



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Методические указания**  
для выполнения лабораторной работы  
«Приборы и методы измерения скорости  
воздушного потока при испытании венти-  
ляционных систем»  
по дисциплине

**«Вентиляция»**

Авторы  
Глазунова Е. К.,  
Пирожникова А. П.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Содержатся методические указания по выполнению лабораторной работы, описаны приборы и методика измерений скорости воздушного потока при испытании вентиляционных систем.

Практикум предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 Строительство

## Авторы

К.Т.Н., доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Глазунова Е.К.,  
ст. преподаватель кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Пирожникова А. П.



## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>Теоретические основы .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Порядок выполнения работы</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>15</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель работы** – изучение приборов и методики измерений скорости воздушного потока при испытании вентиляционных систем.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Испытания вентиляционных систем следует проводить, руководствуясь принятыми методиками [1, 3].

В соответствии с [1], скорость воздуха в воздуховодах, каналах, проемах или воздушных потоков (при испытаниях устройств распределения воздуха или при оценке санитарно-гигиенического состояния воздушной среды в помещении) следует измерять механическими анемометрами [2] или электронными термоанемометрами.

Анемометры, применяемые в наладке, чаще всего бывают следующих типов механические – крыльчатый типа АСО 3, чашечный типа МС-13 и электронные (термоанемометры) конструкций ЛИОТ, ВНИИГС, Уральского Промстройниипроекта.

**Крыльчатый анемометр** АСО-3 (рисунок 1а) предназначен для измерения скорости движения воздуха 0,2–6 м/с, осредненной за определенный промежуток времени.

Масса анемометра составляет не более 0,4 кг. Прибор состоит из корпуса-обечайки, внутри которого помещена крыльчатка, насаженная на трубчатую ось. Под действием воздушного потока крыльчатка принимает вращательное движение, частота которого зависит от скорости набегающего потока. Число оборотов крыльчатки измеряется счетным механизмом. Счетный механизм имеет три указывающие стрелки. Циферблат счетного механизма имеет соответственно три

шкалы (единиц, сотен и тысяч). При повороте арретира против часовой стрелки включается счетный механизм. В корпус прибора по обе стороны арретира ввернуты два ушка. Через ушки пропускается шнурок, с помощью которого включают и выключают анемометр, поднятый на стойке (шесте). Шнурок привязывается к арретиру. В ручке прибора имеется коническое отверстие, которое служит для соединения прибора со стойкой или шестом.

**Чашечный анемометр** МС-13 (рисунок 16) предназначен для измерения средней скорости движения воздуха от 1 до 20 м/с за время.

