

С.В. И в а н о в

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ НА
ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ

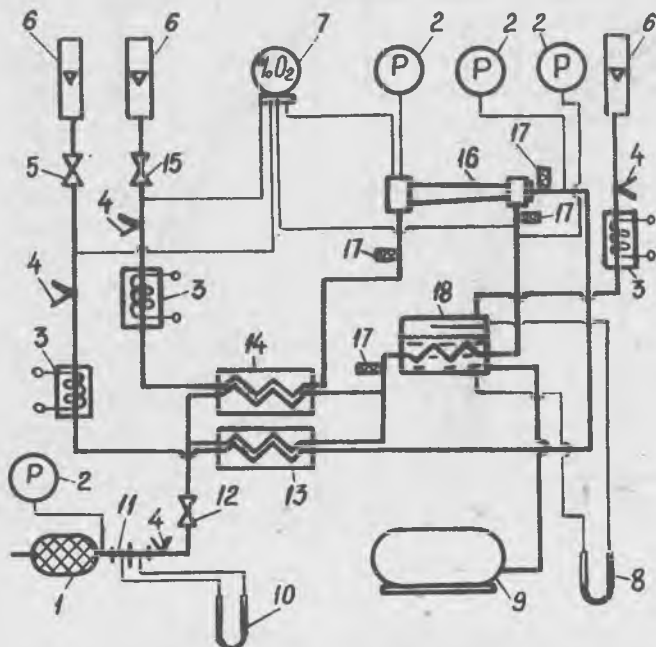
Принятые обозначения

D - диаметр вихревой трубы	ΔT_2 - разность температур жидкости, выходящей из вихревой трубы, и жидкого воздуха
L - длина вихревой трубы	
p_0 - давление жидкого воздуха на входе в вихревую трубу	
μ - относительный расход парового потока	X - содержание кислорода в жидкости, выходящей из вихревой трубы
ΔT_1 - разность температур жидкого воздуха и пара, выходящего из вихревой трубы	Y - содержание кислорода в паре, выходящем из вихревой трубы

Вихревой эффект достаточно хорошо исследован при работе вихревой трубы на газе и парах и значительно меньше на жидкости [1]. Особый интерес представляет исследование работы вихревой трубы на криогенных жидкостях. Известны схемы использования вихревой трубы в установках для разделения воздуха методом глубокого охлаждения. Однако в литературных источниках отсутствуют данные о работе вихревой трубы на низкотемпературных жидкостях (в частности на жидком воздухе).

Задача исследования - определение температурных характеристик вихревой трубы при работе ее на жидком воздухе. Исследование проводилось на экспериментальной установке, принципиальная схема которой показана на рис.1.

Сжатый осушенный и предварительно охлажденный в теплообменниках I3 и I4 воздух ожидается в конденсаторе-испарителе I8, в межтрубном пространстве которого кипит жидкий азот, и подается в вихревую трубу I6. При истечении жидкого воздуха, находящегося при температуре кипения или вблизи ее, из сопла вихревой трубы образуется вихрь, состоящий из внешнего жидкостного кольца и парового ядра. Посредством создаваемого в вихре поля центробежных сил жидкость удерживается на периферии камеры разделения и отводится из вихревой трубы. Пары заполняющие приосевую область выходят через отверстие диафрагмы.

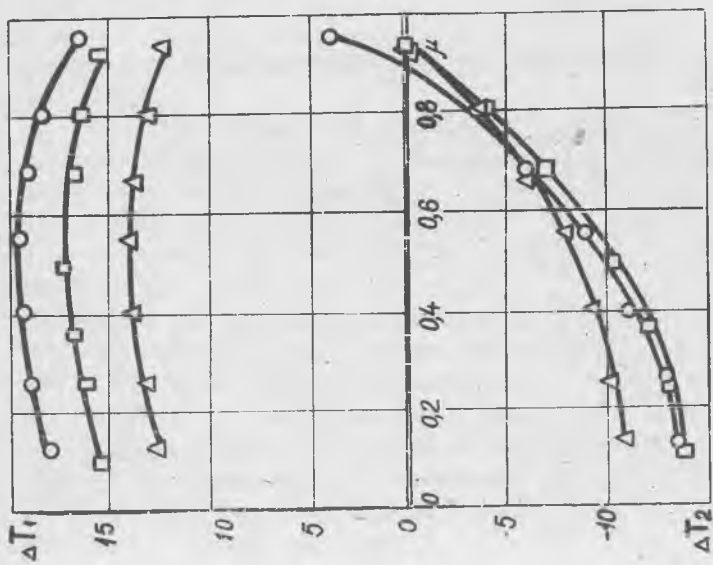


Р и с. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 - блок сушки; 2 - манометр; 3 - электроподогреватель; 4 - термопара; 5, 12, 15 - вентиль регулирующий; 6 - ротаметр; 7 - газоанализатор; 8 - указатель уровня; 9 - резервуар с жидким азотом; 10 - дифференциальный манометр; 11 - мерная шайба; 13, 14 - теплообменник; 16 - вихревая труба; 17 - термометр сопротивления; 18 - испаритель - конденсатор

