

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.

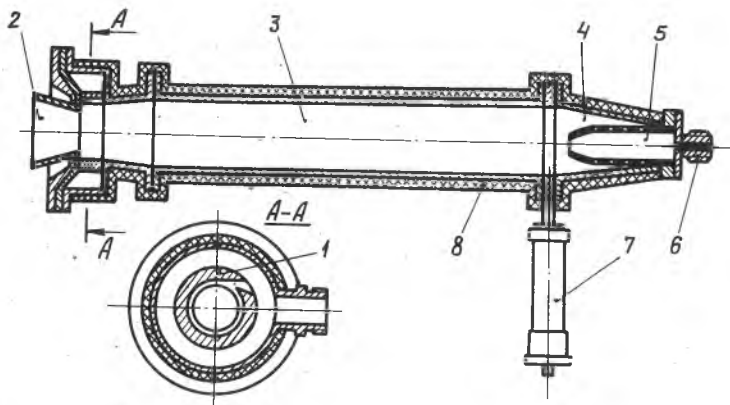
УДК 621.438

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-



Р и с. 1. Конструктивная схема вихревого термотрансформатора

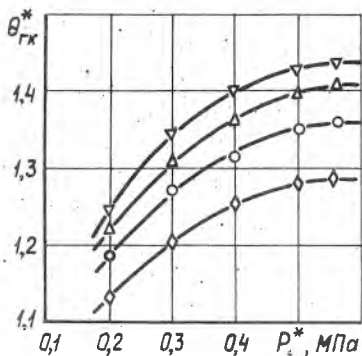
рированной камерой, замерялось хромель-копелевыми термопарами, перемещение которых обеспечивалось блоком замера 7. По методикам, изложенным в работах [4, 5], были проделаны "холодные" продувки, которые преследовали задачу выяснения степени термотрансформации в зависимости от режимных и геометрических параметров. Результаты продувок представлены на рис. 2,3. Исследования проводились при относительных долях охлажденного потока

$$\mu = \frac{G_x}{G_1} = 1 + \frac{G_a}{G_1},$$

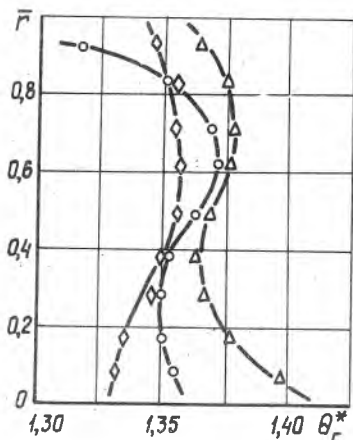
где  $G_a$  - массовый расход ацетилена через форсунку.

Во всем диапазоне исследованных давлений относительные эффекты подогрева  $\theta_{ГК}^*$  газа, размещенного в камере, возрастают с ростом давления. Однако увеличение давления свыше 0,5 МПа нецелесообразно ввиду существенного снижения темпа роста эффектов подогрева. Три нижних кривых отражают влияние геометрии на среднемассовый подогрев. Верхняя - максимально возможный, локальный подогрев, который наблюдался непосредственно у оси термотрансформатора, на выходе из перфорированной камеры.

На рис. 3 отражена зависимость локальной температуры от радиальной позиции, занимаемой элементами газа. От периферии к центру температура возрастает, что хорошо согласуется с гипотезой взаимодействия вихрей и экспериментами по исследованию температурных полей в вихревых трубах [4, 5]. Рост температуры наблюдается



Р и с. 2. Влияние давления и геометрических параметров на величину эффектов подогрева:  
 $\nabla - \theta_{гх}^*_{max}; \bar{F}_c = 0,11; \bar{F}_g = 0,8;$   
 $\Delta - \bar{F}_c = 0,11; \bar{F}_g = 0,8; \diamond - \bar{F}_c = 0,09;$   
 $\circ - \bar{F}_c = 0,09; \bar{F}_g = 0,7; \square - \bar{F}_c = 0,07;$   
 $\bar{F}_g = 0,6; T_1^* = 300 \text{ K}, \bar{L}_x = 9$

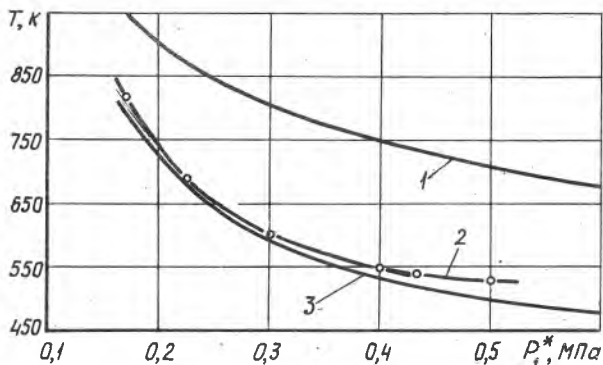


Р и с. 3. Зависимость локальной температуры от радиальной позиции, занимаемой элементами газа:  
 $\circ - \bar{F}_c = 0,11; \bar{F}_g = 0,8;$   
 $T_1^* = 575 \text{ K}; \diamond - \bar{F}_c = 0,09;$   
 $\bar{F}_c = 0,7; T_1^* = 300 \text{ K}; \Delta - \bar{F}_c =$   
 $0,11; \bar{F}_g = 0,8; T_1^* = 300 \text{ K};$   
 $P_1^* = 0,4 \text{ МПа}; \bar{L}_x = 9$