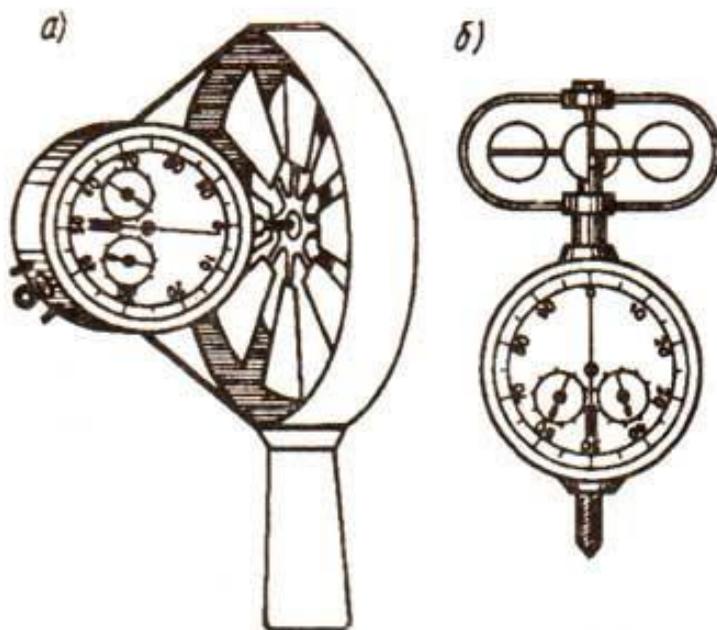


Рисунок 1– Анемометры: а - крыльчатый; б – чашечный

## Вентиляция

Масса анемометра равна не более 0,2 кг. Приемной частью анемометра является четырехчашечная метеорологическая вертушка, насаженная на вал. Вращение вертушки передается валом счетному механизму. Циферблат счетного механизма имеет три шкалы (единиц, сотен и тысяч). Центральная стрелка показывает единицы и десятки, левая стрелка показывает сотни и правая стрелка – тысячи оборотов вертушки. Счетный механизм включается и выключается арретиром, повернув его (соответственно) против часовой стрелки или по часовой стрелке. В нижней части корпуса прибора имеется винт для закрепления прибора на деревянной стойке. В корпусе прибора по обе стороны арретира ввернуты два ушка, через ушки пропускается шнурок, с помощью которого включается и выключается анемометр при закреплении его на стойке. Шнурок привязывается к арретире. Вертушка анемометра частично защищена от механических повреждений крестовиной из проволочных дужек, служащей также для закрепления верхней опоры вала вертушки.

Перед измерением скорости воздушного потока выключают с помощью арретира счетное устройство и записывают начальное показание счетчика  $n_{нач.}$ . После этого анемометр вносят в воздушный поток так, чтобы ось крыльчатого анемометра располагалась параллельно воздушному потоку, ось чашечного анемометра должна быть перпендикулярна направлению движения воздуха. Отклонение от указанных положений не должно превышать 12–15°.

Через 5–10 с после внесения анемометра в поток одновременно включаются секундомер и счетное устройство анемо-

## Вентиляция

метра. По истечении 30–100 с механизм и секундомер выключают и записывают конечное показание счетчика  $n_{\text{кон.}}$  и длительность измерения  $t$  в секундах. Продолжительность отсчета менее 30 с принимать не следует. Значение числа оборотов анемометра в секунду  $n$ , об/с, определяют по формуле

$$n = (n_{\text{кон.}} - n_{\text{нач.}}) / t, \quad (1)$$

где  $n_{\text{кон.}}$ ,  $n_{\text{нач.}}$  – начальное и конечное показания анемометра,  $t$  – время, в течение которого производился замер, с.

Скорость воздуха  $v$ , м/с, определяют по тарировочному графику данного анемометра, относительно полученного числа оборотов в секунду.

При измерении скорости движения воздуха в проемах наружных ограждений зданий, в проемах между помещениями, в приточных и вытяжных отверстиях и т.д. анемометры закрепляют на стойках или штангах, чтобы не заслонять площадь живого сечения проема, в котором производят измерения. В случае, если возможность провести замеры с использованием шеста отсутствует, или пребывание человека в сечении вынуждено, то при измерении скорости воздушного потока у решетки и при определении расхода воздуха измеренное значение должно быть скорректировано поправочным коэффициентом  $K$ , учитывающим влияние человека на газоздушный поток. Значение данной величины обычно находится в пределах 0,7–1 и определяется экспериментально.

Количество и расположение точек замеров в сечении выбирается в соответствии с [3]. В отверстиях площадью до 1–2

## Вентиляция

м<sup>2</sup> средняя по сечению скорость воздуха измеряется при медленном равномерном перемещении анемометра по всему сечению отверстия. При больших размерах отверстия его сечение разбивается на несколько равновеликих площадей и измерения проводят в центре каждой из них. Средняя скорость в сечении отверстия находится как среднее арифметическое из значений измеренных скоростей по всем площадям. В тех случаях, когда в части проема движение воздуха имеет одно направление, а в другой – противоположное, до измерения с помощью анемометра определяют положение нейтральной линии в проеме, где скорость воздуха практически равна нулю. После этого измеряют скорость воздуха по обе стороны от нейтральной линии.

В отверстиях, закрытых решетками, измерение выполняют анемометрами, снабженными насадками, которые в процессе измерения плотно прилегают к решетке. Насадки для анемометров обычно изготавливаются из листовой стали или из отрезков пластмассовых труб.

