

В.Н. Строительная теплофизика. М., 1970. 3. Шкловер А.М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях. М.-Л., 1961. 4. Основы автоматического регулирования. Под ред. В.В.Солодовникова. М., 1954. 5. Lenz H. Dynamische Regelstrecke von Klimaanlageanlagen. TH Karlsruhe, 1964. 6. Boyar R.E. Room Temperature Dynamics of Radiant Ceiling and Air-Cond. Comfort Systems. ASHRAE-Journ. 1962, N12. 7. Muchin O.A. Zu einigen Fragen Lüfttemperaturregelung in Wohn- und Arbeitsräumen.- "Stadt- und Gebäudetechnik". Berlin, 1968, N8.

УДК 697.922.2

Н.А. Кривицкая (канд.техн.наук)

РАЗДАЧА ВОЗДУХА ИЗ ВОЗДУХОВОДОВ ПОСТОЯННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Из общего многообразия конструктивных решений приточных воздухопроводов (переменного сечения – конусных, клиновидных, ступенчатых и постоянного сечения) наибольший интерес представляют распределительные воздухопроводы постоянного поперечного сечения с присоединенными к нему на одинаковых расстояниях выпускными устройствами единого размера. Такого рода воздухопроводы просты по конструкции и индустриальны.

Равномерность раздачи воздуха по длине воздухопровода обеспечивается относительно высокой скоростью выхода его из выпускных устройств или увеличением коэффициентов местного сопротивления последних, а для создания в рабочей зоне вентилируемого помещения требуемой подвижности воздуха выпускные устройства должны интенсивно гасить скорость приточного воздуха. Последнему требованию удовлетворяют потолочные дисковые плафоны.

Рассмотрим воздухопровод длиной l с постоянной площадью поперечного сечения F и одинаковыми площадями выпускных устройств (пагубков плафонов) (рис. 1). Воздухопровод должен обеспечить раздачу заданного количества воздуха $V = F \cdot v_{нач}$, где $v_{нач}$ – средняя скорость воздуха в начальном сечении воздухопровода.

Для установившегося режима движения воздуха в воздухопроводе уравнение баланса удельной энергии в сечениях $I-I$ и $n-n$ имеет вид

$$P_{ст\ нач} + P_{дин\ нач} = P_{ст\ кон} + \Delta P_{тр}, \quad (1)$$

где $P_{ст\ нач}$ и $P_{ст\ кон}$ - соответственно избыточные статические давления в начале и в конце воздухоораспределителя; $P_{дин\ нач}$, $P_{дин\ кон}$ - соответственно динамические давления в начальном и конечном сечениях воздухоораспределителя; $\Delta P_{тр}$ - потери давления на трение по всей длине воздухоораспределителя.

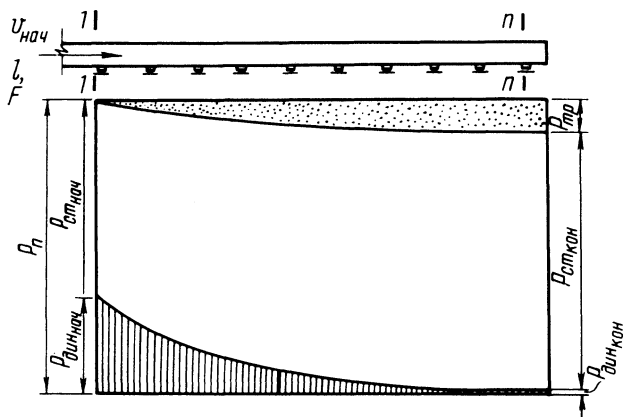


Рис. 1. Схема распределения давлений в воздуховоде равномерной раздачи.

В воздухоораспределителях с незначительным сопротивлением статическое давление у 1-го отверстия имеет наименьшее значение и расходуется на создание заданной скорости истечения v_0 из первого отверстия [1,2,3]:

$$P_{ст} = \xi \frac{v_0^2}{2} \rho,$$

где ξ - коэффициент местного сопротивления выпускного устройства, зависящий от скорости выхода воздуха из него; ρ - плотность воздуха, кг/м³.

Уравнение (1) может быть представлено в виде

$$\xi = \frac{v_{нач}^2}{2} \rho + \frac{v_{нач}^2}{2} \rho = \frac{v_{кон}^2}{2} + \frac{v_{кон}^2}{2} \rho + \lambda \frac{1}{d} \frac{v_{экр}^2}{2} \rho, \quad (2)$$

где λ - коэффициент гидравлического сопротивления.

При попутном истечении воздуха из воздухоораспределителя постоянного сечения ($d = \text{const}$) по всей его длине будет происходить нарастание статического давления в направлении, совпадающем с направлением движения воздуха. Увеличение равномерности раздачи приточного воздуха может быть достигнуто за счет уменьшения разности статических давлений в начальном и конечном сечениях воздухоораспределителя.

