

$$\bar{\pi}_{кс} = \frac{\varepsilon(\lambda_n)}{n^2 \theta} \left[\frac{(1+n)(1+n\theta)}{\varepsilon(\lambda_{см})} \alpha - \frac{P_{см}^*}{P_1^* \varepsilon(\lambda_1)} \beta \right]. \quad (3)$$

Для учета потерь, имеющих место при движении потоков в элементах эжектора, в уравнение (3) введем коэффициент сопротивления, рассчитываемый по уравнению $\xi = \frac{2\Delta P}{\rho V^2}$, где $\Delta P = P_1 - P_{атм}$, V - объем эжектора.

Окончательно получим уравнение для $\bar{\pi}_{кс}$:

$$\bar{\pi} = \frac{\varepsilon(\lambda_n)}{n^2 \theta} \left[\frac{(1+n)(1+n\theta)}{\xi \varepsilon(\lambda_{см})} \alpha - \frac{P_{см}^*}{P_1^* \varepsilon(\lambda_1)} \beta \right].$$

Библиографический список

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.:Наука, 1976.
2. А.С. 916786 (СССР). Вихревой эжектор /В.И.Метенин, И.Н.Денисов, В.Б.Черепанов, В.Е.Самойлов.-Опубл. 30.03.82 в Б.И. № 12.
3. Деич М.Е., Зарянкин А.Е. Гидрогазодинамика. М.:Энергоатомиздат, 1984.

УДК 621.565

В.И.Метенин, А.Е.Князев

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЖЕКТОРА ХОЛОДНОГО ПОТОКА ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Принятые обозначения:

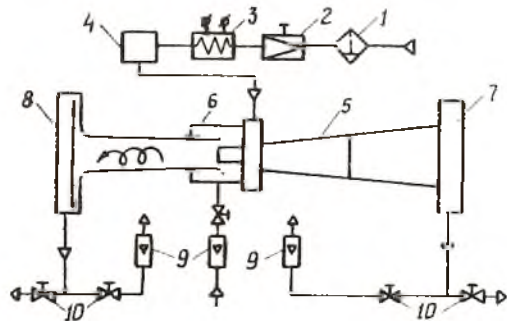
$P_{см}$ - полное давление смешанного потока эжектора; P_n - полное давление пассивного потока эжектора; $F_{кс}$ - площадь сечения цилиндрической камеры смешения; $F_{ас}$ - площадь сечения активного сопла.

Вихревой эффект с каждым годом все шире проникает в разные отрасли науки и техники. Однако наряду с такими достоинствами как простота, надежность, мобильность работы, вихревые трубы (ВТ) имеют большой недостаток - низкий КПД. Утилизация энергии выходящих из вихревой трубы потоков - один из путей увеличения эффективности ее работы, а также устройств, работающих на ее базе.

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию рабочих характеристик эжектора, входящего в состав комбинированной

вихревой трубы (КВТ), состоящей из активной вихревой трубы (АВТ) и пассивной вихревой трубы (ПВТ), причем холодный и горячий потоки АВТ направлены в эжектор в качестве активных потоков, а пассивными потоками являются соответственно холодный и горячий потоки ПВТ; при этом вход в ПВТ сообщен с атмосферой [1].

Схема экспериментальной установки исследуемого эжектора холодного потока ВТ показана на рис. 1. Сжатый в компрессоре газ проходит осушитель 1, редуктор 2, трубчатый воздушно-водяной теплообменник 3,



Р и с. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 - осушитель; 2 - редуктор; 3 - воздушно-водяной теплообменник; 4 - ресивер входящего потока; 5 - вихревая труба; 6 - ресивер пассивного потока; 7 - ресивер горячего потока; 8 - ресивер смешанного потока; 9 - ротаметры; 10 - вентили

который позволяет поддерживать температуру газа на входе в ВТ постоянной. В ресивере 4 измеряются полные параметры газа P_1 и T_1 на входе в вихревую трубу 5. Конструкция ВТ выполнена по данным [2] и представляет собой диффузорную ВТ диаметром $D = 21$ мм, длиной камеры энергетического разделения $L = 3D$ и углом расширения $\gamma_c = 3^\circ 40'$. Конструкция снабжена аэродинамической решеткой оптимальных размеров [3;4]. Для замера полных параметров пассивного и смешанного потоков эжектора предназначены ресиверы 6 и 8. Изменение расхода горячего и холодного потоков ВТ, а также пассивного и смешанного потоков эжектора, регулируется вентилями 10, а величина расходов указанных потоков замеряется ротаметрами 9. Холодный поток отводится через диафрагму диаметром $d_x = 0,48D$, продолжением которой является активное сопло эжектора. Конструкция активного сопла представляет собой цилиндрическую насадку, изготовленную совместно с диафрагмой диаметром $d_{AC} = d_x = 0,48D$ длиной $l_{AC} = 2d_{AC}$.

