

**КОРРЕКТНОСТЬ ЗАМЕНЫ ГРУППЫ ВЫХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ
В ПРИТОЧНОМ ТРУБОПРОВОДЕ ОДНИМ ОТВЕРСТИЕМ,
ЭКВИВАЛЕНТНЫМ ПО ПЛОЩАДИ**

Проаналізовано коректності еквівалентування групи вихідних отворів, виконаних на бічній поверхні припливного трубопроводу одним отвором для рідини, що стискається, при критичному перепаді тиску на вихідних отворах і показано, що еквівалентування декількох вихідних отворів одним призводить до зменшення загальної кількості витікаючого повітря з припливного трубопроводу.

The executed analysis to correctness of equivalent group output holes opened on lateral surface of the distributing pipe line one hole for compressed liquids under critical and before critical swing of the pressure on output hole and is shown that equivalent several output holes one brings about reduction of the gross amount resulting air from distributing of the pipe line.

Вступление

Пневматические системы применяются в различных областях народного хозяйства. Широкое их применение обеспечили многочисленные теоретические работы многих исследователей, а также огромное количество проведенных экспериментальных работ в научно-исследовательских лабораториях и институтах во многих странах мира. Систематизация и обобщение экспериментальных данных позволили получить зависимости для типовых элементов, составляющих пневматические системы, характеристики которых приведены в справочной литературе [1, 2, 4, 5 и т.д.]. Получение достоверных гидравлических характеристик нового элемента является задачей сложной и трудоемкой, выполнение которой требует как больших материальных затрат, так и определенной квалификации исследователя, выполняющего поставленную задачу. С развитием технологий появляется потребность в создании новых пневматических систем. В них могут быть использованы конструктивные элементы, гидравлические характеристики которых неизвестны. В этом случае инженер, проектирующий систему с применением элементов с неизвестными гидравлическими характеристиками, использует характеристики элемента, которые ему наиболее соответствуют. При этом точность гидравлического расчета зависит от квалификации инженера и общего вклада в суммарное сопротивление всей сети нового конструктивного элемента.

Постановка задачи

Согласно [2] подача воздуха через приточный трубопровод с перфорированной боковой поверхностью (вскрытыми на боковой поверхности выходными отверстиями) при определенных условиях обладает рядом преимуществ по сравнению с другими способами рассредоточенной подачи. Весьма эффективно приточные трубопроводы с перфорированной боковой поверхностью используются в местах, в которых необходимо создать большую кратность воздухообмена, при этом повышенная

подвижность воздуха не желательна. Отверстия могут иметь различную форму. Так, для вентиляции жилых помещений чаще всего используют прямоугольного вида отверстия. Если необходимо быстрое затухание струй или конструктивно изготовление прямоугольных выходных отверстий затруднительно – выходные отверстия выполняют круглой формы. Протяжённость приточных трубопроводов может составлять десятки метров (система вентиляции в цехах заводов), а количество выходных отверстий исчисляться тысячами штук (воздушно-тепловые противообледенительные системы в самолётах). В этом случае для облегчения гидравлического расчёта и сокращения времени вычислений можно выполнить замену группы выходных отверстий одним отверстием с площадью, равной сумме площадей выходных отверстий. Подобная замена может быть оправдана и не вносит в гидравлический расчёт существенной погрешности (менее 5 %), если скорость потока в подводящих и приточных трубопроводах, а так же в самих выходных отверстиях не превышает 10–15 м/с. Однако анализ экспериментальных данных показал, что при скоростях потока в приточном трубопроводе более 100–150 м/с и околокритических и критических скоростях воздуха на выходном сечении выходного отверстия подобная эквивалентная замена не является корректной и может вносить значительную погрешность в гидравлический расчет всей системы.

Основная часть

Исследования проводились в лаборатории Государственного предприятия “Антонов” на специально спроектированном стенде, представленном на рисунке 1. Все приборы, используемые во время испытаний, прошли аттестацию и метрологическую экспертизу. Приточный трубопровод 6 изготовлен из цельнотянутой трубы алюминиевого сплава, внешний диаметр $d = 32$ мм, толщина стенки $d = 1$ мм, общая длина приточного трубопровода составляла 3 м. На входе в приточный трубопровод устанавливался ряд избыточных давлений: 2; 1,5; 1; 0,5 и 0,2 кг/см².



Рис.1. Схема гидравлического стенда. 1. Подводящий трубопровод; 2. камерный манометр; 3. водяной манометр; 4. расходомерное устройство типа трубка Вентури; 5. опоры; 6. приточный трубопровод; 7. прижимы; 8. датчик давления.

Количество и диаметр выходных отверстий вскрытых на боковой поверхности приточного трубопровода (один ряд), а так же расстояние между выходными отверстиями приведены в таблице 1.

