

1. Куновский В.И., Буслева К.Э. Изотермическая закрученная газовая струя с повышенным начальным уровнем турбулентности // Техника, технология, орг. и экономика стр-ва. Мн., 1985. Вып. 11. 2. Жестков Б.А. Основы теории и расчет теплового состояния стенок камер сгорания реактивных двигателей. Уфа, 1980. 3. Абрамович Г.Н. и др. Теория турбулентных струй. М., 1984. 4. Куновский В.И. Исследование закрученной вентиляционной струи.: Дис. ... канд. техн. наук. Мн., 1980.

УДК 697.952

Л.В.БОРУХОВА

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ С ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОТЫ

Одним из путей повышения эффективности работы систем вентиляции является совершенствование проектных решений. Проектирование систем вентиляции должно основываться на комплексном подходе, учитывающем санитарно-гигиеническую и экономическую эффективность систем.

Современные методы оценки санитарно-гигиенической эффективности систем вентиляции на стадии проектирования связаны с необходимостью определения распределения скоростей и температуры воздуха в вентилируемом помещении.

В производственных помещениях с источниками теплоты циркуляция воздуха определяется конвективными струями, восходящими над тепловым оборудованием.

На основании модели конвективной струи, учитывающей развитие крупномасштабных структур, обладающих свойством когерентности, выполнены теоретические исследования конвективных струй в ограниченном объеме [1–3]. Найдены зависимости, позволяющие определить границы струйного пограничного слоя: плоской струи [1]

$$\bar{\chi} = (2\bar{\delta} - \bar{\delta}^2) / (2\text{tg}a_0); \quad (1)$$

осесимметричной струи [2]

$$\bar{\chi} = \frac{2}{\text{tg}a_0} \left( \bar{\delta} - \frac{2}{8\sqrt{\pi}} \ln \frac{\sqrt{8 - \bar{\delta}\sqrt{\pi}}}{\sqrt{8 + \bar{\delta}\sqrt{\pi}}} \right), \quad (2)$$

где  $\bar{\chi} = \chi / (A^i B^{2-i})^{-1/2}$ ;  $\bar{\delta} = \delta / (A^i B^{2-i})^{-1/2}$ ;  $\chi = x + x_0$ ;  $\delta$  — полуширина струйного пограничного слоя;  $a_0$  — угол раскрытия свободной конвективной струи;  $x_0$  — полюсное расстояние;  $i = 0$  для плоской струи,  $i = 1$  для осесимметричной.

Граница нулевой продольной скорости [4]

$$\delta_c = ((1 - k^\delta \bar{\delta})^{1/2})^{1/1,5}, \quad (3)$$

где  $k^\delta = 0,45$  для плоской струи,  $k^\delta = 0,258$  для осесимметричной.

Зависимость для определения скорости перемещения воздуха в любой точке на участке смещения ( $\chi_i \leq \chi_{крF}$ ) для плоской и осесимметричной конвективных струй

$$\bar{v}_i = \frac{2(2^i(4^i - \pi^i \bar{\delta}^{i+1}) + \bar{\rho}_{стр} \pi^i \bar{\delta}^{i+1})(1 - \bar{y}^{1,5})^2 - \bar{\rho}_{стр} \pi^i \bar{\delta}^{i+1}}{2 \cdot 2^i(4^i - \pi^i \bar{\delta}^{i+1}) + \bar{\rho}_{стр} \pi^i \bar{\delta}^{i+1}}, \quad (4)$$

где  $\bar{v}_i \equiv v_i/v_x$ ;  $v_i$  — локальное значение скорости;  $v_x$  — скорость воздуха на оси струи;  $\bar{y} = y/\delta$ .

При  $\bar{y} = 0$   $\bar{v}_i = \bar{v}_x = 1$ ; при  $\bar{y} = 1$   $\bar{v}_i = \bar{v}_v = v_v/v_x$ , где  $v_v$  — скорость обратного потока. При  $\bar{y} > 1$  принимают  $\bar{y} = 1$ , при этом  $\bar{v}_i = \bar{v}_v$  (распределение скоростей обратного потока равномерное).

