

Библиографический список

1. Коротеев Л.С., Костылев А.М. и др. Генераторы низкотемпературной плазмы. М.: Наука, 1969. 128 с.
2. Дресвин С.В. и др. Физика и техника низкотемпературной плазмы. М.: Атомиздат, 1972. 315 с.
3. Жуков М.Ф., Коротеев Л.С. и др. Прикладная динамика термической плазмы / Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд. 1975. 295 с.

УДК 621.452.3

А.В.Данильченко, В.А.Сыченков, М.А.Груздев,
В.Я.Кузнецов, В.В.Стародубцев

МОДУЛЬНЫЕ ФРОНТОВЫЕ УСТРОЙСТВА С ЗАКРУТКОЙ И ПРОТИВОКРУТКОЙ ПОТОКА В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ИТД

(Казанский авиационный институт)

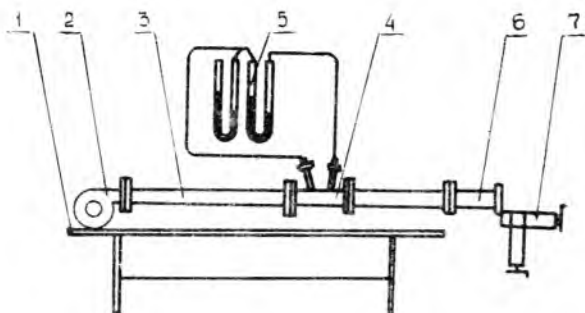
Приведены экспериментальные исследования гидродинамических параметров закрученного потока за фронтными устройствами камеры сгорания с целью обоснования выбора ее некоторых конструктивных параметров.

Экспериментальные исследования для выявления характера формирования гидродинамических параметров турбулентного потока за фронтными устройствами основных камер сгорания производились на установке, приведенной на рис. 1.

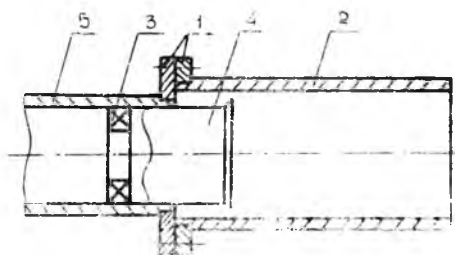
Установка позволяла с помощью заслонки на воздушном компрессоре изменять скорость воздуха на выходе от 5 до 80 м/с. В качестве рабочего участка использовался экспериментальный модуль (рис.2), в котором устанавливались завихрители пяти типов (рис.3).

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, 1992



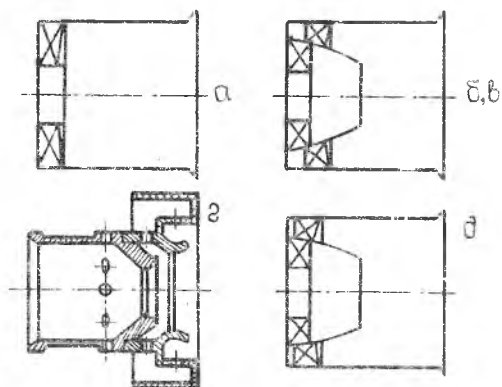
Р и с. 1. Экспериментальная установка:
 1 - стол, на котором располагается установка; 2 - воздушный компрессор; 3 - воздушная магистраль; 4 - мерное устройство; 5 - водяные пьезометры; 6 - рабочий участок; 7 - координатник



Р и с. 2. Узел сопла: 1 - сопло; 2 - сопловая головка; 3 - заужение; 4 - воздушная магистраль

Цилиндрические насадки имели разные длины. При исследованиях на срезе цилиндрического насадка при помощи координатника (для исследования всего среза потока за насадком) устанавливались датчик термоанемометра, а также трубки статического и полного давления для измерения скорости набегающего потока.

С помощью цифрового вольтметра фиксировали среднее значение напряжения, а с помощью вольтметра среднеквадратичных значений



Р и с. 3. Завихрители: а - одноконтурный; б, в - двухконтурный с односторонней и противокруткой; г - трехконтурный; д - двухконтурный с односторонней круткой

пульсационные значения напряжения на выходе термоанемометра. По этим значениям с помощью тарировочных зависимостей напряжения от скорости набегающего потока определяли среднее значение скорости потока по сечению, а также их пульсационные составляющие.

