

Министерство образования и науки Российской Федерации

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

М.Г. Ушаков

АЭРОДИНАМИКА ВЕНТИЛЯЦИИ

Методическая разработка к лабораторному практикуму
для студентов всех форм обучения квалификации бакалавр, направления
подготовки 08.03.01. – Строительство, профиль – Теплогазоснабжение и
вентиляция

Екатеринбург

УрФУ

2014

УДК 681.332

Составитель М.Г. Ушаков

Научный редактор доц., канд. техн. наук Иванов Ю.А.

АЭРОДИНАМИКА ВЕНТИЛЯЦИИ : Методическая разработка к лабораторному практикуму / М.Г. Ушаков. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 9 с.

В работе изложена также методика экспериментального исследования осевой скорости свободной компактной изотермической приточной струи, истекающей из стандартного воздухораспределителя: длины начального участка струи и коэффициента затухания скорости. Значения характеристик используются в расчетах воздухораспределения при проектировании систем вентиляции.

Данное издание может быть использовано в лабораторном практикуме студентов заочного обучения квалификации бакалавр, направления подготовки 08.03.01. – Строительство, профиль – Теплогазоснабжение и вентиляция

Библиогр.: 3 назв. Рис. 2. Табл. 1.

Подготовлено кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция»

© УрФУ, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ СКОРОСТИ КОМПАКТНОЙ ПРИТОЧНОЙ СТРУИ.....	4
Библиографический список.....	8

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ СКОРОСТИ КОМПАКТНОЙ ПРИТОЧНОЙ СТРУИ

1.1. Цель работы

Целью работы является исследование зависимости осевой скорости свободной компактной приточной струи от расстояния до воздухораспределителя. Определение на этой основе аэродинамических характеристик воздухораспределителя: длины начального участка струи и коэффициента затухания скорости. Сопоставление полученных значений со справочными данными, используемыми в проектировании.

1.2. Описание лабораторной установки

Схема лабораторной установки (рис.1) описана в п.1.2. Рабочий узел «В» представляет собой установленную в торце воздуховода стандартную щелевую решетку с регулятором расхода воздуха серии 1.494-10 [2]. Размеры воздухораспределителя: наружные 190x190 мм, внутренние 150x150 мм. Максимальная площадь живого сечения (при полностью открытом регуляторе) $F_0 = 0,0142 \text{ м}^2$. Коэффициент аэродинамического сопротивления, отнесенный к скорости в живом сечении $\zeta = 1,8$.

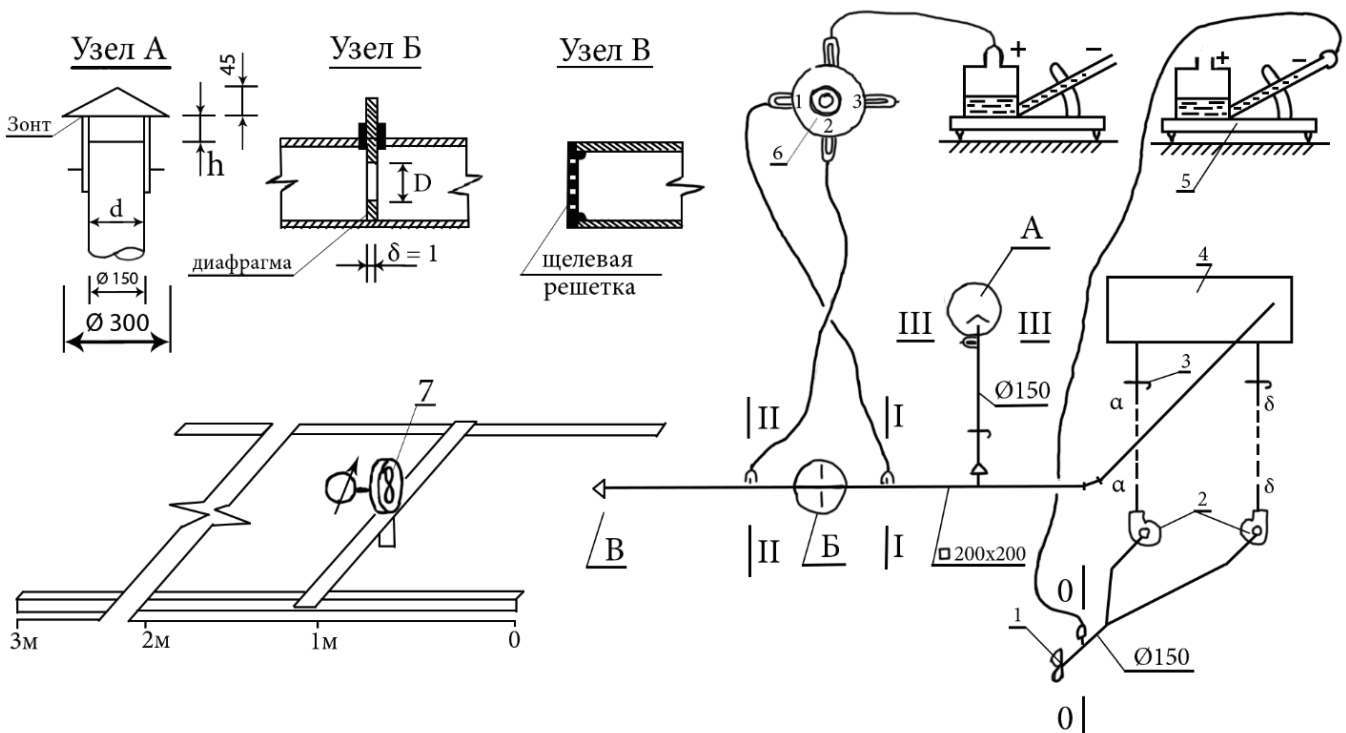


Рис. 1 Схема лабораторной установки:

А – узел установки зонта; Б - узел установки диафрагм; В – узел установки щелевой решетки.

1 – тороидальный коллектор; 2 – радиальные вентиляторы; 3 – шибер; 4 – камера статического давления; 5 – микроанометр; 6 – распределительный кран; 7 – крыльчатый анемометр

Для измерения осевой скорости приточной струи используется ручной крыльчатый анемометр 7 типа АСО-3Б с пределами измерений от 0,2 до 5 м/с. Анемометр размещен на роликовой тележке, которая свободно передвигается по направляющим из угловой стали. При этом ось крыльчатки анемометра совпадает с осью струи. Перемещение анемометра возможно на расстояние от 0,3 до 3 м от воздухораспределителя. Положение анемометра с точностью до 0,01 м устанавливается по линейной шкале. Время замера по счетчику анемометра (экспозиция) фиксируется секундомером. Для определения скорости воздуха лабораторная установка снабжена тарировочным графиком анемометра.

1.3. Проведение измерений

Каждыми двумя студентами выполняется серия из 3-5 опытов при постоянном расходе воздуха, истекающего из воздухораспределителя L . Предварительно включается вентилятор и с помощью шиберов вентиляционной сети этот расход устанавливается равным расходу воздуха в тороидальном коллекторе. Регулятор щелевой решетки при проведении опытов должен быть полностью открыт. Каждый опыт выполняется при расположении анемометра на определенном расстоянии от воздухораспределителя. Рекомендуемые расстояния (соответствующие основному участку приточной струи) составляют $x = 0,7; 1; 1,5; 2$ и $2,5$ м. Изменение расхода воздуха перед проведением очередной серии опытов осуществляется с помощью шибера у вентилятора. Во время опытов фиксируется отсчет по микроанометру l , показывающему статическое давление (разрежение) в коллекторе (сечение «О-О»), а также считываются показания счетчика анемометра в начале и конце замера. Возможность включения и отключения счетчика предусмотрена конструкцией анемометра. Время замера, для удобства дальнейших расчетов, рекомендуется принимать $T = 100$ с. Номер серии опытов, отсчет по микроанометру l , номера опытов, расстояние до воздухораспределителя x , начальное N_H и конечное N_K показания счетчика заносятся в таблицу 1.

Таблица обработки результатов измерений

№ серии опытов	l , мм	$/Pc/$, Па	L , $\text{м}^3/\text{с}$	v_0 , м/с	№ опыта	x , м	N_H	N_K	$\frac{N_H - N_K}{T}$, 1/с	v_x , м/с	$\frac{v_x}{v_0}$	m_1	x_H , м	\bar{m}_1	\bar{x}_H , м

1.4. Обработка результатов измерений

Коэффициент затухания скорости на основном участке свободной компактной приточной струи, истекающей из щелевого воздухораспределителя, определяется по зависимости:

$$m_1 = \frac{v_x}{v_0} \frac{x}{\sqrt{F_0}} \quad \text{при } x > x_H. \quad (1)$$

Здесь v_x – осевая скорость струи на расстоянии x от воздухораспределителя в м/с;

v_0 – скорость истечения воздуха из воздухораспределителя в м/с;

F_0 – площадь живого сечения воздухораспределителя в м^2 ;

x_H – длина начального участка струи в м.

Длина начального участка струи связана с коэффициентом затухания скорости соотношением:

$$x_H = m_1 \sqrt{F_0}.$$

На начальном участке осевая скорость струи постоянна:

$$\frac{v_x}{v_0} = 1 \quad \text{при } x \leq x_H, \quad (2)$$

и равна скорости истечения:

$$v_0 = \frac{L}{F_0},$$

где L – расход воздуха в воздухораспределителе, равный расходу воздуха в коллекторе в $\text{м}^3/\text{с}$.

Расход воздуха в тороидальном коллекторе определяется по показаниям микроманометра в соответствии с п. 1.4. Для определения осевой скорости приточной струи используется тарировочный график анемометра, связывающий значения скорости с числом делений счетчика в секунду:

$$v_x = f\left(\frac{N_K - N_H}{T}\right).$$

После заполнения строк таблицы 4 по числу проведенных опытов вычисляются средние значения коэффициента затухания скорости \bar{m}_1 и длины начального участка струи \bar{x}_H . Используя соотношения (1) и (2) (с учетом значений \bar{m}_1 и \bar{x}_H) строится график зависимости $\frac{v_x}{v_0} = f(x)$, аналогично приведенному на рис.2. На построенный график наносятся экспериментальные точки. «Разброс» точек свидетельствует о качестве проведенного эксперимента.