Скорости воздуха на участке разворота ( $\chi_{крF} < \chi < \chi_d$ ) на основании [5]:

$$\frac{v_x}{v_{x_{крF}}} = (1 + |\bar{v}_{вкрF}|) e^{-\chi/\chi_{крF}} - |\bar{v}_{вкрF}|, \quad (5)$$

где  $v_{x_{крF}}$ ,  $v_{вкрF}$  — скорость воздуха соответственно на оси струи и в обратном ее потоке в критическом сечении.

Для проверки аналитических зависимостей (1) — (5) выполнены экспериментальные исследования по определению параметров конвективных струй, развивающихся в ограниченном объеме. Эксперименты проводили на установ-

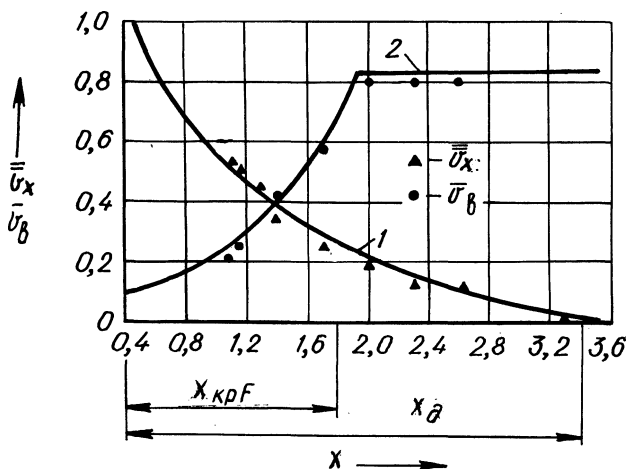


Рис. 1. Скорости воздуха на оси струи  $\bar{v}_x$  и в обратном потоке  $\bar{v}_v$  при  $\bar{\chi} = 3,9$ ,  $Q_0 = 20$  Вт

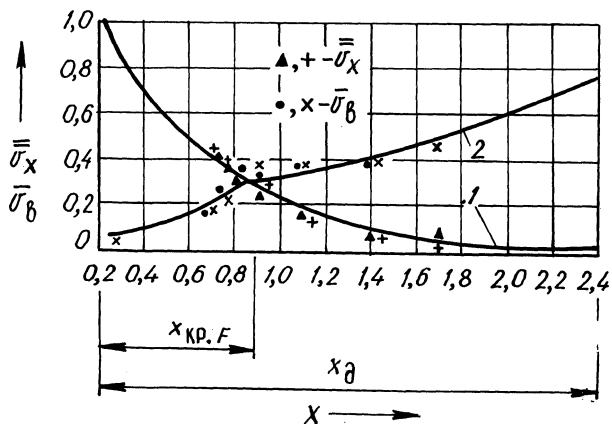


Рис. 2. Изменение  $\bar{v}_x, \bar{v}_y$  при  $\bar{\chi} = 2,5$ ,  $\Delta, \bullet - Q_0 = 20$  Вт;  $+, x - Q_0 = 70$

