УДК 658.382.3:628.83.001.4:006.354 Группа Т58

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Система стандартов безопасности труда

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ

Методы аэродинамических испытаний

Occupational safety standards system.
Ventilation systems
Aerodynamic test methods

ГОСТ 12.3.018—79

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 5 сентября 1979 г. № 3341 срок введения установлен

с 01.01.81

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на аэродинамические испытания вентиляционных систем зданий и сооружений.

Стандарт устанавливает методы измерений и обработки результатов при проведении испытаний вентиляционных систем и их элементов для определения расходов воздуха и потерь давления.

1. МЕТОД ВЫБОРА ТОЧЕК ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Для измерения давлений и скоростей движения воздуха в воздуховодах (каналах) должны быть выбраны участки с расположением мерных сечений на расстояниях не менее шести гидравлических диаметров D_h, м за местом возмущения потока (отводы, шиберы, диафрагмы и т. п.) и не менее двух гидравлических диаметров перед ним.

При отсутствии прямолинейных участков необходимой длины допускается располагать мерное сечение в месте, делящем выбранный для измерения участок в отношении 3 : 1 в направлении движения воздуха.

Примечание. Гидравлический диаметр определяется по формуле

$$D_h = \frac{4F}{\Pi},$$

где F, м^2 и П, м, соответственно, площадь и периметр сечения.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

Переиздание. Июль 1987 г.

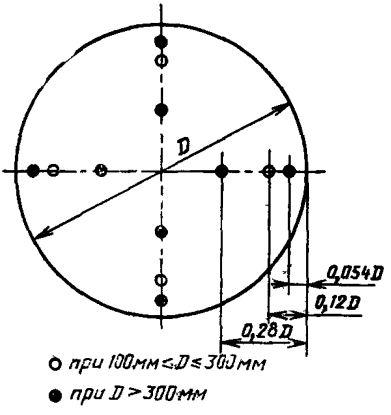
gost.e-ecolog.ru

1.2. Допускается размещать мерное сечение непосредственно в месте внезапного расширения или сужения потока. При этом размер мерного сечения принимают соответствующим наименьшему сечению канала.

1.3. Координаты точек измерений давлений и скоростей, а также количество точек определяются формой и размерами мерного сечения по черт. 1 и 2. Максимальное отклонение координат точек измерений от указанных на чертежах не должно превышать $\pm 10\ \%$. Количество измерений в каждой точке должно быть не менее трех.

1.4. При использовании анемометров время измерения в каждой точке должно быть не менее 10 с.

Координаты точек измерения давлений и скоростей в воздуховодах цилиндрического сечения



Черт. 1

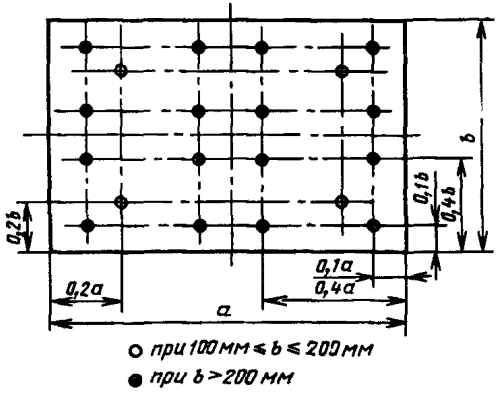
2. АППАРАТУРА

2.1. Для аэродинамических испытаний вентиляционных систем должна применяться следующая аппаратура:

а) комбинированный приемник давления — для измерения динамических давлений потока при скоростях движения воздуха более 5 м/с и статических давлений в установившихся потоках (черт. 3);

б) приемник полного давления — для измерения полных давлений потока при скоростях движения воздуха более 5 м/с (черт. 4);

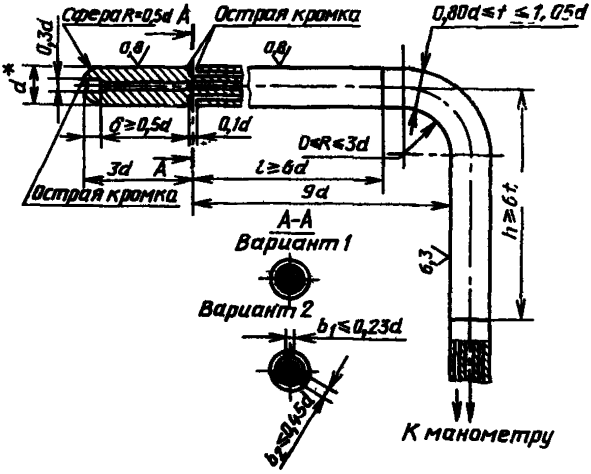
Координаты точек измерения давлений и скоростей в воздуховодах прямоугольного сечения



Черт. 2

в) дифференциальные манометры класса точности от 0,5 до 1,0 по ГОСТ 11161—84, ГОСТ 18140—84 и тягомеры по ГОСТ 2648—78 — для регистрации перепадов давлений;

Основные размеры премной части комбинированного приемника давления



* Диаметр d не должен превышать 8 % внутреннего диаметра круглого или ширины (по внутреннему обмеру) прямоугольного воздуховода.

