

## К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ В СТЕСНЕННОЙ ЗАКРУЧЕННОЙ СТРУЕ

Как известно, вследствие наличия тангенциальной составляющей свободная закрученная струя имеет повышенную эжекционную способность, больший угол раскрытия и меньшую по сравнению с прямоточной струей дальность. В литературе имеются предположения [1], что в условиях стеснения должна снижаться эжектирующая способность закрученных струй и тем самым не будут использоваться присущие им специфические особенности.

Существующая методика расчета приточных вентиляционных струй предлагает учитывать условия стеснения введением в расчетные формулы коэффициента стеснения, представляющего собой отношение максимальной скорости в стесненной струе к максимальной скорости в свободной струе. Экспериментальные данные показывают, что коэффициент стеснения зависит от параметра стеснения ( $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}$ ), расстояния от воздухораспределителя до рассматриваемого сечения ( $\bar{x}$ ), схемы развития струи (тупиковая или проточная) и других величин.

В отличие от вышеприведенного метода представляет интерес использование для расчета стесненных закрученных струй зависимости, применяемой для расчета скорости в свободных закрученных струях без введения коэффициента стеснения.

При расчете свободных закрученных струй может быть применено нелинейно дифференциальное уравнение [2] вида

$$\frac{d\tilde{v}_{xm}^2}{dx} = \frac{\tilde{v}_{xm}^4 \tilde{x}^3 - 6\bar{\varphi}_2 \tilde{v}_{xm}^2}{(\varphi_1 \tilde{x}^3 \tilde{v}_{xm}^2 + \bar{\varphi}_2) \tilde{x}}, \quad (1)$$

где  $\tilde{v}_{xm} = v_{xm}/v_{xmo}$  — отношение максимальной скорости  $v_{xm}$  в свободной закрученной струе к максимальной продольной составляющей ( $v_{xmo}$ ) скорости на срезе воздухораспределителя;  $\tilde{x} = x/x_0$  — отношение расстояния ( $x = \bar{x} + 2,3d_0$ ) от полюса закрученной свободной струи к длине начального участка ( $x_0 = d_0(5,42 - 5,21S)$ );  $\varphi_1$  — коэффициент раскрытия струи, равный  $-5,95 \operatorname{tg}(4,8 + 14S)$ ;  $\bar{\varphi}_2$  — "модифицированное число закрутки".

$$\bar{\varphi}_2 = M_{xx} \frac{v_{\varphi m}}{m_1 \operatorname{tg} \alpha} 0,5 v_{xm} \frac{v_{\varphi mo}}{v_{xmo}} = -1,471S;$$

$S$  — "число закрутки" — безразмерный интегральный параметр [3], отражающий закручивающий эффект воздухораспределителя.

Анализ коэффициентов, входящих в уравнение (1), показывает, что условия стеснения, вызывающие изменение величин  $M_{xx}^v \varphi_m$ ,  $m_1$ ,  $\alpha_{0,5v_{xm}}$ , должны влиять на изменение значений "модифицированного числа закрутки"  $\bar{\varphi}_2$ .

Это влияние определялось экспериментально, когда в опытах находилось изменение максимальной скорости в закрученной струе, развивающейся в тупике. Опыты проводились на модели квадратного сечения ( $F_{\Pi} = 0,1 \times 0,1 \text{ м}^2$ ) длиной  $l_{\Pi} \approx 6\sqrt{F_{\Pi}}$ . Струи истекали из закручивателя тангенциального типа. Параметр стеснения ( $\sqrt{F_{\Pi}}/d_0$ ) задавался равным 10; 6,67; 5; 4. Максимальная скорость измерялась на оси модели термоанемометром в широком диапазоне (от 0,2 до 0,64) "чисел закрутки"  $S$ .

