе исследования за количественный признак, по которому можно судить о влиянии свойств газа на конечный эффект энергоразделения, можно принять отношение вида

$$c = \frac{Re \bar{d}}{\bar{p}}$$

где $\bar{p} = \frac{p_1}{p_a}$; $p_a = 0,1$ МПа; $\bar{d} = \frac{D}{d_{mp}}$; $D = 0,008$ м; $Re = \frac{\rho d_{mp} \sqrt{KRT}}{\eta}$

Для всех рассматриваемых газов нами были рассчитаны числовые значения указанного комплекса по входным параметрам. Оказалось, что у гелия величина комплекса C наименьшая. С уменьшением эффекта охлаждения газа величина комплекса, соответствующая этому газу, возрастает.

По экспериментальным данным (рис. 1) построена кривая, определяющая зависимость эффекта охлаждения от величины комплекса (рис. 2).

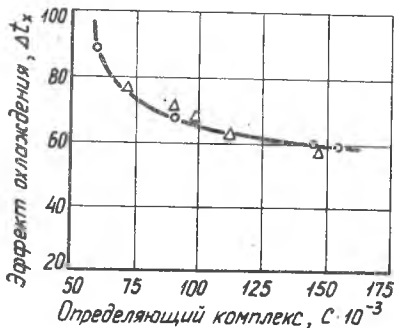
В работах [1-3] указывается на зависимость эффекта охлаждения от температуры рабочего газа на входе в ВТ. Были подсчитаны величины C для воздуха при изменении температуры. Полученные результаты с учетом экспериментальных данных работы [3] представлены на рис. 2. Оказалось, что эффекты охлаждения на воздухе, зависящие от температуры, и эффекты охлаждения, зависящие от свойств реальных газов

при постоянной температуре, сравнимы при одинаковых значениях комплекса C , т.е. полученная зависимость Δt_x от C позволяет определить ожидаемый эффект охлаждения не только от свойств реальных газов, но и от параметров входа (T_i^* и P_i^*) при постоянных π и геометрических соотношениях.

Следовательно, полученный в данной работе комплекс C , определяемый по входным параметрам, более полно характеризует зависимость эффекта охлаждения от свойств реальных газов, от температуры, давления на входе и дает несложную инженерную методику по расчету ожидаемых эффектов охлаждения.

Л и т е р а т у р а

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. - М.: Машиностроение, 1969.



Р и с. 2. Зависимость эффекта охлаждения от величины комплекса C : $\pi = 6$; $\mu = 0,3$; о - данные авторов (зависимость Δt_x от свойств газа, рис. 1); Δ - экспериментальные данные работы [4] (зависимость Δt_x от T_i^*)

2. Бродянский В.М., Лейтес И.Л. Зависимость величины эффекта Ранка от свойств реальных газов. - ИФЖ, т. 5, 1962, № 5.
3. Мартынов А.В., Бродянский В.М. Что такое вихревая труба? - М.: Энергия, 1975.
4. Бродянский В.М., Мартынов А.В. Зависимость эффекта Ранка-Хилша от температуры. - Теплоэнергетика, 1964, № 6.

УДК 621.438

Ш.А.Пиралишвили, Н.Н.Новиков, А.В.Латышев

ВОСПЛАМЕНЕНИЕ АЦЕТИЛЕНА В ВИХРЕВОМ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРЕ

Несмотря на многочисленные работы по термическому воспламенению топливных смесей, перемещающихся с конечной скоростью [1, 2, 3], практически отсутствуют работы по исследованию процесса естественного возгорания в закрученном потоке вязкого сжимаемого газа при наличии в нем экзотермических реакций. На наш взгляд, особенно интересным с точки зрения активизации процесса протекания этих реакций является присутствие эффекта термотрансформации [4, 5].

В настоящей работе сделана попытка несколько восполнить этот пробел. Цель работы заключается в исследовании влияния эффекта перераспределения полной энтальпии, реализуемого в вихревых термотрансформаторах, на изменение температуры воспламенения в потоке смеси ацетилена с воздухом. Эксперименты проводились на вихревом термотрансформаторе, конструкция которого представлена на рис. 1. Он состоит из цилиндрической камеры энергетического разделения 3, на "горячем" конце которой, выполненном в виде усеченного конуса 4, размещена перфорированная камера 5, в которую через форсунку 6 подводился газообразный ацетилен. Сжатый воздух подводился со стороны "холодного" конца через тангенциально выполненный сопловой ввод 1. Через отверстия диафрагмы 2 отработавшая газовая смесь или продукты сгорания в случае воспламенения отводились в окружающую среду. Для предотвращения теплопотерь термотрансформатор был тщательно теплоизолирован изоляцией 8. Распределение температуры по радиусу в сечении, расположенном перед перфо-