

4. Остальная часть вихрей перемещается к периферии, где в результате всестороннего сжатия каждый вихрь, уменьшаясь в размерах и увеличивая угловую скорость собственного вращения, диссипирует вследствие работы сил вязкости, т.е. исчезает как форма упорядоченного движения частиц, превращаясь в неупорядоченную (тепловую) форму движения.

В соответствии с предложенной гипотезой количество преобразованной в тепло механической энергии будет пропорционально величине радиального градиента давления, интенсивности вторичного вихреобразования при взаимодействии исходного потока с центральным ядром (либо другого механизма турбулизации течения, например, крестовин, сеток и проч.), плотности и вязкости газа. Наличие автоколебаний в трубе облегчает радиальную диффузию вихрей и способствует интенсификации процесса теплопереноса.

УДК 533.697

Ю.В.Чижиков, В.Г.Воронин, М.И.Опарина

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА АДИАБАТНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

На основе анализа литературных источников и многочисленных экспериментов выработаны предварительные положения, на которых базируется предлагаемая методика расчета:

1) коническая ВТ более эффективна по сравнению с цилиндрической при углах конусности $\alpha < 4^\circ$;

2) температурная эффективность практически не зависит от степени расширения в диапазоне $\varepsilon = 4-16$;

3) температурная эффективность линейно уменьшается с ростом расхода охлаждаемого потока в диапазоне $\mu = 0,2-0,8$;

4) ошибка расчета в интервале параметров, ограниченном п. 1-3, не должна превышать 10%.

Расчетное уравнение, связывающее основные газодинамические параметры ВТ $\mu = \frac{0,75 - \mu}{1 - (1/\varepsilon)^{\mu}}$, получено на основе обработки экспериментальных данных.

Поскольку $\mu = G_x / G_0$, а $G_0 = \frac{\alpha F_c P_0}{24,8 \sqrt{T_0}}$ могут быть найдены

общий расход газа и площадь проходного сечения соплового ввода, однако расчетное значение G_o справедливо только при $\mu \geq 0,7$. Поэтому

$$F_c = 24,8 \frac{G_o(1,32 - 0,4\mu)\sqrt{T_o}}{\alpha P_o}$$

Диаметр ВТ в сопловом сечении $D_o = 1,2 \sqrt{\frac{F_c \varepsilon^{4,5}}{\varepsilon_o^{0,5} - 1}}$.

Диаметр отверстия в диафрагме $D_x = D_o(0,36 + 0,37\mu)$.

Длина камеры энергетического разделения $L_o = 9D_o$.

Длина патрубка для выпуска охлажденного потока $L_x = 3D_o$.

Пример расчета. Задано сконструировать подогреватель воздуха. Параметры системы приведены в таблице.

Параметр	Размерность	Режимы		
		I	II	III
G_o	кг/с		0,033	
P_o	МПа	0,65	0,435	0,245
T_o	К	338	338	308
G_r	кг/с	0,02	0,017	0,015
T_r	К		363	
P_r	МПа	0,167	0,122	0,124
$P_a = P_x$	МПа	0,1	0,036	0,02

Анализ параметров показывает, что получение необходимого перепада температуры нагретого потока на первом и втором режимах не представляет трудностей. Специфика третьего режима заключается в большой разности давления охлажденного P_x и рабочего, нагретого P_r потоков. Для определения допустимой степени расширения охлажденного потока воспользуемся выведенным профессором А.П. Меркуловым выражением для степени недорасширения нагретого потока $\varepsilon_r = 0,33, \varepsilon + 0,67$. Получим $\varepsilon_{max} = 3,82$; $\mu = 0,54$.

Потребный коэффициент температурной эффективности

$$\eta_r = \frac{(1-\mu) \Delta T_r}{\mu \Delta T_s} = 0,482.$$

После этого по изложенной методике определяем геометрические размеры ВТ: $F_c = 66 \text{ мм}^2$, $D_o = 30 \text{ мм}$, $L_o = 275 \text{ мм}$, $D_x = 16 \text{ мм}$.

Площадь сопла определена для третьего режима, тогда как на первом и втором режимах начальное давление воздуха выше и площадь сопла должна быть уменьшена. Начальные параметры изменяются от

режима к режиму не ступенчато, а плавно, регулирование площади сопла при этом может осуществляться как плавно, так и ступенчато. Влияние на температурную эффективность способа регулирования незначительно.

После вычисления размеров ВТ проводится контрольный расчет параметров нагретого потока на неоптимальных первом и втором режимах. Если параметры не достигаются, необходим новый расчет ВТ промежуточных размеров.

Для расчета адиабатной ВТ составлена программа для ЭВМ ЕС-1020 на языке ФОРТРАН.

УДК 532.527

В.А.Сафонов

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ МОЛЕКУЛ ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ ГАЗА

Рассмотрев ансамбль молекул, можно сказать, что температура его изменяется пропорционально квадрату скорости теплового движения молекул [3].

В [1] показано, что осевой поток формируется из периферийного по всей длине ВТ вследствие радиального градиента давления, который создается различной концентрацией молекул на разных радиусах ($P = n k T$).

Для того, чтобы молекулы газа двигались в радиальном направлении, необходимо, чтобы помимо хаотического движения они испытывали в радиальном направлении (к оси) большее число воздействий, чем в противоположном направлении, что и обеспечивается радиальным градиентом давления.

Газ содержит молекулы, имеющие различную скорость теплового движения как по величине, так и по направлению. Если рассматривать газ, вытекающий из сопла ВТ, то можно принять, что 1/6 часть молекул имеет скорость теплового движения (или составляющую скорости), совпадающую по направлению со скоростью потока. При критическом истечении газа из сопла наиболее вероятная скорость теплового движения молекул численно близка к скорости потока.