



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
«Определение аэродинамических
характеристик воздухораспределителей
эжекционных панельных»
по дисциплине

«Вентиляция»

Авторы
Пирожникова А. П.,
Говорунов М. А.

Ростов-на-Дону, 2020

Аннотация

Методические указания к выполнению лабораторной работы «Определение аэродинамических характеристик воздухораспределителей эжекционных панельных» по дисциплине «Вентиляция» предназначены для бакалавров очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 «Строительство»

Авторы

ст. преподаватель кафедры «ТГСИВ»
Пирожникова А.П.,
магистрант группы АМИС311 М.А. Говорунов



Оглавление

1. Введение	4
2. Теоретические основы	4
3. Порядок выполнения работы	7
ПРИЛОЖЕНИЕ А	11

1. ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является практическое знакомство с воздухораспределителями типа ВЭПш, их аэродинамическими особенностями и процессом работы при эксплуатации на приток. Освоение методики определения аэродинамических характеристик ВЭПш.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Воздухораспределители эжекционные панельные штампованные (ВЭПш) предназначены для подачи приточного воздуха системами вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха в рабочую зону производственных помещений, в том числе с избытком тепла, а также на любом уровне производственных, общественных и лабораторных помещений высотой до 4 м. Установка может осуществляться в следующем варианном исполнении: напольный в рабочей зоне, потолочный с вертикальным подводом воздуха через воздухопровод прямоугольного сечения и пристенный, с тангенциально ориентированным относительно выпуска вертикальным или горизонтальным подводом воздуха.

Воздухораспределители данного типа представляют особый интерес ввиду своих высоких эксплуатационных и эстетических характеристик. Что в первую очередь обусловлено их возможностью осуществлять равномерную раздачу воздуха через отверстия постоянного сечения. При этом геометрическая форма приточных отверстий (закручивателей или завихрителей), выполненных в качестве лепестков, загнутых под углом 18° и расположенных сегментарно в площади отдельных окружностей по всей поверхности раздаточной панели корпуса ВЭПш, позволяет создавать при истечении воздуха вихревые струи с низкой инерционной способностью, рисунок 1. В результате чего в объеме обслуживаемой зоны формируется поток воздуха плавного течения, характеризующийся высокими параметрами комфортности микроклимата.