В ходе экспериментов измерение параметров осуществлялось стандартными средствами измерений. Рабочие режимы эжектора холодного потока ВТ изучались путем снятия дроссельных характеристик, которые представляют собой зависимость степени повышения давления эжектора $\Pi_2 = \frac{P_{сж}}{P_0}$ от коэффициента

54

коэффициента эжекции $\Pi = \frac{G_a}{G_A}$, при постоянных параметрах активного потока, в нашем случае при фиксированном режиме работы ВТ. Для получения дроссельных характеристик использовалась методика, принятая при исследовании прямоструйных и вихревых эжекторов [5]. При этом изменялось $P_{с.м}$ при постоянных параметрах активного холодного потока. В проведенных экспериментах пассивный поток поступал из атмосферы. По результатам исследования строились графики зависимости $\Pi_3 = f(\Pi)$ для различных долей холодного потока ВТ - M , охватывающих практически диапазон ее работы.

Дроссельные характеристики исследуемого эжектора с основной геометрической характеристикой $f_3 = \frac{F_{КС}}{F_{АС}} = 1,96$ и давлением на входе в вихревую трубу $P_1 = 0,4$ МПа и $0,6$ МПа, приведены на рис.2.

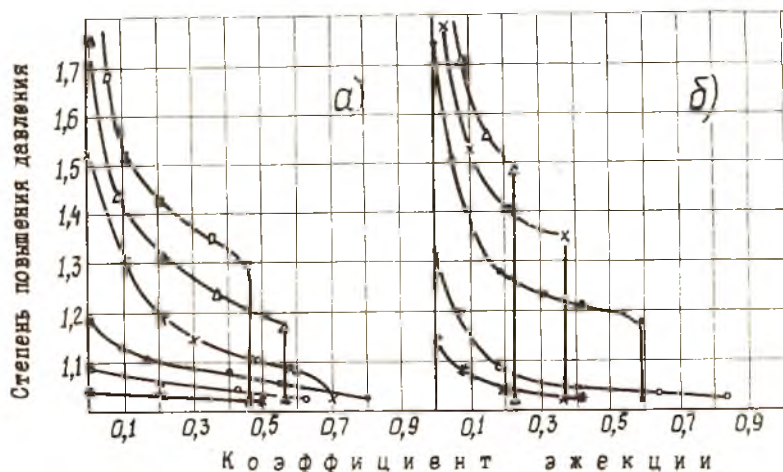


Рис. 2. Дроссельные характеристики эжектора холодного потока вихревой трубы: а - $P_1 = 0,4$ МПа; б - $P_1 = 0,6$ МПа; x - $M = 0,3$; · - $M = 0,4$; · - $M = 0,5$; x - $M = 0,6$; Δ - $M = 0,7$; □ - $M = 0,8$; $f_3 = 1,96$

Как видим, представленные дроссельные характеристики качественно отличаются от аналогичных характеристик прямоочного вихревого эжектора [5] и по характеру протекания схожи с характеристиками прямоструйного эжектора.

Дроссельные характеристики эжектора холодного потока ВТ имеют область допредельных режимов работы, которую можно разбить на две зоны: при значении Π меньше 0,1, характеризуемую монотонным увеличением Π_3 с уменьшением Π ; и область предельных режимов ра-

боты, характеризуемую постоянным значением Π . Анализ представленных графиков выявляет существенную зависимость характеристик от режима работы ВТ, т.е. от расхода и давления активного потока эжектора. Так с увеличением M протяженность характеристики становится меньше и она приближается к оси ординат, пересекаясь с ней в точке, соответствующей $\Pi = 0$, при этом достигаются наиболее высокие значения Π_3 . Уменьшение Π с увеличением M объясняется тем, что возрастает расход и окружная скорость активной струи, которая занимает большую площадь в сечении запираания камеры смешения, что приводит к уменьшению сечения для прохода пассивного потока. При $M < 0,6$ и $P_1 = 0,4$ МПа вся характеристика эжектора лежит в области допредельных режимов работы, имеет пологий характер с невысокими степенями повышения давления $\Pi_3 < 1,4$ и значениями Π , близкими к единице. Заметим, что исследуемый эжектор обеспечивает существенно большие Π по сравнению с прямоточным вихревым эжектором и близкие значения Π и Π_3 по сравнению с прямоточным аналогом, но при меньшем значении геометрической характеристики f_3 . Эти особенности можно отнести за счет струйно-вихревого характера течения активного потока, выходящего из диафрагмы ВТ.

Полученные дроссельные характеристики эжектора холодного потока ВТ можно использовать для определения необходимого режима работы эжектора при заданном режиме работы ВТ. В случае использования эжектора в составе КВТ характеристики дают возможность при заданных начальных параметрах газов, поступающих в АВТ и ПВТ, определить их геометрические размеры.

Библиографический список

1. А.с. 1078213 (СССР), Вихревая труба/Метенин В.И., Князев А.Е. -Опубл. в Б.И., № 9, 07.03.84.
2. А.с. 744196 (СССР). Вихревая труба/Метенин В.И., Савельев С.Н.-Опубл. в Б.И. № 24, 03.06.80.
3. А.с. 819526 (СССР) Вихревая труба/Метенин В.И.-Опубл. в Б.И. № 13, 07.04.81.
4. Метенин В.И., Князев А.Е., Арефьев С.Ф., Бобров В.В. Исследование влияния конструкции аэродинамической решетки на характеристики конической вихревой трубы//Вихревой эффект и его применение в технике/Куйбышев. авиацион.-т. :Куйбышев:КуАИ, 1984 С.56-59.
5. Елифанова В.И., Костин В.К., Сансв В.В. Экспериментальные характеристики вихревого эжектора//Глубокий холод и кондиционирование.-Труды МВТУ № 239, 1976, С.82-87.