

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Кафедра отопления и вентиляции

Исследование всасывающего факела

Методические указания
к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция»
для студентов специальности
270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
очной и заочной форм обучения

Нижний Новгород
ННГАСУ
2010

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Кафедра отопления и вентиляции

Исследование всасывающего факела

Методические указания
к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция»
для студентов специальности
270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
очной и заочной форм обучения

Нижний Новгород
ННГАСУ
2010

УДК 697.922:621.65 (075.8)

Исследование всасывающего факела. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция» для студентов специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения.

Нижний Новгород, издание ННГАСУ, 2010 г.

В методических указаниях приведены правила испытаний вентиляционных установок. В работе исследуются закономерности формирования, границы и зона действия всасывающего факела, определяются поля скоростей.

Составили: Кочев А.Г.
Козлов Е.С.
Козлов С.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСАСЫВАЮЩЕГО ФАКЕЛА

1. Цель работы: изучить закономерности формирования всасывающего факела, распределения поля скоростей вблизи всасывающего отверстия вытяжного воздуховода круглого сечения в вентиляционных установках различного назначения.

2. Теоретические положения.

Закономерности формирования всасывающих факелов около вытяжных отверстий составляют основу методик расчета систем местной вытяжной вентиляции производственных зданий.

Характер движения воздуха вблизи вытяжных и приточных отверстий существенно различается. Это объясняется тем, что при всасывании воздух подтекает к отверстию со всех сторон, а при нагнетании он истекает из приточного отверстия в виде струи с определенным углом раскрытия. Схема движения воздуха около вытяжного отверстия показана на рисунке 1.

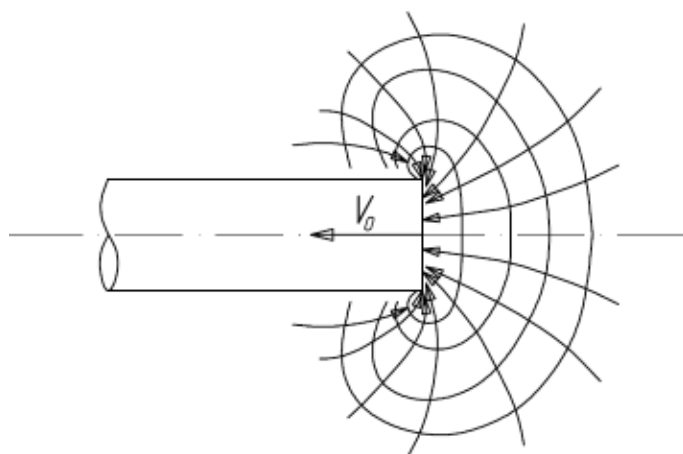


Рис.1. Схема движения воздуха вблизи вытяжного отверстия

Кривые на схеме представляют собой геометрическое место точек одинаковых значений скоростей воздуха а линии, перпендикулярные кри-

вым равных скоростей, указывают направление движения потока на различных участках всасывающего факела.

3. Порядок выполнения работы:

3.1. Определение зоны действия всасывающего факела.

Крыльчатый анемометр фиксируют в зажиме штатива на высоте, соответствующей отметке центра всасывающего воздуховода и устанавливают на оси воздуховода (ось X) на расстоянии приблизительно равном 400 мм от плоскости всасывающего отверстия 5 (рис. 2). Затем штатив с анемометром перемещают по оси потока в направлении к всасывающему отверстию до тех пор, пока крыльчатка анемометра не начнет вращаться.

