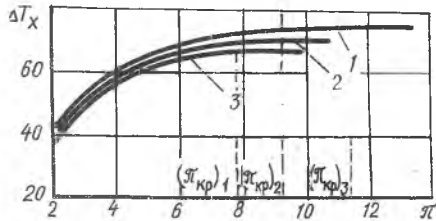


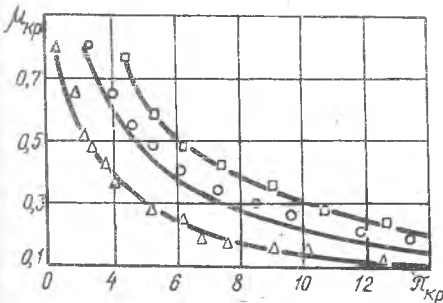
РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Одной из особенностей работы ВТ является критический режим, при котором увеличение степени расширения \mathcal{L} не сопровождается увеличением эффекта охлаждения ΔT_x (рис. 1). Критический режим является следствием "запирания" течения и достижения максимального расхода в сечении диафрагмы.

Экспериментально определялись газодинамические параметры $\mathcal{L}_{кр}$ и $\mu_{кр}$ наступления критического течения в сечении диафрагмы ВТ при заданных $\bar{F}_c = \frac{F_c}{F_0}$ и $\bar{F}_d = \frac{F_d}{F_0}$. Испытывалась работающая на воздухе цилиндрическая с крестовиной ВТ $\varnothing = 0,08 \times 10^{-2}$ м длиной $L = 9\varnothing$ со сменным набором сопел $\bar{F}_c = 0,087; 0,105; 0,115$ и диафрагм $\bar{F}_d = 0,16; 0,2; 0,25$.



Р и с. 1. Влияние степени расширения на эффект охлаждения: 1-3 соответствуют $\mu = 0,2; 0,25; 0,3$; $p_i^* = 3$ МПа; $T_i^* = 320$ К; $F_c/F_d = 0,46$



Р и с. 2. Зависимость μ от \mathcal{L} на критических режимах: $p_i^* = 3$ МПа; $T_i^* = 320$ К; F_c/F_d ($\Delta = 0,72$; $\circ = 0,46$; $\square = 0,35$)

Результаты экспериментов представлены на рис. 2. Из условия нормировки функции $N = f[(F_c/F_d)_{кр}; \mathcal{L}_{кр}; \mu_{кр}]$ на единицу получим

$$\left(\frac{\bar{F}_c}{\bar{F}_d}\right)_{кр} \mu_{кр} (\mathcal{L}_{кр} - 0,5) = 1. \quad (I)$$

Рассчитанные по формуле (I) зависимости показаны сплошными линиями.

$$\text{Из условий } \Delta T_x + \Delta T_r = T_r^* - T_x^* \text{ и } \mu = \frac{\Delta T_r}{\Delta T_x + \Delta T_r}$$

получим

$$\Delta T_x = (T_r^* - T_x^*)(1 - \mu). \quad (2)$$

Подставив в формулу для температурной эффективности

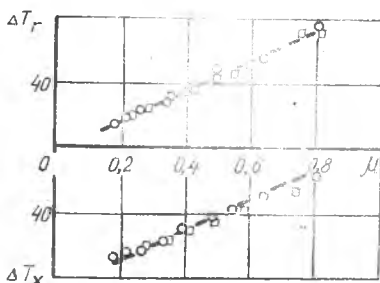
$$\eta = \frac{\Delta T_x}{T_1^* \left[1 - \left(\frac{1}{\mu} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]} \quad (3)$$

из (1) и выражение (2), имеем

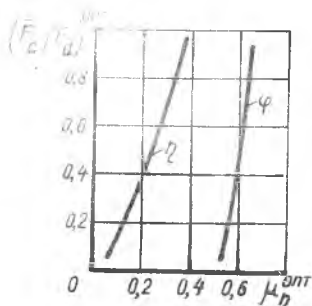
$$\eta = \frac{\frac{T_r^* - T_x^*}{T_1^*} (1 - \mu)}{1 - \left(\frac{\bar{F}_d}{\bar{F}_c \mu} + 0,5 \right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}}. \quad (4)$$

Замечает, что на критических режимах $T_r^* - T_x^* = const$ и не зависит от μ (рис. 3). Находим оптимальное μ , при котором $\eta = \eta_{max}$, из условия $d\eta/d\mu = 0$. Максимумы функции (4) находились численно при различных значениях параметра \bar{F}_c/\bar{F}_d . Из условия однозначности функции (1) получим

$$\mu \eta = \frac{\bar{F}_d}{\bar{F}_c \mu \eta} + 0,5. \quad (5)$$



Р и с. 3. Эффект энергетического разделения $\Delta T_x = T_r^* - T_x^*$ на критических режимах: $p^* = 5$ МПа; $T_1^* = 320$ К; $\bar{F}_c/\bar{F}_d = (○ - 0,46; □ - 0,35)$



Р и с. 4. Влияние геометрических параметров на оптимальное μ

Адиабатный к.п.д. ВТ можно записать в виде $\varphi = \eta \mu$, подставив сюда выражение (4), находим

$$\varphi = \frac{T_r^* - T_x^* / T_1^* (1 - \mu) \mu}{1 - \left(\bar{F}_d / \bar{F}_c \mu + 0,5 \right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}}. \quad (6)$$

Максимумы функции (6) находились численно при различных значениях параметра \bar{F}_c / \bar{F}_d .

Результаты расчетов представлены на рис. 4.

Из условия однозначности функции (I) определяем

$$\pi_{\varphi}^{opt} = \frac{\bar{F}_d}{\bar{F}_c \mu_{\varphi}^{opt}} + 0,5. \quad (7)$$

Предыдущие расчеты позволяют при заданных геометрических параметрах \bar{F}_c и \bar{F}_d определить оптимальные μ и π , при которых максимальны значения η и φ . Для определения значений η и φ необходимо экспериментально определить эффект энергетического разделения $\Delta T_{\xi} = T_r^* - T_x^*$ на критическом режиме для конкретной ВТ.

Л и т е р а т у р а

- И. Су слов А.Д., Чи ж и ко в Ю.В. Методика расчета вихревых холодильников. - В сб.: Некоторые вопросы исследования вихревого эффекта и его промышленного применения. - Куйбышев: КуАИ, 1974.

УДК 532.527.004.14

Г.С.Изаксон, Г.П.Токарев

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

При работе ВТ как элемента каскадной, ступенчатой, регенеративной и т.д. схем входное и выходное давления могут изменяться по сложным законам. При этом, соответственно, изменяется доля холодного потока μ и эффект охлаждения ΔT_x . При этом возможны критические режимы [1]; когда увеличение степени расширения π не сопровождается увеличением эффекта охлаждения ΔT_x .

Цель проведенной работы - исследование влияния π , π_r , π' на работу ВТ на критических режимах при различных геометрических параметрах \bar{F}_c и \bar{F}_d .