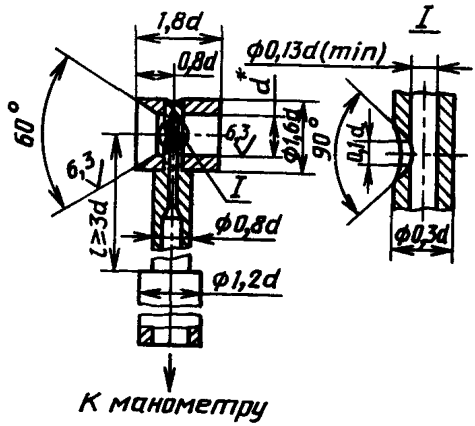
Черт. 3

г) анемометры по ГОСТ 6376—74 и термоанемометры — для измерения скоростей воздуха менее 5 м/с;

д) барометры класса точности не ниже 1,0 — для измерения давления в окружающей среде;

е) ртутные термометры класса точности не ниже 1,0 по ГОСТ 13646—68 и термопары — для измерения температуры воздуха;

Основные размеры приемной части приемника полного давления



* Диаметр d не должен превышать 8% внутреннего диаметра круглого или ширины (по внутреннему обмеру) прямоугольного вездуховода.

Черт. 4

ж) психрометры класса точности не ниже 1,0 и психрометрические термометры по ГОСТ 112—78 — для измерения влажности воздуха.

Примечание При измерениях скоростей воздуха, превышающих 5 м/с в потоках, где затруднено применение приемников давления допускается использовать анемометры по ГОСТ 6376—74 и термоанемометры.

2.2. Конструкции приборов, применяемых для измерения скоростей и давлений запыленных потоков, должны позволять их очистку от пыли в процессе эксплуатации.

2.3. Для проведения аэродинамических испытаний в пожаровзрывоопасных производствах должны применяться приборы, соответствующие категории и группе производственных помещений.

3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

3.1. Перед испытаниями должна быть составлена программа испытаний с указанием цели, режимов работы оборудования и условий проведения испытаний.

3.2. Вентиляционные системы и их элементы должны быть проверены и обнаруженные дефекты устранены.

3.3. Показывающие приборы (дифференциальные манометры, психрометры, барометры и др.), а также коммуникации к ним следует располагать таким образом, чтобы исключить воздействие на них потоков воздуха, вибраций, конвективного и лучистого тепла, влияющих на показания приборов.

3.4. Подготовку приборов к испытаниям необходимо проводить в соответствии с паспортами приборов и действующими инструкциями по их эксплуатации.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Испытания следует проводить не ранее чем через 15 мин после пуска вентиляционного агрегата.

4.2. При испытаниях, в зависимости от программы, измеряют:

барометрическое давление окружающей воздушной среды B_a, кПа (кгс/см²);

температуру перемещаемого воздуха по сухому и влажному термометру, соответственно, t и t_s, °С;

температуру воздуха в рабочей зоне помещения t_a, °С;

динамическое давление потока воздуха в точке мерного сечения p_{di}, кПа (кгс/м²);

статическое давление воздуха в точке мерного сечения p_{si}, кПа (кгс/м²);

полное давление воздуха в точке мерного сечения p_i, кПа (кгс/м²);

время перемещения анемометра по площади мерного сечения τ, с;

число делений счетного механизма оборотов механического анемометра за время τ обхода сечения n.

Примечания:

1. Измерения статического или полного давлений производят при определении давления, развиваемого вентилятором, и потерь давления в вентиляционной сети или на ее участке

2 Значение полного (p, кПа, кгс/см²) и статического (p_s, кПа, кгс/м²) давлений представляют собой соответствующие перепады полных и статических давлений потока с барометрическим давлением окружающей среды. Перепад считается положительным, если соответствующее значение превышает давление окружающей среды, в противном случае p и p_s — отрицательны.

4.3. При измерении давлений и скоростей потока в воздуховодах и расположении мерного сечения на прямолинейном участке длиной не менее $8D_h$ допускается проводить измерения статического давления потока воздуха и в отдельных точках сечения полного давления комбинированным приемником давления.