Таблица 1

№№	Количество выходных отверстий,штук	ди а - метр выходного отверстия, мм	Расстояние между выходными отверстиями, мм
1	200	0,94	15
2	100	1,35	30
3	50	1,9	60
4	25	2,7	120

На рис. 2 представлены экспериментальные данные по суммарным расходам воздуха для различного количества эквивалентных отверстий при ряде давлений на входе в приточный трубопровод, а на рис. 3 - результаты расчёта модуля относительной величины отклонения.

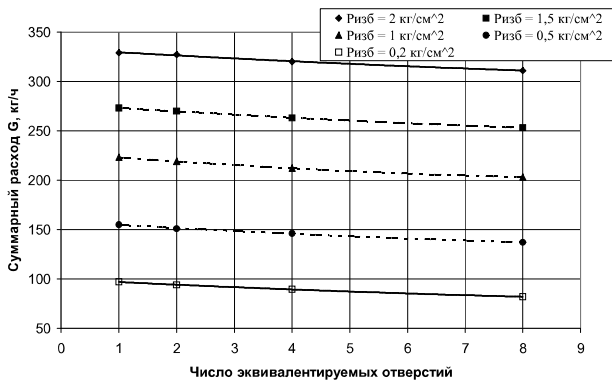


Рис. 2. Экспериментальные данные по суммарным расходам воздуха для различного количества эквивалентных отверстий.

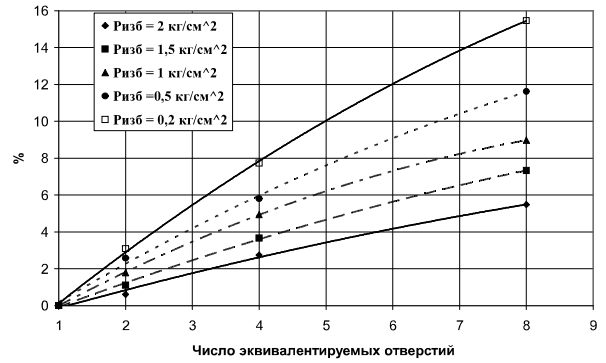


Рис. 3. Результаты расчёта модуля относительной величины отклонения при различном количестве эквивалентных отверстий для ряда избыточных давлений на входе в приточный трубопровод.

Уменьшение расхода воздуха отмеченное на вышеприведенных рисунках может быть объяснено следующим (см. рис. 4): при увеличении диаметра выходного отверстия количество воздуха поступающего в зону 1 (перед истечением из отверстия) поступают слои потока с большей кинетической энергией, для поворота которых необходимо больше усилий, чем для пристеночных потоков. В связи с этим при увеличении выходного диаметра общее количество воздуха уменьшается, при этом возрастает зона вихреобразования за выходным отверстием (зона 4). На рис. 4 представлена обобщённая картина течения при истечении воздуха из выходного отверстия приточного трубопровода.

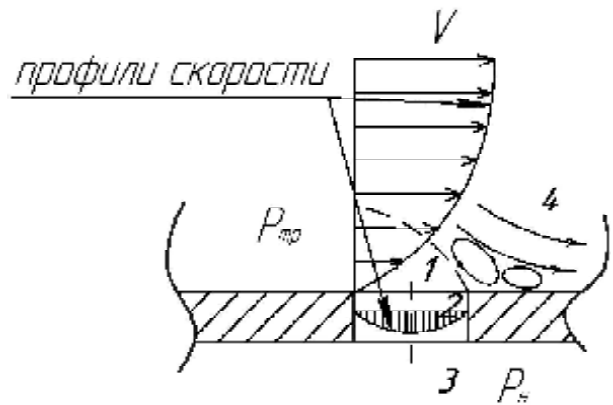


Рис. 4. Картина истечения воздуха из выходного отверстия приточного трубопровода.

Выводы:

1. Замена группы выходных отверстий вскрытых на боковой поверхности приточного трубопровода эквивалентным отверстием приводит к погрешности гидравли-

ческого расчёта, которая возрастает с увеличением количества заменяемых выходных отверстий и уменьшается с увеличением перепада давлений воздуха на выходных отверстиях.

2. Количество воздуха, вытекающего из приточного трубопровода при эквивалентировании выходных отверстий, уменьшается.

Литература

1. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления. – 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Недра, 1982. — С. 224.
2. Батурин, В.В. Основы промышленной вентиляции. — М.: 1-я типография Профиздата, 1956. — 528 с.

3. Гримитлин, М.И. Гидравлический расчёт приточных перфорированных трубопроводов на заданную степень равномерности раздачи // Промышленная энергетика. Труды ЛИОТ. — 1958.

4. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 672 с.

5. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. — М.: Стройиздат, 1979. — 295 с.

Надійшла 2.03.2012 року