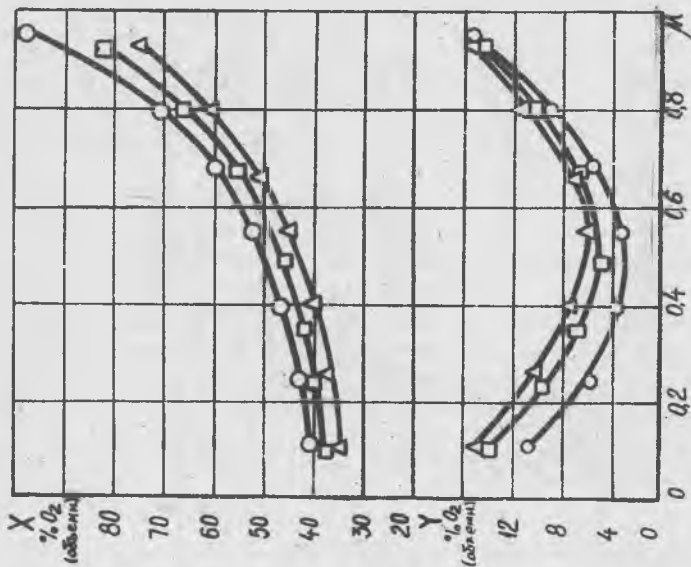
Испытывалась коническая вихревая труба диаметром $D = 0,006$ м и длиной $L = 0,13$ м. Исследовалась работа вихревой трубы при давлении жидкого воздуха $P_0 = (3,92; 4,9; 5,88) \cdot 10^5$ н/м².

Температурные характеристики вихревой трубы при ее работе на жидком воздухе приведены на рис. 2. На оси абсцисс отложены значения относительного расхода парового потока, выходящего из отверстия диафрагмы μ , а по оси ординат - разность температур жид-



Р и с. 2. Зависимость эффекта охлаждения пара ΔT_1 и жидкости ΔT_2 от относительного расхода пара μ :

○ - $5,88 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$; □ - $4,9 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$; △ - $3,92 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$



Р и с. 3. Зависимость концентрации кислорода в жидкости X и паре Y , выходящих из выхревой трубы, от относительного расхода пара μ :

○ - $5,88 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$; □ - $4,9 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$; △ - $3,92 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$

кого воздуха пара ΔT_1 и жидкости ΔT_2 , выходящих из вихревой трубы. На рис.3 представлены экспериментальные данные по содержанию кислорода в жидкости и паре, выходящих из вихревой трубы, в зависимости от μ .

Проведенные исследования показали, что температура потока, отводимого с периферии камеры разделения вихревой трубы соответствует температуре кипения жидкой азотно-кислородной смеси при ее давлении и концентрации, а температура пара отводимого из отверстия диафрагмы равна температуре насыщенного пара при его давлении и концентрации. Полученные результаты подтверждают также данные работы [1] о возможности получения в вихревой трубе понижения температуры криогенной жидкости.

Л и т е р а т у р а

- I. Festez A.D., Wilde R.J. *An Analytical and Experimental Study of the Subcooler - a New Concept in Mass Transfer Cooling.*, Soc. Automat. Engngs. Inc., New York, 1965.

В.А. Высочин

О СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА В СОПЛОВОМ СЕЧЕНИИ С РЕЖИМОМ РАБОТЫ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Принятые обозначения

$\bar{R}, \bar{L}, \bar{F}, \bar{D}$ -	безразмерный радиус, длина горячего участка, суммарная площадь сопла в критическом сечении, диа- метр отверстия диафрагмы	$\tau, (\lambda)$ -	газодинамическая функ- ция
n -	число каналов сопла	κ -	показатель изоэнтропы
H, B -	высота и ширина каналов сопла	$\rho_{из}^*, T_{из}^*$ -	значения параметров потока при изоэнтроп- ном процессе
p -	давление	μ -	относительная доля хо- лодного потока
T -	температура	G -	массовый секундный рас- ход газа
ρ^*, T^* -	значения заторможенных параметров потока		
A -	приведенная скорость		