

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХСТРУЙНЫХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

Kuzmin S.I.

USE OF TWO-JET AIR FLOWS IN ADJUSTABLE VENTILATION SYSTEMS

Аннотация. Приведены результаты исследования воздушных струй, образованных слиянием двух однонаправленных потоков под различными углами друг к другу, и их использование в системах вентиляции с переменной производительностью.

Ключевые слова: вентиляция, приточная струя, воздушный режим, воздух рабочей зоны, воздухораспределитель.

Abstract. The results of the study of air jets formed by the fusion of two unidirectional flows at different angles to each other and their use in ventilation systems with variable performance are given.

Keywords: ventilation, supply jet, air mode, working area air, air distributor.

В системах вентиляции с переменной производительностью возникает проблема обеспечения постоянства скорости в струе на входе в обслуживаемую зону при изменении скорости на выходе из воздухораспределителя.

Исходя из теории развития воздушной струи [2-5] сохранение характеристик потока на расчетном расстоянии от живого сечения отверстия может быть обеспечено изменением трёх параметров:

- площади живого сечения приточного отверстия F_0 ;
- длиной траектории развития струи от приточного отверстия до входа в обслуживаемую зону x ;
- интенсивностью затухания струи m_v .

Простые расчеты показывают, что наиболее предпочтительным по глубине регулирования параметров и простоте конструктивного исполнения является последний способ.

Исследования проведены на изотермических затопленных воздушных потоках, выходящих из симметрично расположенных равных по площади половин отверстия прямоугольной формы и различным соотношением сторон.

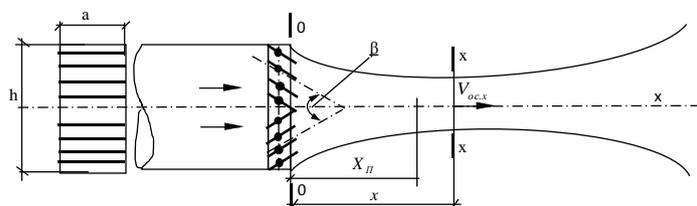


Рисунок 1 – Схема образования и развития слившейся струи

Непрерывность процесса регулирования производительности вентиляции требует адекватного ответа на изменение параметров приточной струи.

Поэтому представляется полезным определение диапазона изменения затухания результирующей струи от геометрических характеристик отверстий и угла слияния потоков (рис. 1).

Характерной особенностью струй, образованных слиянием двух потоков (далее «слившихся» струй), является сужение поперечного сечения в плоскости угла встречи и расширение в плоскости перпендикулярной углу встречи [1]. После слияния потоков структуру слившейся струи можно разделить на два характерных участка:

- переходный, в пределах которого происходит деформация сечения в плоскости перпендикулярной углу слияния, оцениваемая коэффициентом:

$$\phi_z = \frac{y_{z,x} - y_x}{a}, \quad (1)$$

где $y_{z,x}$ и y_x – ширина струи в плоскости, перпендикулярной углу слияния в сечении на расстоянии x соответственно слившейся и свободной; a – ширина живого сечения приточного отверстия.

- основной, в котором струя развивается как свободная.

На рисунке 2 приведены изменения длины переходного участка $\bar{X}_{II} = X_{II}/\sqrt{F_0}$ в зависимости от угла слияния потоков β для приточных отверстий различной формы.

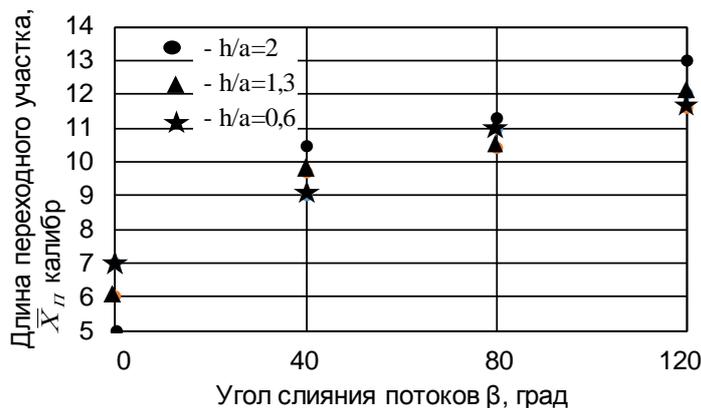


Рисунок 2 – Зависимость длины переходного участка от угла слияния потоков

Из результатов исследования можно сделать вывод о том, что длина переходного участка мало зависит от формы отверстий, а является функцией только угла слияния. Для рассматриваемого воздухораспределителя эта зависимость представлена формулой:

$$\bar{X}_{II} = \frac{X_{II}}{\sqrt{F_0}} = 4,41 \cdot \ln(0,025 \cdot \beta + 1) + 6,2 \quad (2)$$

Изменение скорости на оси слившейся струи приведено на рисунке 3. На затухание скорости наибольшее влияние оказывает угол слияния начальных потоков. Изменяя угол слияния можно добиться увеличения темпов падения осевой скорости в 3-4 раза, практически для всех соотношений сторон выпускного отверстия.

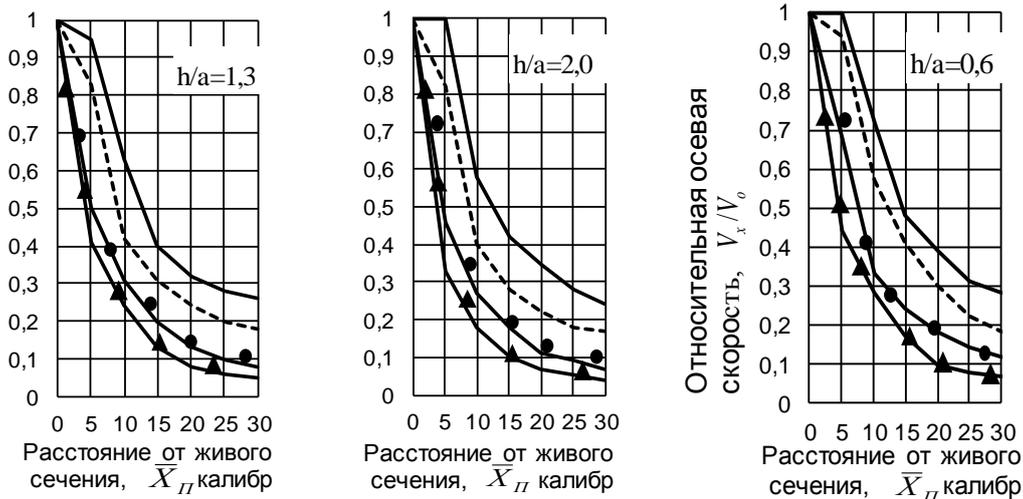


Рисунок 3 – Изменение осевой скорости по траектории струи

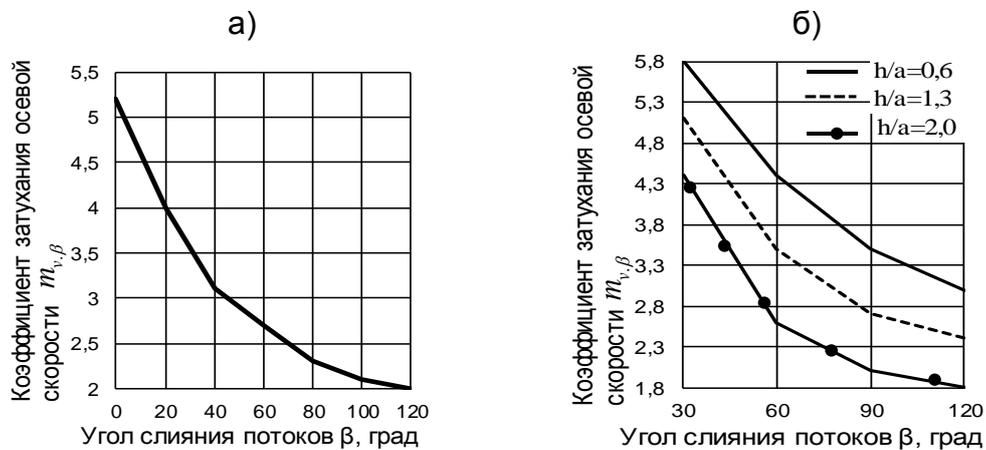


Рисунок 4 – Коэффициент затухания осевой скорости на переходном а) и основном б) участках слившейся струи