Определение расхода воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, проходящего через известное сечение (площадь сечения приточного и вытяжного отверстия, проема в наружном ограждении здания, проема между помещениями и др.) осуществляется по формуле

$$L = 3600 \cdot A \cdot v, \quad (2)$$

где  $A$  – площадь сечения, в котором производился замер скорости воздушного потока, м<sup>2</sup>

В конечном результате после проведения замеров и выполнения расчетов, получают искомые величины. Однако

необходимость выполнения расчетов

вручную зачастую может приводить к большим погрешностям. В настоящее время большее распространение, чем механические приборы, получили цифровые термоанемометры. Которые помимо определения скорости движения воздуха, могут также вычислять температуру и по заданному алгоритму с большей точностью самостоятельно рассчитывать заданные воздушные параметры.

Например, **цифровой термоанемометр ТТМ-2-01**, предназначенный для измерения скорости, в диапазоне от 0,01 до 30 м/с, и температуры воздуха, в диапазоне от  $-20$  до  $+50$  °С, в системах вентиляции и кондиционирования (рисунок 2).

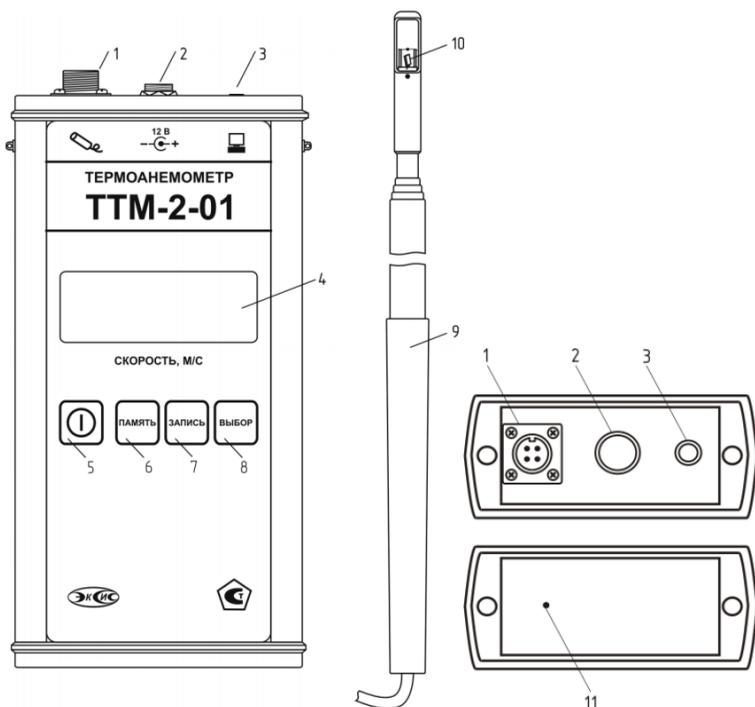


Рисунок 2 – Термоанемометр ТТМ-2-01

1 – разъем подключения измерительного зонда; 2 – разъем под-

## Вентиляция

ключения сетевого адаптера; 3 – разъем подключения к компьютеру; 4 – ЖК-индикатор; 5, 6, 7, 8 – кнопки управления; 9 – измерительный зонд; 10 – сенсоры скорости и температуры; 11 – кнопка аппаратного сброса.

Прибор состоит из блока индикации и измерительного зонда, неразъёмно соединяемого с корпусом прибора удлинительным кабелем.

Измерительный зонд представляет собой телескопическую трубку, способную изгибаться до  $90^\circ$ , с датчиками скорости и температуры с одной стороны и пластмассовой ручкой с другой.

Принцип работы термоанемометра основан на измерении температурного сопротивления нагретого терморезистора, охлаждаемого воздушным потоком. В качестве чувствительных элементов для измерения температуры и скорости потока воздуха используются миниатюрные платиновые терморезисторы. Термоанемометр считывает показания с измерительного зонда, определяет по настроенной на предприятии-изготовителе калибровке скорость воздушного потока и отображает её на ЖК-индикаторе. Термоанемометр может производить усреднение измерений за 2 и за 10 секунд, а также фиксировать максимальное и минимальное значение скорости.