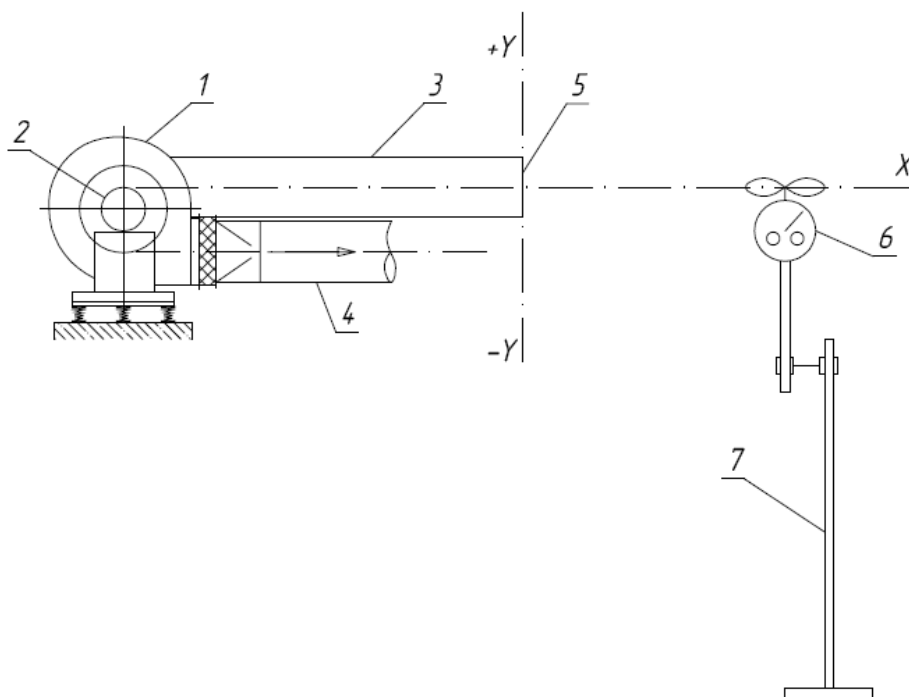


Рис.2. Схема лабораторной установки:

- 1 - центробежный вентилятор; 2 - электродвигатель; 3 - всасывающий воздуховод $\varnothing 180$ мм; 4 - нагнетательный воздуховод $\varnothing 200$ мм; 5 - всасывающее отверстие; 6 - крыльчатый анемометр; 7 - штатив с зажимом

Расстояние от места начала вращения до плоскости всасывающего отверстия и будет зоной действия всасывающего факела ($l_{з.д.}$), т.е.

$$l_{з.д.} = X_{з.д.}, \text{ мм.}$$

Необходимо проверить, как изменится зона действия всасывающего факела, если у вытяжного отверстия, перпендикулярно оси потока, поставить щит (ограждающую плоскость) с отверстием равным по площади вытяжному. Полученное значение записывают, $l'_{з.д.} = X'_{з.д.}$ мм.

Затем, в плоскости параллельной оси потока, устанавливают второй щит, а всасывающее отверстие перекрывают наполовину. Записывают новое значение, $l''_{з.д.} = X''_{з.д.}$ мм.

3.2. Определение скорости воздуха у всасывающего отверстия круглого воздуховода

Измерения вблизи всасывающего отверстия проводят в вертикальной плоскости, проходящей через ось потока с помощью крыльчатого и чашечного (в непосредственной близости к всасывающему отверстию) анемометров.

За начало координат принимают центр всасывающего отверстия воздуховода.

Измерения скорости воздуха выполняют в фиксированных контрольных точках, расположенных с шагом 50 мм по горизонтали и вертикали в пределах зоны действия факела. Схема размещения точек замеров показана на рисунке 3.

Например, для измерения скорости потока в центре всасывающего отверстия анемометр фиксируют на штативе таким образом, чтобы центры чашек прибора при вращении проходили через точку с координатами $X = 0, Y = 0$.