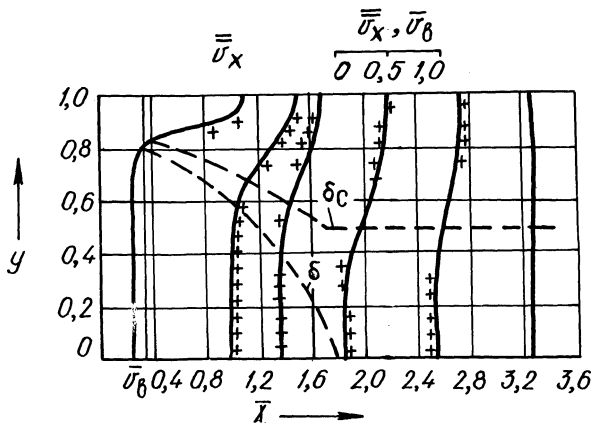


Рис. 3. Скоростное поле при  $\bar{\chi} = 3,9$ ,  $Q_0 = 20$  Вт,  $R/H = 4,43$

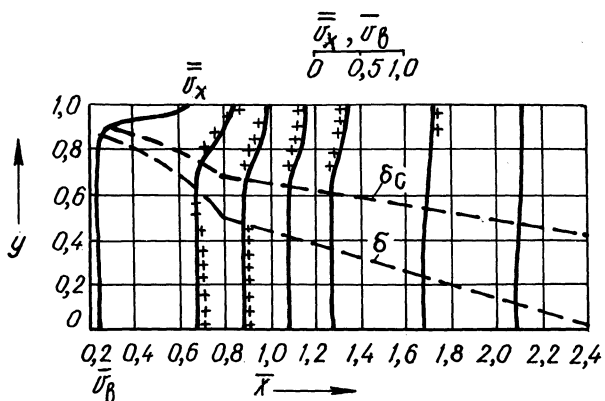


Рис. 4. Скоростное поле при  $\bar{\chi} = 2,5$ ,  $Q_0 = 20$  Вт,  $R/H = 2,84$

ке, описанной в [4], при изменении двух факторов — условий стеснения потока ( $R/H$ ) и конвективной теплопроизводительности источника теплоты  $Q_0$ :  $v, t = f(R/H, Q_0)$ , где  $R, H$  — длина и высота внутреннего пространства модели.

Измерение скорости и температуры воздуха вели с помощью термоанемометра ТА-9 и медь-константановых термоэлектрических термометров в точках, отстоящих друг от друга на расстояниях 10 мм по длине и 5 (10) мм по высоте модели.

На рис. 1 представлены результаты экспериментального исследования распределения скоростей воздуха в "длинном" тупике ( $R/H = 4,33$ ), на рис. 2 — в коротком ( $R/H = 2,84$ ). Теоретические кривые (пунктирные линии) соответствуют зависимостям (4), (5). Кривые 1 на рис. 1 и 2 отражают характер изменения скорости на оси струи, кривые 2 — в обратном потоке. В "длинном" тупике при  $R/H = 4,43$  относительная скорость обратного потока на участке разворота ( $\bar{x} \geq 2,27$ ) остается неизменной ( $v_{в}/v_{х1} \approx 0,818$ ).

Результаты анализа полей скоростей воздуха в конвективной струе в ограниченном объеме для "длинного" тупика см. на рис. 3, для "короткого" — на рис. 4.

Сравнение экспериментальных данных с теоретическими показывает их соответствие и позволяет сделать следующие выводы: 1) характер изменения скоростей воздуха в прямом и обратном потоках конвективной струи зависит от степени ее стеснения; 2) распределение скоростей воздуха вне струйного потока близко к равномерному; 3) профили распределения скоростей в поперечных сечениях струи подобны.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана методика расчета скоростных и температурных полей воздуха в производственных помещениях с источниками теплоты [6]. Методика позволяет на стадии проектирования оценить состояние воздушной среды и оптимизировать расположение теплового оборудования, вытяжных и приточных устройств по температуре удаляемого воздуха и сочетанию допустимых параметров воздуха на рабочих местах.

#### Список литературы

1. Кондибор В.И., Борухова Л.В. Модель конвективной струи, развивающейся в ограниченном объеме // Модернизация систем отопления и вентиляции в реконструируемых зданиях. Ростов-на-Дону, 1986.
2. Сычев А.Т., Борухова Л.В. Конвективная струя круглого сечения в ограниченном объеме. М., 1986. Деп. в ВИНТИ. 1.04.86, № 2187-В.
3. Сычев А.Т., Борухова Л.В. Конвективная струя круглого сечения при трансформировании о перекрытие // Охрана труда на промышленных предприятиях. Свердловск, 1986.
4. Сычев А.Т., Кондибор В.И. Неизотермическая модель для исследования вверной полуограниченной струи // Техника, технология, орг. и экономика стр-ва. Мн., 1985. Вып. 11.
5. Сычев А.Т. Теория струй в практике расчета микроклимата. М., 1986. Деп. в ВИНТИ. 9.12.86, № 8667-В.
6. Борухова Л.В., Сычев А.Т. Методика расчета скоростных и температурных полей в производственных помещениях с источниками теплоты. М., 1987. Деп. в ВИНТИ. 26.12.87, № 9119-В.