4.4. Зазоры между измерительными приборами и отверстиями, через которые они вводятся в закрытые каналы, должны быть уп-

лотнены во время испытаний, а отверстия закрыты после проведения испытаний.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. На основе величин, измеренных в соответствии с программой, определяют:

относительную влажность перемещаемого воздуха φ, %;

плотность перемещаемого воздуха ρ, кг/м³ (кгс·с²/м⁴);

скорости движения воздуха v, м/с;

расход воздуха L, м³/с;

потери полного давления в вентиляционной сети или в отдельных ее элементах Δp, кПа (кгс/м²);

коэффициент потерь давления вентиляционной сети или ее элемента ζ.

5.2. Относительную влажность перемещаемого воздуха определяют по показаниям сухого и влажного термометра в соответствии с паспортом прибора.

5.3. Плотность перемещаемого воздуха определяют по формуле

$$\rho = \frac{B_a + p'}{RK_\varphi (t + 273)},$$

где p' — статическое или полное давление потока, измеренное комбинированным приемником давления или приемником полного давления в одной из точек мерного сечения;

K_φ — коэффициент, зависящий от температуры и влажности перемещаемого воздуха. Значение K_φ определяется по табл. 1.

Зависимость коэффициента K_φ от температуры и влажности перемещаемого воздуха

Таблица 1

$t°$, С	10		20		30		40		50	
φ, %	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
K_φ	0,998	1,003	1,000	1,005	1,004	1,012	1,010	1,025	1,020	1,040

5.4. Динамическое давление p_d, кПа (кгс/м²) средней скорости движения воздуха определяют по измеренным в z точках (черт. 1

или 2) комбинированным приемником давления величинам динамических давлений p_{di} по формуле

$$p_d = \left(\frac{\sum_{i=1}^{z} p_{di}^{0,5}}{z} \right)^2 .$$

5.5. Скорость движения воздуха v_i, м/с в точке мерного сечения по измерениям динамического давления p_{di} определяют согласно формуле

$$v_i = \left(\frac{2}{\rho} p_{di} \right)^{0,5} .$$

5.6. Среднюю скорость движения воздуха v_m, м/с в мерном сечении по измерениям динамического давления в z точках (по черт. 1 или 2) определяют по формуле

$$v_m = \left(\frac{2}{\rho} p_d \right)^{0,5} .$$

5.7. При измерениях анемометрами скорость движения воздуха в отдельных точках мерного сечения определяют по показаниям прибора n и графику индивидуальной тарировки прибора $v\ (n)$; при этом среднюю скорость движения воздуха v_m определяют по формуле

$$v_m = \frac{\sum_{i=1}^{z} v_i}{z} .$$

5.8. Объемный расход L, м³/с воздуха определяют по формуле

$$L = F \cdot v_m .$$

5.9. Статическое давление p_s потока в мерном сечении определяют по следующим формулам:

а) $p_s = \dfrac{\sum_{i=1}^{z} (p_i - p_{di})}{z}$ при измерениях полных и динамических давлений;

б) $p_s = \dfrac{\sum_{i=1}^{z} p_{si}}{z}$ при измерениях статических давлений;

в) $p_s = \dfrac{\sum_{i=1}^{z} \left(p_i - \rho \dfrac{v_i^2}{2} \right)}{z}$ при измерениях скоростей потока и полных давлений.

5.10. Полное давление p потока в мерном сечении рассчитывают по формулам

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{z} p_i}{z} \quad \text{или} \quad p = \frac{\sum_{i-1}^{z} (p_{si} + p_{-i})}{z} .$$

5.11. Потери полного давления элемента сети определяют по формуле

$$\Delta p = p_1 - p_2,$$

где p_1 и p_2 — полные давления, определенные по п. 5.10, в мерных сечениях 1 и 2, расположенных, соответственно, на входе в элемент и на выходе из него.

5.12. Потери полного давления элемента сети, расположенного на входе в сеть, определяют по формуле

$$\Delta p = p_2.$$

5.13. Потери полного давления элемента сети, расположенного на выходе из сети, определяют по формуле

$$\Delta p = p_1.$$

5.14. Коэффициент потерь давления элементов сети определяют по формуле

$$\zeta = \frac{\Delta p}{p_d},$$

где p_d — динамическое давление (по п. 5.4) в мерном сечении выбранном в качестве характерного.

5.15. Динамическое давление p_{dv}, кПа (кгс/см^2) вентилятора определяют по формуле

$$p_{dv} = \frac{\rho}{2}\left(\frac{L}{F_v}\right)^2,$$

где F_v — площадь выходного отверстия вентилятора.

5.16. Статическое давление p_{sv}, кПа (кгс/м^2) вентилятора определяют по формуле

$$p_{sv} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1},$$

где p_{s1} и p_{s2} — соответственно статические давления в мерных сечениях 1 и 2 перед и за вентилятором, определенные по п. 5.9;

p_{d1} — динамическое давление в мерном сечении 1, на входе в вентилятор, определенное по п. 5.4.