Далее по имеющимся в литературе формулам оценивалась интенсивность продольных и поперечных пульсаций скорости:

$$\varepsilon_u = \frac{4E\sqrt{\bar{e}'^2}}{E^2 - E_0^2} 100\% \quad - \text{интенсивность продольных пульсаций};$$

$$\varepsilon_v = \frac{4E\sqrt{(e_i - e_j)^2}}{E^2 - E_0^2} 100\% \quad - \text{интенсивность поперечных пульсаций},$$

где E - напряжение на выходе термоанемометра; E_0 - нулевое напряжение; \bar{e}' - пульсационные составляющие напряжения.

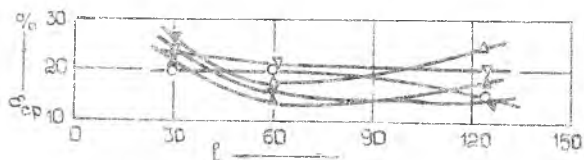
Другой важной характеристикой турбулентности, которую мы определяли, является масштаб турбулентных пульсаций

$$Le = \frac{\bar{u} \bar{e}'^2}{\bar{e}'^2} K,$$

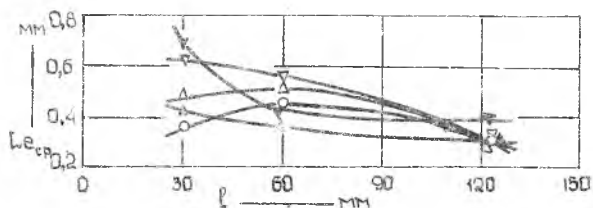
где \bar{u} - средняя скорость потока; \bar{v}_f^2 - среднее квадратичное значение выходного сигнала идеального плоского фильтра; K - коэффициент, получаемый из тарировки фильтра.

Как уже говорилось выше, в исследованиях использовались завихрители пяти типов. Перебор этих конструкций позволил варьировать направление крутки при постоянной площади проходного сечения завихрителя, влияние числа контуров (при едином направлении крутки), а также влияние площади проходного сечения.

Графические результаты этих исследований представлены на рис. 4, 5.



Р и с. 4. Зависимость интенсивности поперечных пульсаций скорости E_{cp} от длины l



Р и с. 5. Зависимость масштаба турбулентности Le_{cp} от длины l (поперечная составляющая скорости)

На графиках даны обозначения: Δ - одноконтурный завихритель, ∇ - двухконтурный завихритель с односторонней круткой $F_{вн}/F_{нар} = 0,75$, \blacktriangledown - двухконтурный завихритель с противокруткой, \blacktriangle - трехконтурный тангенциальный завихритель $F_{вн}/F_{cp}/F_{нар} = 0,44/0,49/0,07$, \circ - двухконтурный завихритель с односторонней круткой $F_{вн}/F_{нар} = 0,25$.

Ценность проведенного комплекса измерений гидродинамических параметров в закрученном потоке за завихрителями в том, что, имея эти результаты, мы можем определить энергию турбулентности в данных потоках e , а затем турбулентную скорость распространения пламени U_T , время горения t_T , длину зоны горения $L_{з.г.}$, что позволяет оценить эффективность применения каждого вида фронтального устройства.

Под эффективностью в данном случае понимается уровень локальных значений осредненных по прямому току значений $(e, U_T, t_T, L_{з.г.})$

$$e = \frac{1}{2} \sqrt{U'^2 - 2v'^2};$$

$$U_T = U_H + A \frac{\omega'}{\sqrt{\rho_n \left(1 + \frac{\omega'}{U_H}\right)}},$$

где A - постоянный безразмерный коэффициент;

$$t_T = B \frac{L_0}{e} \rho_n \left(1 + \frac{\omega'}{U_H}\right);$$

$$L_{з.г.} = B \frac{L_0}{e} \rho_n \left(1 + \frac{\omega'}{U_H}\right),$$

где B - коэффициент оценивает отличие скорости потока смеси в зоне горения от средней скорости холодного потока.

Имея эти данные, можно определить некоторые конструктивные размеры камеры сгорания, например, эффективность выбора места для подвода вторичного воздуха в основной камере сгорания либо место для установки стабилизаторов пламени.

Сопоставление результатов проведенных исследований с реальными конструкциями показало, что подобная оценка параметров камеры сгорания может быть с успехом применена на практике.

Библиографический список

1. Постнов В.Ф., Янковский В.М. Измерение характеристик турбулентности в газовых потоках /Казан. авиац. ин-т. Казань, 1982.

2. Талантов А.В. Горение в потоке. М.: Машиностроение, 1978. 159 с.