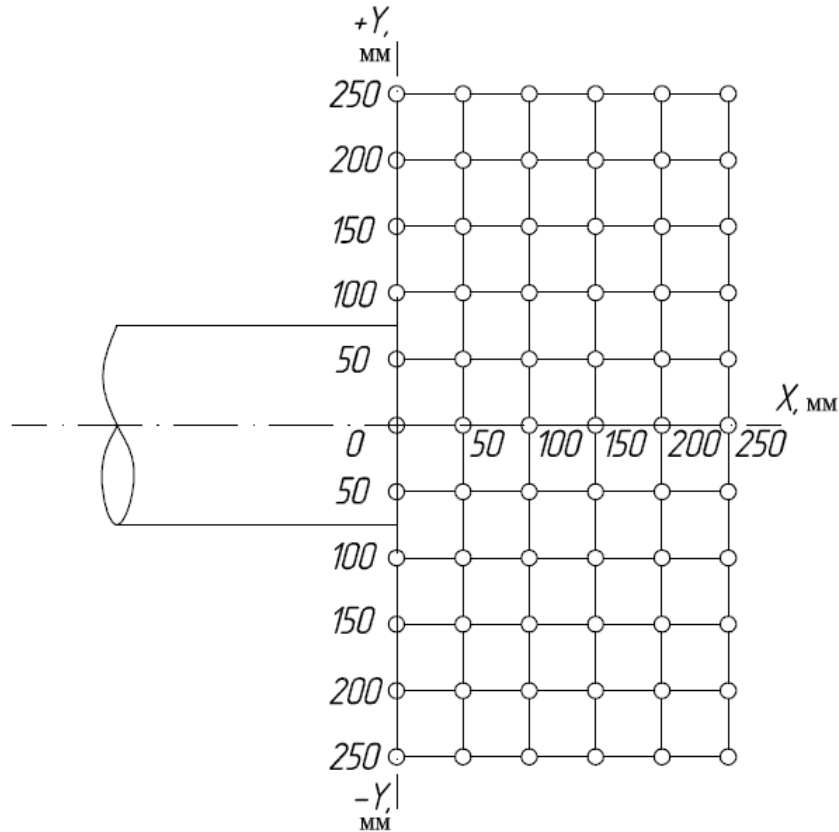


Рис.3. Схема размещения точек замеров скорости.

Аналогично проводят измерения в каждой контрольной точке. Продолжительность измерения $\tau = 10 \dots 60$ с. по заданию преподавателя. Показания счетчика анемометра начальные – n_1 и конечные – n_2 записывают в соответствующий сектор таблицы 1. Для удобства обработки результатов экспериментов начальные показания счетчика записывают в знаменатель, а конечные – в числитель.

По данным таблицы 1 для каждой контрольной точки вычисляют значение числа оборотов анемометра n по формуле $n = (n_2 - n_1) / \tau$, об/с. Полученные значения записывают в таблицу 2.

Значения истинных скоростей воздуха в точках замеров V_x , м/с, определяют с помощью тарировочных графиков анемометров (чашечного и крыльчатого) и записывают в таблицу 3.

Таблица 1 – Показания счетчика анемометра

Y,мм \ X,мм	0	50	100	150	200	250
+250	—	—	—	—	—	—
+200	—	—	—	—	—	—
+150	—	—	—	—	—	—
+100	—	—	—	—	—	—
+50	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—
-50	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	—	—
-150	—	—	—	—	—	—
-200	—	—	—	—	—	—
-250	—	—	—	—	—	—

Таблица 2 – Число оборотов счетчика анемометра

Y,мм \ X,мм	0	50	100	150	200	250
+250						
+200						
+150						
+100						
+50						
0						
-50						
-100						
-150						
-200						
-250						

3.3. Построение поля скоростей всасывающего факела

На осях координат в принятом масштабе отмечают положение контрольных точек (рис.3), в которых проводились измерения скоростей воздуха в пределах зоны действия всасывающего факела. Над каждой из точек наносят измеренное опытным путем значение истинной скорости V_x , м/с, по данным таблицы 3, а затем, интерполируя, соединяют плавными кривыми точки с одинаковыми значениями скоростей. Полученная таким образом графическая зависимость представляет собой поле скоростей всасывающего факела данной вентустановки.

Таблица 3 – Значения истинных скоростей воздуха

Y,мм \ X,мм	0	50	100	150	200	250
+250						
+200						
+150						
+100						
+50						
0						
-50						
-100						
-150						
-200						
-250						

Затем к кривым постоянных скоростей проводят нормальные кривые, которые показывают направление и характер движения потока воздуха к всасывающему отверстию воздуховода.

