

7. Гуляев А.И. Эффект Ранка при низких температурах. - ИФЖ, 1965, т. 9, № 3, с. 354-357.

8. Суслов А.Д., Мурашкин А.В. Циркуляция горячего потока как метод повышения эффективности вихревой трубы. - Материалы III Всесоюзной научно-технической конференции "Вихревой эффект и его промышленное применение". - Куйбышев, 1981, с. 99-102.

УДК 533.17

А.А.П о л я н о в

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИХРЕВЫХ ТРУБ ПРИ БОЛЬШИХ СТЕПЕНЯХ РАСШИРЕНИЯ

Результаты исследований [1, 2, 3, 4, 5] показали, что при рациональном сочетании режимных и геометрических параметров ВТ может быть значительно повышена эффективность ее работы во всем диапазоне степеней расширения. В частности, на предыдущих конференциях докладывались результаты испытаний ВТ диаметром $D = 0,042$ м, спроектированной с учетом анализа процессов, происходящих внутри ВТ, при степенях расширения $\pi = 3-12$ [1, 2].

Полученные результаты показали возможность повышения эффективности работы ВТ за счет изменения площади проходного сечения соплового ввода. В настоящей работе предлагаются результаты дальнейших испытаний ВТ при степенях расширения $\pi_{гр} = 8-36$ и долях холодного потока $M = 0,1-0,9$. Испытывалась коническая ВТ диаметром $D = 0,03$ м, с длиной вихревой камеры $L = 0,45$ м ($L/D \approx 15$). Угол конусности вихревой камеры $\gamma_k \approx 3,5^\circ$. Длина конической трубки холодного потока $L_x = 0,15$ м ($L_x/D \approx 5$), угол конусности патрубков холодного потока $\gamma_x \approx 15,5^\circ$. Конструкция ВТ позволяла изменять площадь сечения соплового ввода и диаметр отверстия диафрагмы ($f_c = 0,035; 0,045; 0,057; 0,07; 0,102$ и $d_g = 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,64; 0,7$).

Влияние относительной площади проходного сечения соплового ввода.

На рис. 1 приведена зависимость коэффициента температурной эффективности работы вихревой трубы от относительной площади сечения соплового ввода для $d_g = 0,45$. Из рисунка видно, что при высоких степенях расширения f_c имеет некоторое оптимальное значение в зависимости от режима работы. Анализ полученных зависимостей показывает, что для определения оптимальной площади соплового ввода может быть использована полученная ранее [4] зависимость

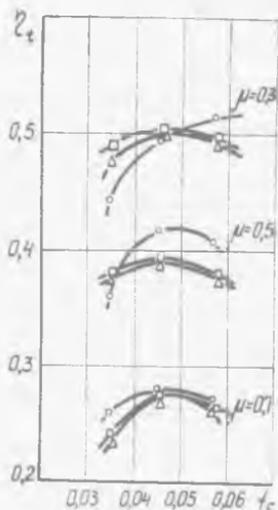
$$\bar{f}_c^{opt} = 0,01 + 0,2 \pi^{-0,6} M^{-0,6} \gamma_k^{1,7} D^{-0,2}$$

Влияние относительного диаметра отверстия диафрагмы. Результаты экспериментов показали, что в случае применения сопловых вводов с оптимальной площадью проходного сечения зависимость коэффициента температурной эффективности от диаметра отверстия диафрагмы при различных π отличается незначительно.

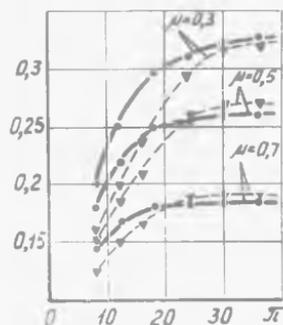
Влияние степени расширения на эффективность охлаждения газа. На рис. 2 показана зависимость степени охлаждения газа от степени расширения газа в ВТ при различных f_c и $d_D = 0,55$.