Кроме цифровых термоанемометров с телескопическим зондом, существуют также более примитивные аналоги с крыльчаткой. Например, **электронный термоанемометр АПР-2м**, предназначенный для измерения скорости, атмосферного давления и температуры воздушных потоков.

Несмотря на то, что данный тип устройства уступает зондовым в скорости и удобстве измерения, он значительно пре-

---

## Вентиляция

восходит их в величине допустимого диапазона измерения и надежности. Так как совмещает в себе принципы и функции механического и цифрового приборов.

Работа анемометра основана на тахометрическом принципе преобразования скорости воздушного потока в частоту электрического сигнала с помощью металлической крыльчатки, скорость вращения которой линейно связана со скоростью набегающего воздушного потока. Лопасты крыльчатки при вращении пересекают магнитное поле катушки индуктивности и вносят в неё активные потери, что используется для формирования последовательности импульсов напряжения, частота следования которых регистрируется и используется для расчёта скорости потока.

Одновременно с определением скорости производятся измерения температуры и атмосферного давления воздуха, для чего анемометр оснащается соответствующими датчиками (рисунок 3).

Вентиляция



Рисунок 3 – Термоанемометр АПР-2М

## Вентиляция

1 – кнопки управления; 2 – корпус; 3 – ЖК-индикатор; 4 – пломбировочный винт; 5 – телескопическая штанга; 6 – соединение штанги с крыльчаткой; 7 – корпус крыльчатки, оснащенный датчиками температуры и атмосферного давления; 8 – крыльчатка

Отличительной особенностью электронных приборов также является наличие на дисплее индикации продолжительности времени измерения, что позволяет отказаться от секундомеров и разного рода счетных механизмов.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подготовить крыльчатый анемометр АСО-3 к работе и записать его начальные показания –  $n_1$ .

2. Подвести лопасти к воздухозаборному отверстию вентиляционного канала (крыльчатый анемометр всегда устанавливается крыльчаткой навстречу потоку).

3. После начала движения лопастей анемометра и достижения их равномерного вращения перевести переключатель анемометра для начала отсчета скорости движения воздуха. Одновременно начать отсчет времени.

Для получения средней скорости анемометр медленно перемещают в плоскости поперечного сечения потока, в котором производится измерение.

3. Через 60 секунд, не вынимая анемометр из потока, выключить счетный механизм и секундомер.

4. Записать конечное показание анемометра –  $n_2$ .

5. Выполнить подряд три замера в данной точке измерения. Затем повторить опыт для еще трех вентиляционных

## Вентиляция

отверстий.

6. Рассчитать значение числа оборотов по формуле (1).
7. Определить скорость движения воздуха через вентиляционное отверстие по тарифовочному графику.
8. Определить фактический расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, через вентиляционное отверстие по формуле (2).
9. Определить погрешность измерения по формуле

$$\delta = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\text{абс}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $L_{\max}$ ,  $L_{\min}$  – соответственно, максимальный и минимальный расход воздуха при замере, м<sup>3</sup>/час;

$L_{\text{абс}}$  – абсолютная производительность вентиляционной установки (системы), м<sup>3</sup>/час

Результаты замеров скорости и расчетов сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Определение анемометром скорости и производительности воздушного потока

## Вентиляция

№ точек измерения	Размер сечения или диаметр, мм	Площадь сечения, А, м <sup>2</sup>	Показания анемометра		Время замера, т, сек	Число делений, (оборотов) n, об/сек	Скорость воздуха, V, м/сек	Расход воздуха через сечение, L, м <sup>3</sup> /час	
			начальное П <sub>нач.</sub>	конечное П <sub>кон.</sub>				каждого замера	среднее значение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 34060-2017. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ. – Введ. 2018-02-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с.
- ГОСТ 6376-74. Анемометры ручные со счетным механизмом. Технические условия. – Введ. 1975-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1987, – 8 с.
- ГОСТ 12.3.018-79. ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний. – Введ. 1981-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11 с.