

Л и т е р а т у р а

1. Рабинович В.А., Вассерман А.А., Казавчинский Я.З. Теплофизические свойства воздуха и его компонентов. - М.: Наука, 1966.
2. Ривкин С.А. Таблицы теплофизических свойств воздуха и его компонентов. - М.: Наука, 1967.
3. Токарев А.П. Исследование работы вихревой трубы при увеличении степени расширения газа: Автореферат кандидатской диссертации. Одесса, ОТИХП, 1983.
4. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. - М.: Машиностроение, 1969.

УДК 533.697

В.И.Метенин, А.Е.Князев, С.Ф.Арефьев, В.В.Бобров

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНИЧЕСКОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

П р и н я т ы е о б о з н а ч е н и я :

$\delta_{зпр}$ - величина зарешеточного зазора (пространства); $d_{реш}$ - диаметр аэродинамической решетки; $d_{яч}$ - диаметр ячеек аэродинамической решетки; AP - аэродинамическая решетка; $S^* = \frac{P_1}{P_2}$ - степень расширения газа в ВТ; φ - относительная влажность воздуха.

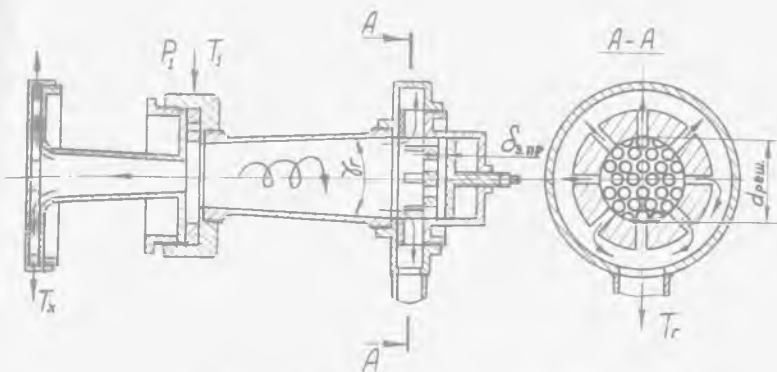
Имеющиеся в литературе опытные данные убедительно показывают, что установка аэродинамической решетки на торцовой стенке конической ВТ приводит к улучшению ее термодинамических характеристик [1, 3]. Однако конструкция аэродинамической решетки должным образом не исследовалась.

В работах [2, 3] показано влияние AP на эффективность работы ВТ диаметром $D = 30$ мм.

С целью уточнения оптимальной геометрии AP и $\delta_{зпр}$ были проведены исследования ВТ диаметром $D = 42$ мм, длиной $L = 3D$ и углом конусности $\gamma_r = 30^\circ$. Схема исследуемой ВТ представлена на рис. 1, она аналогична конструкции, описанной в работе [3]. Для отвода горячего потока с периферии ВТ используется насадок с радиальными щелями. Такой способ отвода горячего потока, как показывают исследования, практически не сказывается на эффекте охлаждения по сравнению с применением для этой цели лопаточного диффузора.

В процессе экспериментов контроль параметров осуществляется стандартными средствами измерений.

Первым этапом исследований, результаты которых представлены на



Р и с. 1. Схема исследуемой вихревой трубы

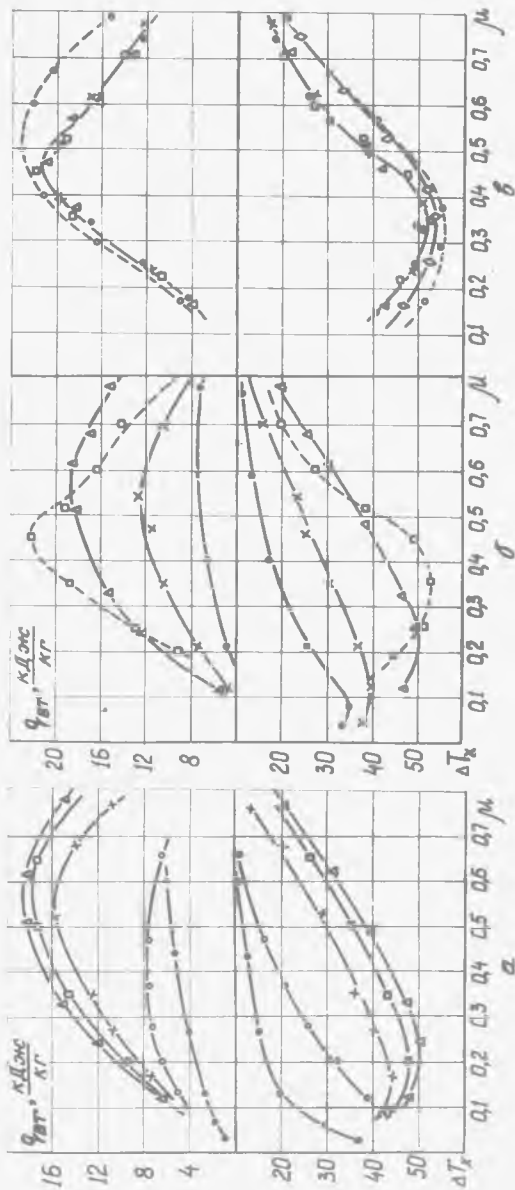
рис. 2,а, явилось определение оптимальной величины зарешоточного пространства ΔP . Из графиков видно, что $d_{3.пр}$ существенно влияет на эффективность работы ВТ. При увеличении $d_{3.пр}$ от 0 до 6 мм характеристики резко, а затем постепенно улучшаются, достигая наилучших значений при $d_{3.пр} = 6$ мм. При дальнейшем увеличении $d_{3.пр}$ характеристики практически не изменяются. В дальнейших экспериментах $d_{3.пр}$ устанавливалась равной 6 мм.