вплоть до радиуса разделения вихрей [4]. От радиуса разделения вихрей к оси температура должна непрерывно уменьшаться. Качественное отклонение полученных кривых для областей, дислоцированных в приосевой зоне термотрансформатора, от экспериментальных данных, приведенных в [4], может быть объяснено тем, что поставленные в работе опыты проводились при полностью закрытом горячем конце, что обеспечивало относительный расход охлажденного потока  $\mu = 1$ . При больших расходах ( $\bar{F}_c > 0,11$ ) в конической части горячего конца, где размещена перфорированная камера для гашения скоростей, образуется застойная зона, куда за счет эффектов нестационарности будет перекачиваться энергия по аналогии с пульсационными трубками.

Вторая часть экспериментов состояла в определении температуры на входе в вихревой термотрансформатор, при которой ацетилен, поданный со стороны горячего конца через форсунку в перфорированную камеру, самовозгорается внутри камеры энергетического разделения.

Результаты эксперимента приведены на рис. 4 (кривая 2). Для сравнения на этом же рисунке приведена температура самовоспламе-



Р и с. 4. Влияние давления на входе в вихревой термотрансформатор на температуру воспламенения ацетилена:  $\bar{F}_c = 0,11$ ;  $\bar{F}_g = 0,8$ ;  $L = 9$

нения ацетилена в воздухе в состоянии покоя (кривая 1) и температура воздуха на входе (кривая 3), при которой за счет термотрансформации, происходящей в камере энергетического разделения, температура горячих масс смеси воздуха с ацетиленом достигает температуры самовоспламенения в покое, что определяется из выражения

$$T_p = \frac{T_c}{\theta_r}.$$

Величины  $T_c$  для различных давлений воздуха брались из [3], а  $\theta_r$  по результатам продувок — из рис. 2 настоящей работы.

Хорошее совпадение результатов расчета и эксперимента (кривые 2 и 3) говорит о целесообразности использования вихревых термотрансформаторов при разработке различного рода воспламеняющихся устройств, не использующих для розжига посторонние источники тепла.

Вихревые термотрансформаторы рассмотренной конструкции позволяют снизить входную температуру, при которой достигается самовоспламенение ацетилена в воздухе более чем на  $200^\circ\text{C}$ . В задачу последующих исследований входит дальнейшее увеличение эффектов подгрева, создание локальных зон максимально возможного повышения температуры, что позволит осуществить надежное воспламенение при еще более низких значениях температуры.

## Л и т е р а т у р а

1. Берман В.С., Рязанцев Ю.С. Асимптотический анализ зажигания газа накаливаемой поверхностью. - Прикладная механика и технологическая физика. 1977, № 1, с.68-73.
2. Спадагчини Л.И. Характеристики самовоспламенения углеводородных топлив при повышенных температурах и давлениях. - Труды американского общества инженеров механиков. Энергетические машины и установки, т. 99, серия А, 1977, № 1.
3. Груздев В.Н., Малишевская Н.А., Талантов А.Б. К вопросу об экспериментальном исследовании самовоспламенения в однородном потоке. - Физика горения и взрыва, т. 5, 1979, № 2, с. 170-172.
4. Пираллишвили Ш.А. Вихревой противоточный теплообменник. - В сб.: Творческий поиск молодых. КуАИ, 1971, с. 35-38.
5. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. - М.: Машиностроение, 1969.

УДК 532.527.004.14

в.в.Бирюк, В.М.Сукчев \*

### ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ САМОЛЕТОВ

Для охлаждения радиоэлектронных приборов самолетов возможно использование каскадной схемы соединения ВТ [1, 3]. Данная система охлаждения должна обеспечить заданную температуру подаваемого в блок радиоаппаратуры воздуха  $T_{гр}$  при необходимой холодопроизводительности  $Q_{гр}$ . Каскадная система работает следующим образом.

Холодный поток каждой предыдущей ВТ охлаждает в теплообменнике воздух, подаваемый на вход в последующую ВТ. Холодный поток последней ВТ охлаждает оборудование и выбрасывается в атмосферу. Число каскадов определяется числом ВТ. В однокаскадной схеме теплообменник отсутствует.

\* В работе принимал участие Г.А.Смоляр