5.17. Полное давление вентилятора p_v, кПа (кгс/м^2) равно суммарным потерям Δp_Σ сети и определяется по формуле

$$p_v = p_2 - p_1.$$

Примечание. Безразмерные параметры, характеризующие аэродинамические свойства собственно вентилятора (его коэффициенты полного ψ_v, статического ψ_s и динамического φ_{dv} давлений, а также коэффициент расхода воздуха φ_v) определяют, если это предусмотрено программой испытаний, по формулам, приведенным в ГОСТ 10921—74.

5.18. В случаях, предусмотренных программой испытаний, производят расчет предельной погрешности определения расхода воз-

духа по результатам измерений. Порядок расчета при измерениях пневмометрическим насадком в сочетании с дифференциальным манометром дан в рекомендуемом приложении 1.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При проведении аэродинамических испытаний вентиляционных систем должны соблюдаться требования безопасности согласно ГОСТ 12.4.021—75.

6.2. Проведение аэродинамических испытаний не должно ухудшать проветривание и приводить к скоплению взрывоопасной концентрации газов.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Рекомендуемое

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОЗДУХА КОМБИНИРОВАННЫМ ПРИЕМНИКОМ ДАВЛЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ МАНОМЕТРОМ

Из уравнений пп. 4.3—4.8 следует:

$$L = F\left(\frac{2}{\rho}\right)^{0,5} \cdot \frac{\sum\limits_{i=1}^{z} (p_{di})^{0,5}}{z}.$$

При этом предельная относительная погрешность определения расхода воздуха в процентах выражается следующей формулой:

$$\delta_L = (2\sigma_L + \delta_\varphi),$$

где σ_L — среднеквадратичная относительная погрешность, обусловленная неточностью измерений в процессе испытаний;

δ_φ — предельная относительная погрешность определения расхода воздуха, связанная с неравномерностью распределения скоростей в мерном сечении; величины δ_φ даны в табл. 1 настоящего приложения.

Величина σ_L представляется в виде:

$$\sigma_L = \left(4\sigma_D^2 + \frac{1}{4}\sigma_B^2 + \frac{1}{4}\sigma_t^2 + \frac{1}{4}\sigma_\rho^2\right)^{0,5},$$

где σ_D — среднеквадратичная погрешность определения размеров мерного сечения, зависящая от гидравлического диаметра воздуховода; при 100 мм $\leqslant D_h \leqslant$ 300 мм величина $\sigma_D = \pm 3\%$, при $D_h >$ 300 мм $\sigma_D = \pm 2\%$;

σ_ρ, σ_B, σ_t — среднеквадратичные погрешности измерений, соответственно, динамического давления P_d потока, барометрического давления B_a, температуры t потока, величины σ_ρ, σ_B, σ_t даны в табл. 2 настоящего приложения.

Пользуясь табл. 1 и 2 и приведенными формулами вычисляют предельную погрешность определения расхода воздуха.

Таблица 1

Предельная относительная погрешность δ_φ, вызванная неравномерностью распределения скоростей в мерном сечении

Форма мерного сечения	Число точек измерений	δ, %, при расстоянии от места возмущения потока до мерного сечения в гидравлических диаметрах D_h				
		1	2	3	5	>5
Круг	4	20	16	12	6	3
	8	16	12	10	5	2
	12	12	8	6	3	2
Прямоугольник	4	24	20	15	8	4
	16	12	8	6	3	2

Таблица 2

Среднеквадратичные погрешности σ_p, σ_B, σ_t показаний приборов

Показание прибора в долях длины шкалы	σ_p, σ_B, σ_t, %, для приборов класса точности	
	10	0,5
1,00	±0,5	±0,25
0,75	±0,7	±0,24
0,50	±1,0	±0,5
0,25	±2,0	±1,0
0,10	±5,0	±2,5
0,05	±10,0	±5,0

Пример. Мерное сечение расположено на расстоянии 3-х диаметров за коленом воздуховода диаметром 300 мм (т. е $\sigma_D = \pm 3$ %). Измерения производят комбинированным приемником давления в 8-ми точках мерного сечения (т. е. по табл. 1 $\delta_\sigma = +10\%$). Класс точности приборов (дифманометр, барометр, термометр) — 1,0. Отсчеты по всем приборам производятся, примерно, в середине шкалы, т. е. по табл 2, $\sigma_p = \sigma_B = \sigma_t = \pm 1{,}0\%$. Предельная относительная погрешность измерения расхода воздуха составит:

$$\delta_L = 2\left(4 \cdot 3^2 + \frac{1}{4} \cdot 1 + \frac{1}{4} \cdot 1 + \frac{1}{4} \cdot 1\right)^{0,5} + 10 = \pm 12 + 10 = +22\,\%, -2\,\%$$

gost.e-ecolog.ru