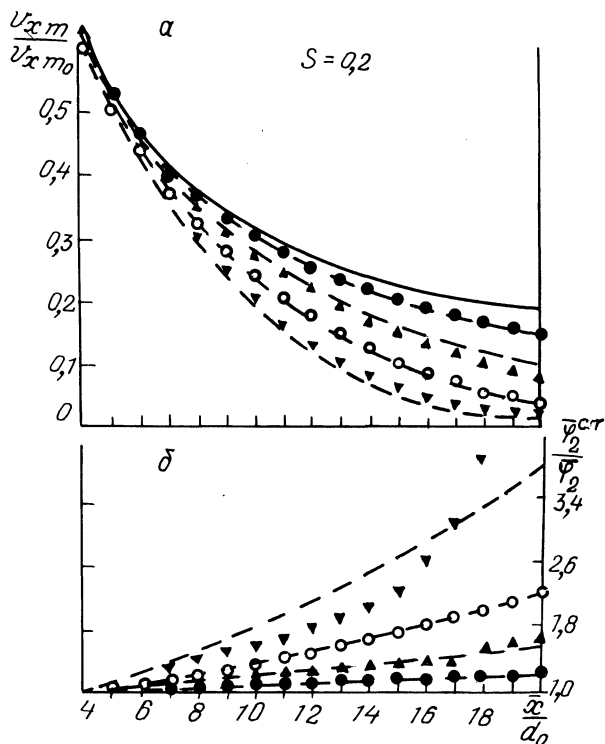


Рис. 1. Относительное затухание скорости  $v_{xm}/v_{xm0}$  вдоль оси свободной и развивающихся в тупике закрученных струй, рассчитанное с использованием "модифицированного числа закрутки" (а) и изменение  $\varphi_2^{ct}$  в зависимости от параметра стеснения (б) при  $S=0,2$  (— для свободной струи по уравнению (1); - - - для стесненной струи по уравнению (2); ●, ▲, ○, ▼ — экспериментальные значения при  $\sqrt{F_{\Pi}}/d_0$ , соответственно равном 10, 6,67, 5, 4).

Результаты измерений максимальной скорости представлены на рис. 1, а и 2, а, на которых также приведены кривые затухания максимальной скорости в свободной закрученной струе, рассчитанные по уравнению (1).

Анализ рисунков показывает, что:

1 — при развитии закрученной струи в ограниченном пространстве отмечается значительное влияние условий стеснения на изменение максимальной скорости;

2 — с увеличением стеснения от  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=10$  до  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=4$  более интенсивно затухает максимальная скорость. Например, при "числе закрутки"  $S=0,2$  на расстоянии от источника, равном  $20d$ , максимальная скорость при свободном развитии струи равна  $0,182 v_{xmo}$ ; при  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=10 v_{xm}=0,141 v_{xmo}$ ; при  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=6,67 v_{xm}=0,084 v_{xmo}$ ; при  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=5 v_{xm}=0,0327 v_{xmo}$ , а при  $\sqrt{F_{\Pi}/d_0}=4 v_{xm}=0,0077 v_{xmo}$ . Подобная картина наблюдается и при других "числах закрутки";

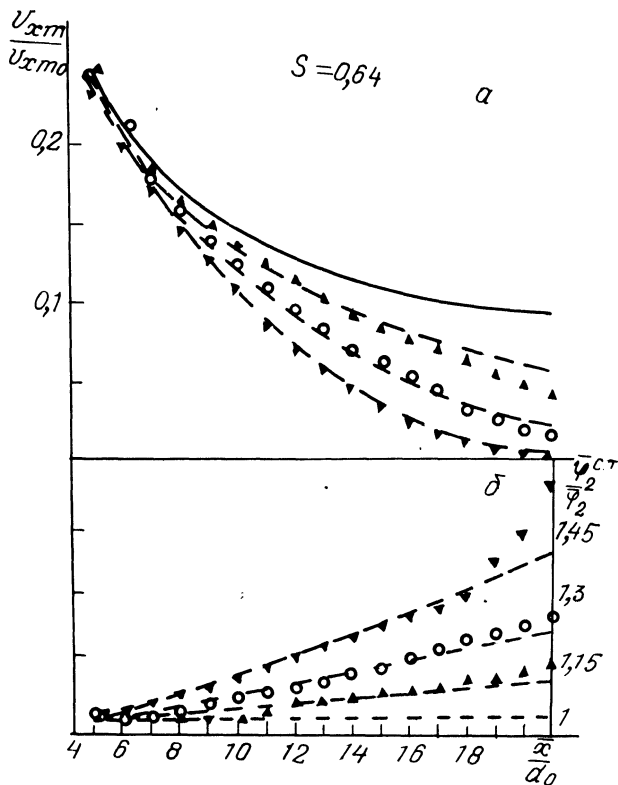


Рис. 2. То же, что и для рис. 1, только при  $S=0,64$ .

3 – условия стеснения сказываются на изменении скорости в струе только на некотором расстоянии от источника. Сначала струя развивается как свободная (на расстоянии от источника  $\approx 4-5d_0$ ) и только затем начинает сказываться влияние условий стеснения.