3.4. Сопоставление экспериментальных данных с результатами, полученными расчетом.

Истинные осевые скорости воздуха V_x , м/с (по данным таблицы 3) необходимо сравнить со значениями, полученными по аналитическим зависимостям 1 и 2 для тех же контрольных точек.

$$\frac{V_x}{V_0} = \frac{1}{1 + k_2 \left(\frac{X}{R}\right)^{1,4}} \quad (1)$$

$$\frac{V_x}{V_0} = 0,06 \left(\frac{d_0}{X}\right)^2 \quad (2)$$

где V_x - осевая скорость всасывающего факела на расстоянии X от всасывающего отверстия, м/с;

V_0 - средняя скорость воздуха во всасывающем отверстии, м/с;

X - расстояние от всасывающего отверстия до контрольной точки, м;

R - радиус всасывающего отверстия, м;

d_0 - диаметр всасывающего отверстия м,

k_2 - опытный коэффициент ($k_2 = 3,3$).

Сопоставление результатов экспериментальных и теоретических исследований проводят в табличной форме (таблица 4). В графе «Примечания» записывают формулу, по которой определялось значение осевой скорости V_x для каждой из контрольных точек.

При совпадении экспериментальных и расчетных значений осевых скоростей делают вывод о том, при каких относительных расстояниях от

всасывающего отверстия круглого воздуховода $\frac{X}{d_0} < 0,5$ или $\frac{X}{d_0} > 0,5$ спра-

ведливы формулы 1 и 2.

Таблица 4 – Значения осевых скоростей воздуха

№№ п/п	Расстояние X , мм	Осевая скорость V_x , м/с		Примечания
		По результатам опытов	По расчету	
1	0			
2	50			
3	100			
4	150			
5	200			
6	250			

3.5 Построение кривой затухания осевых скоростей у всасывающего отверстия круглого воздуховода

По данным таблицы 4 строят кривую затухания осевых скоростей V_x по мере удаления от всасывающего отверстия круглого воздуховода (используя экспериментальные и расчетные значения).

Для этого на оси абсцисс откладывают в принятом масштабе расстояния X , мм, а на оси ординат - величину осевой скорости V_x , м/с.

3.6. Определение количества воздуха, поступающего во всасывающее отверстие круглого воздуховода

Количество воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, поступающего во всасывающее отверстие воздуховода определяется по формуле:

$$L_0 = V_0 \cdot F_0 \cdot 3600, \quad (3)$$

где F_0 - площадь всасывающего отверстия, м^2 ;

V_0 - средняя скорость воздуха во всасывающем отверстии круглого сечения, м/с (по данным таблицы 3).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Основные положения методики экспериментального исследования всасывающего факела.
2. Характеристика всасывающего факела, формирующегося вблизи вытяжного отверстия всасывающего воздуховода круглого сечения.
3. Провести сравнительный анализ закономерностей формирования всасывающего факела и приточной струи (их сходство и различие).
4. Возможно, ли в условиях реальной вентиляционной установки изменить зону действия всасывающего факела?
5. Где на практике необходимо учитывать закономерности формирования и распространения всасывающего факела?

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. – М.: Профиздат, 1990. – 448с.
2. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.
3. Шепелев И.А., Тягло И.Г. Спектры всасывания вблизи вытяжных отверстий местных отсосов. – Тез. докл. семинара «Местная вытяжная вентиляция». – М.: МДНТП, 1969.
4. Максимов Г.А., Дерюгин В.В. Движение воздуха при работе вентиляции и отопления. – Л.: Стройиздат, 1972. – 193с.

Кочев Алексей Геннадьевич

Козлов Евгений Сергеевич

Козлов Сергей Сергеевич

Исследование всасывающего факела

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция» для студентов специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения

Подписано к печати _____. Бумага газетная.

Печать офсетная. Формат 60 90 1/16. Усл.печ.л. _____.

Уч.-изд.л. _____. Тираж 300 экз. Заказ № _____

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ), 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65