Вследствие уменьшения скорости воздуха (при истечении его из выпускных устройств) в воздуховоде коэффициент гидравлического сопротивления распределительного воздуховода λ не будет величиной постоянной. Это непостоянство может быть учтено введением эквивалентного расхода $V_{\text{ЭКВ}}$ (и соответственно эквивалентной скорости $v_{\text{ЭКВ}}$), связанного с действительным при помощи функции, зависящей от общего числа воздуховыпускных устройств [4]:

$$V_{\text{ЭКВ}} = \Psi V. \quad (3)$$

Методом графоаналитического анализа получена формула, при помощи которой может быть определен коэффициент Ψ при известном числе равноудаленных друг от друга воздуховыпускных устройств n ,

$$\Psi = 0,564 + \frac{0,43}{n}, \quad (4)$$

При большом числе выпускных устройств (плафонов) член $\frac{v_{\text{КОН}}^2}{2} \rho$ в уравнении (2), выражающий динамическое давление в воздухоораспределителе перед последним плафоном, ничтожно мал, и им можно пренебречь. Для рассматриваемого случая, когда истечение воздуха происходит через выпускные устройства с одинаковой площадью поперечного сечения f_0 ,

уравнение (2) может быть представлено в виде

$$\xi \left(\frac{V_{\text{нач}}}{f_0} \right)^2 + \left(\frac{V}{F} \right)^2 = \left(\frac{V_{\text{кон}}}{f_0} \right)^2 + \lambda \frac{1}{d} \left(\frac{V_{\text{ЭКВ}}}{F} \right)^2 \quad (5)$$

или

$$V_{\text{кон}}^2 - V_{\text{нач}}^2 = \frac{\left(\frac{f_0}{F} \right)^2 V^2 - \lambda \frac{1}{d} \left(\frac{f_0}{F} \right)^2 V_{\text{ЭКВ}}}{\xi}. \quad (6)$$

В свою очередь, общий расход из воздухораспределителя $V = V_{\text{о ср}} n$. Подставляя значения $V_{\text{э к в}}$ и V в уравнение (6), получим

$$\frac{V_{\text{о к о н}} - V_{\text{о н а ч}}}{V_{\text{о с р}}} = \frac{n^2 \left(\frac{f_{\text{о}}}{F} \right)^2 \left(1 - \lambda \frac{1}{d} \psi^2 \right)}{\xi_5} . \quad (7)$$

Левая часть равенства (7) есть максимальная неравномерность раздачи воздуха по длине распределительного воздуховода, которую обозначим

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{о к о н}} - V_{\text{о н а ч}}}{V_{\text{о с р}}} .$$

Для заданной допустимой величины максимальной неравномерности раздачи воздуха из воздуховода, обусловленной в каждом отдельном случае требованиями производства, относительная площадь воздуховыпускных патрубков плафонов может быть определена из выражения

$$\frac{f_{\text{о}}}{F} = \sqrt{\frac{2 \xi_5 \varepsilon}{n^2 \left(1 - \lambda \frac{1}{d} \psi^2 \right)}} . \quad (8)$$

При известной конструкции и площади выпускного устройства общее сопротивление распределительного воздуховода составит

$$P = \xi_5 \frac{v_{\text{о к о н}}^2}{2} \rho + \Delta P_{\text{т р}} .$$

При этом потери давления в выпускном устройстве значительно (в 8 - 10 раз) превышают потери давления в воздуховоде, т.е. воздухораспределитель представляет собой камеру почти постоянного статического давления, что и обеспечивает требуемую равномерность распределения приточного воздуха [5].

Резюме. Необходимая равномерность раздачи приточного воздуха по длине распределительного воздуховода может быть достигнута правильным выбором выпускного устройства, гидравлическое сопротивление которого должно значительно превышать гидравлическое сопротивление воздуховода.

Л и т е р а т у р а

1. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. М., 1963. 2. Сорокин Н.С. Рационализация воздухообмена на текстильных фабриках. М., 1949. 3. Батулин В.В. Основы промышленной вентиляции. М., 1965. 4. Одельский Э.Х. Гидродинамика потоков - основа индустриализации и сборности современных систем отопления и вентиляции. - "Труды Всесоюз. межвуз. конф. "Проблемы вентиляции и кондиционирования воздуха". Минск, 1939. 5. Кривицкая Н.А. К вопросу о расчете распределительных воздуховодов постоянного поперечного сечения. - В сб.: Отопление, вентиляция и строительная теплофизика. Минск, 1974, вып.3.

УДК 532.574.53.082.7

В.Г. Комарова, В.А. Шусткевич

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ОСРЕДНЕННЫХ ДАВЛЕНИЙ В ТУРБУЛЕНТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СТРУЯХ

Изучение турбулентных течений, хаотичных во времени и пространстве, весьма сложно. До сих пор нет единого мнения о механизме турбулентного переноса, а также теории, которая математически строго и полно отражала бы реальную турбулентность.

Из всех видов турбулентных течений наиболее изучены струи, в которых некоторые характеристики потока (скорость, давление, температура) в каждой точке изменяются во времени очень неравномерно, но в среднем остаются постоянными для любого достаточно большого промежутка времени. Эта особенность турбулентности придает в общем неустановившемуся течению в среднем установившийся характер, что намного упрощает его изучение.

Проведенные экспериментальные исследования турбулентных пульсаций расширили представление о механизме свободной турбулентности. Не подтвердились на опыте некоторые предположения авторов полуэмпирических теорий свободной турбулентности. Оказалось, что ни "путь смешения", ни коэффициент турбулентной вязкости не остаются постоянными в поперечных сечениях турбулентного потока; процессы турбулентного переноса определяются не только диффузией мелкомасштабных вихрей, но и взаимодействием крупных вихрей между собой и с