Вентиляция

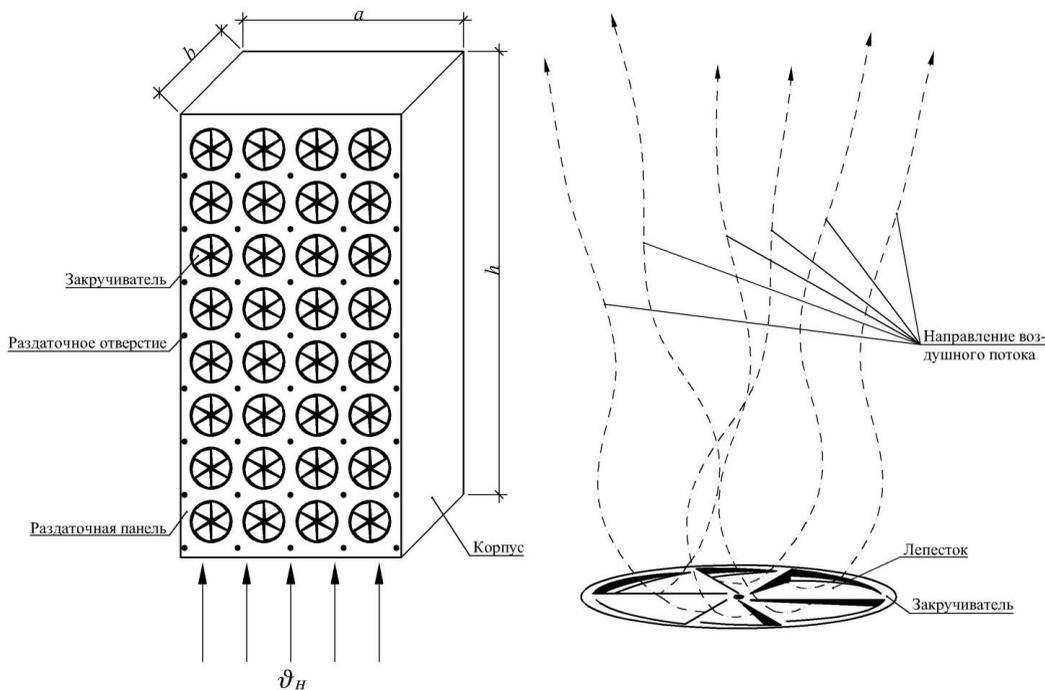


Рисунок 1 – Воздухораспределитель эжекционный панельный штампованный и схема развития вихревой струи при истечении из закручивателя

Такие воздухораспределители, установленные в зрительных и актовых залах, фойе и других подобных помещениях административного назначения и выполненные в строительном исполнении, хорошо вписываются в интерьер и обеспечивают требуемые нормами условия микроклимата зданий.

Работа ВЭПш осуществляется следующим образом: в корпус воздуховода тангенциально направлению выпуска воздуха из раздаточных отверстий подводится воздух; по мере движения от устья присоединительного патрубка к концу канала воздух мерными частями выходит через отверстия путем сжатия потока лепестками закручивателей, и затем покидает воздухораспределитель. В процессе чего осуществляется раздача воздуха, характеризующая почти полной равномерностью, снижение которой незначительно и происходит лишь за счет некоторых воздействующих факторов.

Во многом такое явление, как неполная равномерность, обусловлено физическими законами гидрогазодинамики и теп-

Вентиляция

ломассопереноса. В первую очередь сильное воздействие оказывает влияние гравитационных сил, которые по мере движения воздуха по каналу ВЭПШ, в особенности расположенному вертикально, начинают со временем преобладать над инерционными, что вызывает снижение скорости потока. Также значительное влияние оказывает расход воздуха первыми раздаточными отверстиями, в результате чего поток дополнительно ослабевает. Кроме того, уменьшение скорости перед последними отверстиями обусловлено еще и трением о стенки канала, а также изменением его живого сечения при поступлении воздуха в корпус ВЭПШ через конфузор.

Значительное воздействие также оказывается температурой перемещаемой среды, относительно которой изменяется коэффициент сопротивления трения, что вызывает сопутствующее увеличение или уменьшение полных потерь давления на данном элементе вентиляционной сети.

Полной равномерности раздачи воздуха не может обеспечить ни один воздухораспределитель эжекционного типа. Поэтому при расчете данных воздухораспределителей кроме геометрических и иных традиционных расчетных величин используются коэффициент допустимого отклонения скорости, Γ_{max} , от нормируемого значения и различные аэродинамические показатели, характеризующиеся гидрогазодинамическими и тепломассообменными закономерностями и зависимостями.

На практике для диагностики или анализа эффективности и работоспособности системы часто возникает необходимость проведения обратной задачи – вычисления параметров уже существующей вентиляционной сети, ее основных элементов и оборудования, относительно полученных путем замеров расчетных данных. Таким образом перед инженером стоит цель применения определенной методики, позволяющей достигнуть требуемого результата.

Для вычисления аэродинамических параметров воздухораспределителей эжекционного типа используется методика расчета воздухопроводов равномерной раздачи и равномерного всасывания воздуха. Согласно которой для определения необходимых для диагностики расчетных данных: коэффициента местного сопротивления, ξ , и аэродинамического сопротивления воздухораспределителя, ΔP , Па, потребуется вычисление параметров канала, $\lambda \bar{l}$, и единичного раздаточного отверстия, $\mu \bar{\sigma}$, а также критерия Рейнольдса, Re , и величины сопротивления трения, λ .