Показанный на рис.2 график построен на основании справочных данных, используемых при проектировании [2]. При коэффициенте живого сечения отверстия, затененного щелевой решеткой,

$$K_{жр} = \frac{0,150 \times 0,150}{F_0} = \frac{0,150 \times 0,150}{0,0142} = 0,63$$

значение коэффициента затухания скорости приточной струи принято $\bar{m}_1 = 4,5$.

Длина начального участка струи: $\bar{x}_H = \bar{m}_1 \sqrt{F_0} = 4,5 \sqrt{0,0142} = 0,54$ м.

v_x/v_0

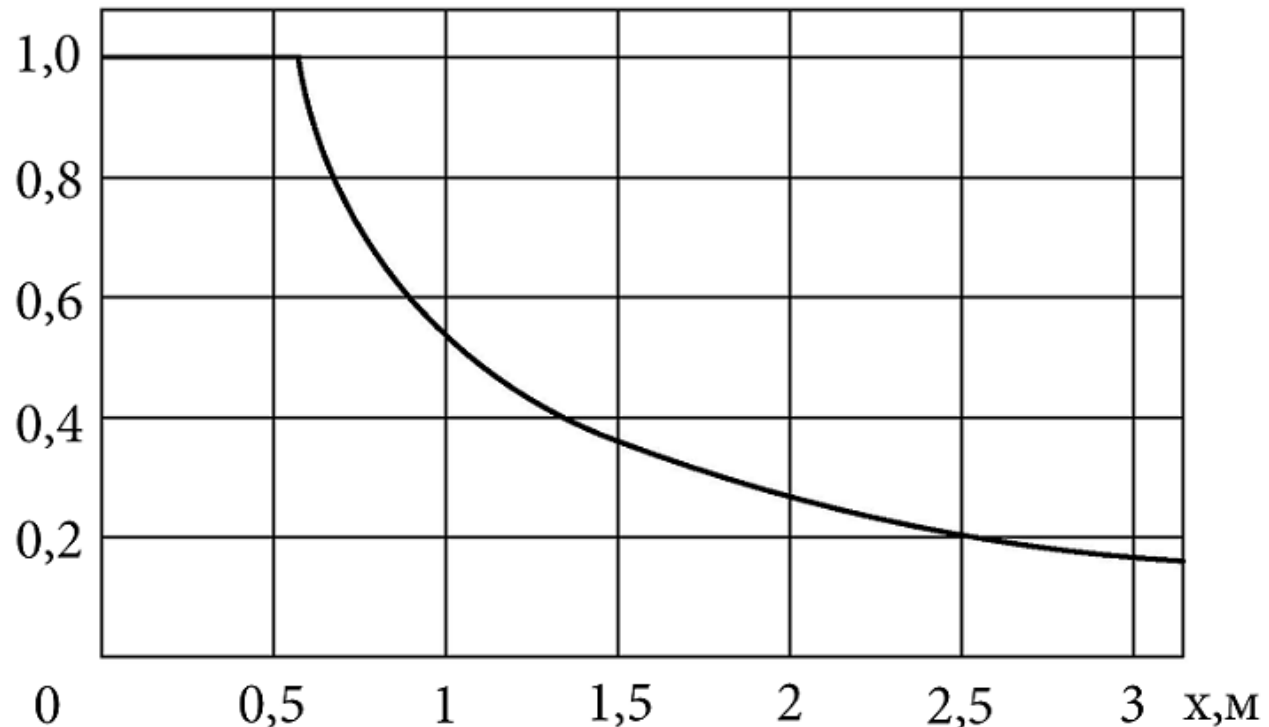


Рис.2. График зависимости относительной осевой скорости свободной компактной приточной струи от расстояния до воздухораспределителя при

$$\bar{m}_1 = 4,5; \bar{x}_H = 0,54 \text{ м}$$

1.5. Составление отчета

Отчет по лабораторной работе включает:

- название и цель работы;
- схему лабораторной установки (рис.1) с детализацией узла «В»;
- таблицу обработки результатов измерений;
- основные формулы, используемые для расчетов, с расшифровкой входящих в них параметров;
- график, аналогичный приведенному на рис.4, с нанесением экспериментальных точек;
- выводы по работе.

Библиографический список

1. Шумилов Р.Н. Испытания насосов и вентиляторов : методические указания к лабораторным работам / Р.Н. Шумилов, С.А. Папст. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 35 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Под ред. А.Н. Павлова и Ю.Н. Шиллера. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1992. 416 с.
3. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп.— М.; Машиностроение, 1992. 672 с.

Учебное издание

АЭРОДИНАМИКА ВЕНТИЛЯЦИИ

Составитель **Ушаков** Михаил Григорьевич

Редактор

Подписано в печать 10.09.2014

Формат 60 x 84 1/16

Бумага писчая Плоская печать

Усл. печ. л. 1,16

Уч.-изд. л. 0,86 Тираж 50 экз.

Заказ_____

Ризография НИЧ УрФУ

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19