По полученным результатам (рис. 3) рассчитаны значения коэффициентов затухания для переходного и основного участков струй, образованных слиянием потоков под разными углами $m_{v,\beta}$ (рис. 4).

Для слившейся струи представим коэффициент затухания на основном участке через соответствующий коэффициент для струи, выходящей из отверстия равной суммарной площади начальных сечений потоков, образующих слившуюся струю $m_{v,0}$ ($\beta = 0$ град.), и поправку на относительное изменение коэффициента затухания скорости в слившейся струе $\Delta\bar{m}_{v,\beta}$:

$$m_{v,\beta} = m_{v,0} \cdot (1 - \bar{m}_{v,\beta}), \quad (3)$$

$$\Delta\bar{m}_{v,\beta} = \frac{m_{v,0} - m_{v,\beta}}{m_{v,0}} \quad (4)$$

Для рассматриваемых интервалов характеристик слившихся струй $\beta = (30 - 120)$ град и $h/a = (0,6 - 2,0)$ значение поправки $\Delta\bar{m}_{v,\beta}$ можно определить по выражению:

$$\Delta \bar{m}_{v,\beta} = (68,5 \cdot \frac{h}{a} + 10,2 \cdot \beta - 0,04 \cdot \beta^2 - 72) \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

По полученным уравнениям предложена методика подбора воздухораспределителя, обеспечивающего получение слившейся струи, для систем приточной вентиляции с переменной производительностью.

Методика расчета слившихся струй сводится к выбору угла слияния потоков, соответствующих глубине изменения производительности

$$\bar{Z} = \frac{Z_{max}}{Z_{min}}, \quad (6)$$

где Z_{max} и Z_{min} – расход воздуха через приточный насадок, соответственно, максимальный и минимальный за эксплуатационный период, м³/час.

За расчетную производительность принимается Z_{min} , для нее подбирается приточный насадок с площадью живого сечения F_o из условия обеспечения в обслуживаемой зоне нормативной подвижности воздуха v_x при $\beta = 0$ град по [5]:

$$F_o = \left(\frac{Z_{min} \cdot m_{v,o}}{3600 \cdot v_x \cdot x} \right)^2, \quad (7)$$

где x – расстояние от приточного насадка до расчетной точки в обслуживаемой зоне, м.

При увеличении производительности до Z_{max} с целью сохранения подвижности v_x в назначенных пределах, значение коэффициента затухания скорости должно быть снижено до значения:

$$m_{v,\beta} = \frac{F_o^{0,5} \cdot v_x \cdot 3600 \cdot x}{Z_{max}} \quad (8)$$

По (3-5) определяется необходимый угол слияния потоков, обеспечивающий расчетное значение коэффициента затухания осевой скорости с учетом нахождения расчетной точки на траектории струи (переходный или основной участок).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гримитлин, М.И., Зерцалов, В.С.** Проблемы и пути совершенствования воздухораспределения в системах кондиционирования и вентиляции с количественным регулированием // В кн. Организация воздухообмена в производственных помещениях. Материалы семинара. – Л.: – 1978. – С.10-13.
2. **Абрамович, Г.Н.** Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1976. – С. 215.
3. **Талиев, В.Н.** Аэродинамика вентиляции. М.: Стройиздат, 1979. – С. 264.
4. **Гримитлин, М.И.** Закономерности развития и расчет вентиляционных струй – В кн. Теория и расчет вентиляционных струй // Сб. трудов ЦНИИСТ. – Л.: – 1965. – С. 27-55.
5. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические системы // Под. Ред. И. Г. Староверова ч.1 Отопление. – М., Стройиздат, 1993. – С. 896.