Опытные значения "модифицированного числа закрутки"  $\bar{\varphi}_2^{ст}$  в зависимости от "числа закрутки"  $S$ , параметра стеснения  $\sqrt{F_{II}}/d_0$  и расстояния от источника  $\bar{x}$  приведены на рис. 1, б и 2,б. Изменение "модифицированного числа закрутки" предлагается рассчитывать по эмпирическому уравнению

$$\bar{\varphi}_2^{ст} = -1,471S (1+A(\bar{x}-4))^B, \quad (2)$$

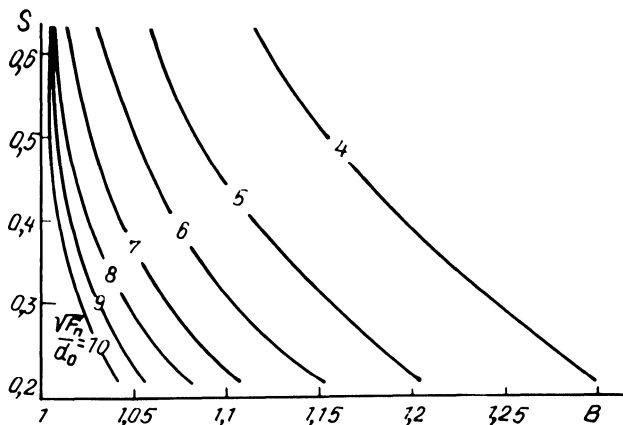


Рис. 3. Номограмма для определения коэффициента  $B$  (уравнение (2)) в зависимости от  $S$  и  $\sqrt{F_{II}}/d_0$ .

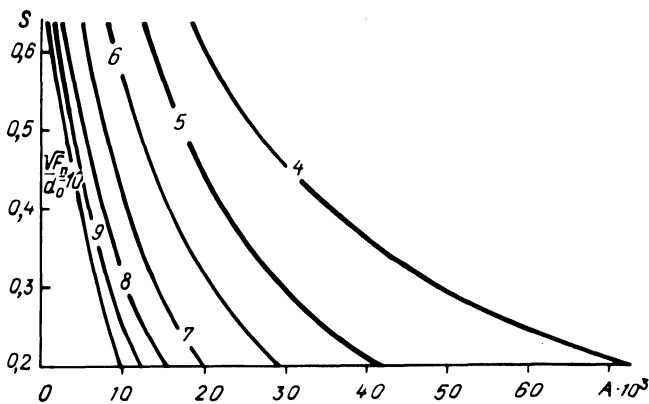


Рис. 4. Номограмма для определения коэффициента  $A$  (уравнение (2)) в зависимости от  $S$  и  $\sqrt{F_{II}}/d_0$ .

где  $A$  и  $B$  – коэффициенты, определяемые по графикам (рис. 3 и 4) в зависимости от параметра стеснения и "числа закрутки".

Анализ рис. 1, а и 2,а показывает, что при сравнительно малом стеснении ( $5 \leq \sqrt{F_{II}/d_0}$ ) сходимость экспериментальных и рассчитанных с помощью уравнений (1) и (2) значений максимальной скорости лучше, чем при большом стеснении ( $\sqrt{F_{II}/d_0} < 5$ ). Это объясняется недостаточной точностью определения  $\overline{\varphi}_2^{CT}$ . В то же время для всех исследованных "чисел закрутки" и параметров стеснения линейная ошибка аппроксимации величины  $v_{xm}/v_{xmo}$  не превышает 3%, что позволяет применять уравнение (1), в котором значение  $\overline{\varphi}_2^{CT}$  определено по формуле (2) для расчета максимальной скорости в закрученной струе, развивающейся в тупике.

## Л и т е р а т у р а

1. Л о в ц о в В.В. Исследование и методика расчета воздухораспределения закрученными струями: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. – Л., 1977. – 22 с. 2. К у н о в с к и й В.И., С ы ч е в А.Т. О распределении воздуха закрученными струями в системах кондиционирования. – В сб.: Совершенствование процессов, машин и аппаратов холодильной и криогенной техники и кондиционирования воздуха. Ташкент, 1977, с. 21–22. 3. Д у б о в В.С. Распространение свободной закрученной струи в затопленном пространстве. – Тр. ЛПИ. Л., 1955, № 176, с. 137–145.

УДК 662.767.3

Н.А. Кривицкая, *канд. техн. наук*  
(БПИ)

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ГАЗА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДАХ

Для условий перспективного расселения, основанного на сближении градостроительных, производственных и сельскохозяйственных комплексов, т.е. на концентрации потребителей газа, заслуживает внимания вариант снабжения пропан-бутановоздушной смесью по трубопроводным системам. В предполагаемой структуре застройки населенных пунктов с выделением гражданской, промышленной и сельскохозяйственной зон отбор газозвоздушной смеси (ГВС) в жилом секторе характерен наличием большого числа равномерно распределенных бытовых потребителей, что определяет условия отбора смеси из распределительных газопроводов.

Переменный по длине расход газозвоздушной смеси на участке с равномерным путевым отбором условно заменяется одним постоянным расходом  $V_3$ , эквивалентным ему по величине вызываемых суммарных линейных потерь давления. Таким образом,