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Используя измерительные инструменты, произвести замеры габаритов корпуса ВЭПШ, a , b и h , м, и определить количество приточных отверстий, n ;
- Относительно габаритных размеров корпуса, a и b , м, и количества закручивателей, n , определить по данным каталога (приложение А, таблица А.1) тип ВЭПШ и его технические характеристики;
- Задавшись расходом воздуха, L , м³/ч, ВЭПШ данного типа и зная его габаритные характеристики, a и b , м, определить скорость движения воздуха, u_n , м/с, на начальном участке канала, характеризуемым ближайшим по направлению течения воздуха точкой первого отверстия

$$u_n = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b}, \quad (1)$$

где L – расход воздуха ВР, м³/ч;
 a и b – стороны сечения канала, м

- Относительно известных сторон сечения канала, a и b , м, определить эквивалентный по скорости диаметр, $d_{эв}$, м, по формуле

$$d_{эв} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}, \quad (2)$$

где a и b – стороны сечения канала, м

- Зная эквивалентный диаметр, $d_{эв}$, м, и скорость движения воздуха, u_n , м/с, на начальном участке канала, вычислить величину критерия Рейнольдса, Re , для данного случая

$$Re = \frac{u_n \cdot d_{эв}}{\nu}, \quad (3)$$

где u_n – скорость движения воздуха на начальном участке канала, м/с;

$d_{эв}$ – эквивалентный по скорости диаметр канала, м;

ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха, таблица 1, м²/с

Вентиляция

Таблица 1 – Значение коэффициента кинематической вязкости и плотности воздуха

Температура воздуха, $t_{в}$, °С	Коэффициент кинематической вязкости, ν , м ² /с	Плотность воздуха, ρ , кг/м ³
-20	0,0000113	1,394
-10	0,0000121	1,341
0	0,0000130	1,292
10	0,0000139	1,247
20	0,0000157	1,204
40	0,0000170	1,127
60	0,0000192	1,06

- Определив необходимые расчетные величины, вычислить значение коэффициента сопротивления трения, λ , по формуле Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[4]{\frac{68}{Re} + \frac{k}{d_{эв}}}, \quad (4)$$

- где Re – число Рейнольдса;
 $d_{эв}$ – эквивалентный по скорости диаметр канала, м;
 k – абсолютная эквивалентная шероховатость поверхности воздуховода из листовой стали, равная 0,1, мм

- Вычислить величину параметра канала, $\lambda \bar{l}$, который выступает характеристикой, позволяющей оценить пропускную способность сечения данного эквивалентного диаметра, $d_{эв}$, м, при длине, l , м

$$\lambda \bar{l} = \frac{\lambda l}{d_{эв}}, \quad (5)$$

- где λ – коэффициента сопротивления трения;
 $d_{эв}$ – эквивалентный по скорости диаметр канала, м;
 l – длина канала, в данном случае равная высоте, h , ВЭПш,

м

- По следующим зависимостям для условия $l \leq \frac{2 \cdot d_{zv}}{\lambda}$ определить параметр единичного приточного отверстия, $\mu\bar{\sigma}$, **принимая в знаменателе под знаком радикала абсолютные значения**

$$\mu\bar{\sigma}_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot r_{max}}{[0,25 \cdot \lambda\bar{l} \cdot (n-1)^2 + \frac{0,4 \cdot (n-1)}{n} - 0,167 \cdot (4 \cdot n + 1) \cdot (n-1)]}}$$

(6.1)

$$\mu\bar{\sigma}_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot r_{max}}{[0,167 \cdot (2 \cdot n + 1) \cdot (n+1) - 1 - 0,083 \cdot \lambda\bar{l} \cdot (n^2 - 1) - 0,2 \cdot (n-1)]}}$$

(6.2)

где r_{max} – максимально допустимое отклонение по скорости, принимаемое равным для данного случая 0,05;

$\lambda\bar{l}$ – параметр канала;

n – количество закручивателей ВЭПш (приложение А, таблица А.1)

В расчете принимается **меньшая** из величин, полученных по данным зависимостям (6.1 и 6.2).