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что применение ВТ с оптимальными для конкретного режима геометрическими параметрами f_c и d_D позволяет увеличить эффективность работы ВТ до степеней расширения $\pi > 30$.

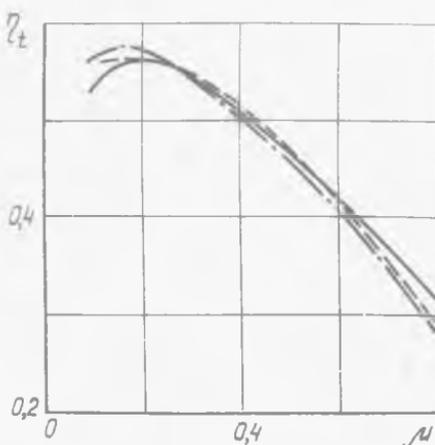
Обобщающие результаты. На рис. 3 представлены зависимости коэффициента температурной эффективности от доли холодного потока μ при степени расширения $\pi = 12, 24$ и 36 соответственно. На каждом рисунке нанесены резуль-



Р и с. 1. Зависимость ζ_t от f_c : $\circ - \pi = 12$; $\Delta - \pi = 24$; $\square - \pi = 36$



Р и с. 2. Зависимость $(1 - \theta_x)$ от π : $-- f_c = 0,035$; $- f_c = 0,057$



Р и с. 3. Зависимость ζ_t от μ при $f_c = 0,045$; $d_D = 0,4 - 0,7$; $--- \pi = 12$; $- - - \pi = 24$; $— \pi = 36$

таты обработки испытаний ВТ при конкретной степени расширения и различных сочетаниях площади соплового ввода и диаметра отверстия диафрагмы во всем диапазоне их изменений.

Верхняя огибающая массива полученных данных показывает, что при оптимальном сочетании указанных геометрических параметров можно получить максимальный коэффициент температурной эффективности в пределах $Z_t = 0,56-0,58$ даже при $\lambda_{гр} = 36$.

Л и т е р а т у р а

1. Лепяко А.П. Анализ процесса энергообмена между потоками газа внутри вихревой трубы. - В кн.: Вихревой эффект и его применение в технике. - Куйбышев: КуАИ, 1976, с. 48-53.

2. Лепяко А.П., Поляков А.А. Режим работы и геометрия вихревой трубы. - В кн.: Вихревой эффект и его промышленное применение. Куйбышев: КуАИ, 1981, с. 19-21.

3. Лепяко А.П., Поляков А.А. Результаты испытаний адиабатных вихревых труб в широком диапазоне степеней расширения. - Тезисы докладов III Всесоюзной научно-технической конференции по холодильному машиностроению. - Одесса, 1982, с. 27-28.

4. Поляков А.А., Ильина Н.И., Лепяко А.П. Повышение эффективности работы вихревых труб. - Холодильная техника, 1982, № 4 с. 29-32.

5. Чижиков Ю.В. Определение диаметра вихревой трубы в зависимости от степени расширения газа. - Изв. вузов. Машиностроение, 1971, № 7, с. 36-39.

УДК 621.43.46

В.Т.В о л о в

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССООБМЕНА В ВИХРЕВЫХ ДИФФУЗОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

Рассмотрим методику расчета основных интегральных характеристик щелевого конического диффузора. Течение газа в диффузоре будем считать осесимметричным ($\partial/\partial\varphi = 0$), стационарным ($\partial/\partial t = 0$), пограничный слой как в радиальном, так и в окружном направлении сомкнулся. Стенки диффузора теплоизолированы ($dq_n = 0$), нормальная скорость отсутствует, а массовые силы равны нулю. Тогда уравнения движения в щели конического диффузора запишутся следующим образом:

$$\rho \Gamma_3 \frac{\partial U}{\partial S} - \rho \frac{v^2}{H_1 H_3} \frac{\partial H_3}{\partial S} = - \frac{1}{H_1} \frac{\partial P}{\partial S} + \frac{1}{H_1^2 H_3} \frac{\partial}{\partial n} (H_1^2 H_3 \zeta_{sh}); \quad (I)$$