На втором этапе исследования определялось влияние диаметра ΔP на характеристики ВТ, форма ячеек ΔP квадратная, 6х6 мм (рис. 2,б). Изменение диаметра решетки осуществлялось путем установки сменных колец с внутренним диаметром 25, 34, 42, 50 мм. Толщина всех исследуемых решеток была постоянной и равнялась 8 мм.

При увеличении $d_{реш}$ характеристики ВТ постепенно улучшаются и при $d_{реш} = 50$ мм, т.е. при $d_{реш}$, равном выходному диаметру ВТ, становятся наилучшими, при этом максимум эффекта охлаждения достигается при $\mu = 0,35$, однако ВТ с $d_{реш} = 42$ мм в области $\mu > 0,5$ остается эффективнее, чем при $d_{реш} = 50$ мм.

После определения оптимальных величин $d_{3.пр}$ и $d_{реш}$ нами проведено исследование влияния формы ячейки (квадратные и круглые) и величины диаметра ячеек на характеристики ВТ. В работе [3] рекомендовано в качестве турбулизатора потока использовать ΔP с квадратной формой ячеек. Изготовление такой решетки технологически сложно.

Анализ результатов экспериментов, представленных на рис. 2,в, показывает, что характеристики ВТ с ячейкой ΔP в форме квадрата со стороной 6х6 мм по сравнению с ΔP , ячейки которой выполнены круглыми с диаметром 8, 6, 4 мм, существенно не отличаются друг от друга. При



Р и с. 2. Изменение температурного эффекта охлаждения и холодопроизводительности вкрутой трубы в зависимости от величины формы: а) зрешечного пространства: \bullet - 0; \circ - 1 мм; \times - 2 мм; \square - 3 мм; Δ - 6-20 мм; $d_{\text{resh}} = 42$ мм; ячейки бх6; б) диаметр азродинамической решетки: \circ - β 26; \times - β 34; Δ - β 42; \square - β 50; ячейки бх6 мм; $d_{3, \text{пр}} = 6$ мм; в) ячейка азродинамической решетки: \square - бх6 мм; Δ - бх8 мм; \times - β 6; \circ - β 4; ϕ - β 2; \bullet - β 1; $d_{\text{resh}} = 50$ мм; $d_{3, \text{пр}} = 6$ мм; $d_x = 20$ мм; $\beta_r = 3^\circ 50'$; $\beta_r = 4'$; $T = 298$ К

уменьшении $d_{яч}$ для 1-2 мм эффект охлаждения и холодопроизводительность ВТ увеличиваются во всем интервале изменения M . Адиабатный к.п.д. при этом в режиме максимального эффекта охлаждения ($\mu = 0,35$) достигает величины 20% (влажный воздух $\varphi = 90\%$).

Полученные экспериментальные данные для исследованной конструкции ВТ позволяют сделать следующие выводы:

1) величина зарешеточного пространства имеет оптимальное значение, равное 6 мм, и дальнейшее его увеличение не сказывается на эффективности работы ВТ;

2) при равенстве диаметра АР выходному диаметру ВТ отмечено смещение максимума эффекта охлаждения в область $M = 0,35$;

3) замена квадратной формы ячеек АР на более технологичную круглую не приводит к изменениям характеристик;

4) при уменьшении диаметра ячеек АР наблюдается увеличение эффекта охлаждения и холодопроизводительности ВТ, при этом максимум эффекта охлаждения соответствует значению $M = 0,35$.

Л и т е р а т у р а

1. Метенин В.И. Исследование вихревых температурных разделителей сжатого газа. - Журн. техн. физики, 1960, т. 30, вып. 9, с.1095-1103.

2. А.с. 819526 (СССР). Вихревая труба. В.И.Метенин. - Опубл. 7.04.81 в Б.И. № 13.

3. Савельев С.Н. Исследование вихревых труб. Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Одесский технологический институт холодильной промышленности, 1980.

УДК 532.527

В.В.Бирюк, В.А.Курочкин, В.М.Сукчев, Г.А.Смоляр

РАСЧЕТ ВИХРЕВЫХ АВИАЦИОННЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ

Простота конструкции, удобство эксплуатации, надежность работы ВТ, работающей от скоростного напора набегающего потока воздуха, позволяют использовать ее в качестве автономного источника холода на борту самолета. Однако параметры на входе в ВТ существенно меняются и необходимы дополнительные исследования характеристик ВТ при пониженных плотностях воздуха. Как отмечалось [1], при работе ВТ на самолете, скорость и высота полета которого находятся в диапазоне $M = 0,3-2,3$ и $H = 0-20000$ метров, температура, давление и располагаемая степень расширения воздуха будут соответственно $T_{вх} = 487-234$ К; $P_{вх} = (2,51-0,135) \times 10^5$ Па; $\pi = 1,04-8,5$. В этом диапазоне ВТ должна обеспечивать устойчивую работу охлаждающей системы.