- Проверить условия применения расчетных зависимостей неравенством $n \cdot \mu\bar{\sigma} \leq 1$. При значении $n \cdot \mu\bar{\sigma} > 1$, хотя бы одного из параметров отверстий, следует изменить габаритные характеристики: величины сторон, a , b и h , м, корпуса или количество приточных отверстий, n , принятого к расчету ВР.

- Относительно полученных ранее данных вычислить коэффициент местного сопротивления, ξ , расчетного ВЭПш

$$\xi = 1 + \frac{\{1 + (\mu\bar{\sigma})^2 \cdot [0,25 \cdot \lambda\bar{l} \cdot (n-1)^2 + 0,2 \cdot (n-1) - 0,167 \cdot (4 \cdot n + 1) \cdot (n-1)]\}}{[n^2 \cdot (\mu\bar{\sigma})^2]}, \quad (7)$$

где $\mu\bar{\sigma}$ – параметр единичного приточного отверстия;

$\lambda\bar{l}$ – параметр канала;

Вентиляция

n – количество закручивателей ВЭПш

- Зная значение коэффициента местного сопротивления, ξ , по преобразованной формуле Дарси-Вейсбаха определить аэродинамическое сопротивление, ΔP , Па, принятого к расчету ВЭПш

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{u_n^2 \cdot \rho}{2}, \quad (8)$$

где u_n – скорость движения воздуха в начале канала, м/с;
 ρ – плотность воздуха при данных условиях, таблица 1, кг/м³;

ξ – коэффициент местного сопротивления ВЭПш

- Оформить отчет о лабораторной работе. Отчет должен содержать: наименование и номер лабораторной работы, её цель, методику теоретического определения коэффициента местного сопротивления и аэродинамического сопротивления канала равномерной раздачи воздуха, эскиз воздухораспределителя эжекционного панельного штампованного, схему развития вихревой струи при истечении из закручивателя, таблицу результатов измерений и вычислений и вывод о проделанной работе, в котором необходимо отобразить сущность проведенного теоретического исследования.

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений и вычислений

Характеристика	Значение
Обозначение модели воздухораспределителя	
Габаритные размеры корпуса, $a \times b \times h$, м	
Количество воздухораздаточных отверстий, n	
Расход воздуха, L , м ³ /ч	
Скорость движения воздуха на начальном участке канала, u_n , м/с	
Эквивалентный по скорости диаметр, $d_{эв}$, м	
Число Рейнольдса, Re	
Коэффициент сопротивления трения, λ	

Параметр канала, $\lambda \bar{l}$	
Параметр единичного приточного отверстия по первой зависимости, $\mu \bar{\sigma}_1$	
Параметр единичного приточного отверстия по второй зависимости, $\mu \bar{\sigma}_2$	
Коэффициент местного сопротивления ВЭПш, ξ	
Аэродинамическое сопротивление ВЭПш, ΔP , Па	

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Технические характеристики воздухораспределителя эжекционного панельного штампованного.

Модель	Габаритные размеры $a \times b \times h$, мм	Расход воздуха, L , м ³ /ч	Общее число закручивателей, n	Масса, кг
ВЭПш10 500x250x550	500 x 250 x 550	625-2500	16	9,1
ВЭПш11 500x500x1040	500 x 500 x 1040	1250-5000	32	22,6
ВЭПш12 998x500x1040	998 x 500 x 1040	2500-10000	64	45,2
ВЭПш13 1496x500x1040	1496 x 500 x 1040	3750-15000	96	67,8
ВЭПш14 1995x500x1040	1995 x 500 x 1040	5000-20000	128	90,4
ВЭПш21 500x500x2076	500 x 500 x 2076	2500-10000	64	45,2
ВЭПш22 998x500x2076	998 x 500 x 2076	5000-20000	128	90,4
ВЭПш23 1496x500x2076	1496 x 500 x 2076	7500-30000	192	135,6