

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ИСПЫТАНИЮ ВЕНТИЛЯТОРОВ В
СИСТЕМАХ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ
И ДЫМОУДАЛЕНИЯ**

2026

1. Вводная часть

Испытания вентиляторов проводят:

- для определения соответствия технических характеристик смонтированного оборудования проектным и паспортным (каталожным) значениям;
- для определения эффективности работы установленного оборудования;
- для контроля режима работы и основных эксплуатационных параметров вентиляционной установки;
- при реконструкции вентиляционных систем.

Состав работ:

- Определение технических характеристик вентилятора и электродвигателя;
- Определение фактического режима работы вентилятора и частоты вращения его рабочего колеса;
- Сопоставление полученных результатов с проектными и паспортными (каталожными) данными;
- Разработка мероприятий, обеспечивающих требуемые параметры работы вентиляционной установки, и проведение наладки после их осуществления.

2. Методика испытания вентиляторов

2.1. Подготовительные мероприятия

Перед испытаниями вентиляторов необходимо провести следующий комплекс подготовительных работ:

- ознакомиться с техническими параметрами вентилятора;
- проверить вручную вращение рабочего колеса вентилятора (вращение должно быть свободным, без заеданий, посторонних шумов и вибраций);
- проверить надежность крепления вала, рабочего колеса, вентилятора и электродвигателя (при необходимости выполнить протяжку болтовых соединений вентиляционной установки).

Аэродинамическое испытание вентилятора начинают с определения и сопоставления с проектными и паспортными (каталожными) данными фактического режима его работы — производительности, давления и частоты вращения рабочего колеса — при полностью открытых регулирующих устройствах:

- после подключения вентилятора к электроснабжению необходимо проверить правильность направления вращения рабочего колеса (при неправильном направлении вращения вентилятор развивает значительно меньший напор и производительность; для изменения направления вращения трехфазного электродвигателя необходимо поменять местами любые две фазы питающей линии);
- проверить нагрузку электродвигателя вентилятора (при повышенном нагреве электродвигателя необходимо измерить потребляемый ток; если фактический ток превышает номинальный ток, указанный на табличке электродвигателя, более чем на 10%, необходимо выполнить регулирование режима работы вентилятора путем увеличения сопротивления сети с помощью дросселирующего устройства, установленного до или после вентилятора);
- замерить давление до и после вентилятора. В обоих сечениях должны быть определены полное, динамическое и статическое давление;
- определить общий расход воздуха до и после вентилятора (расхождение между расходами воздуха на всасывании и нагнетании не должно превышать 5%).

Производительность вентилятора принимается равной среднему арифметическому значению расходов воздуха, измеренных на всасывании и нагнетании:

$$L_{\text{фобщ}} = (L_{\text{фвс}} + L_{\text{фнаг}}) / 2, \text{ м}^3/\text{ч};$$

При проектировании вентиляционных систем рекомендуется предусматривать запас по производительности для последующей наладки и балансировки системы;

- полное давление, развиваемое вентилятором при его испытании в сети, определяется как разность полных давлений, измеренных на нагнетании и всасывании вентилятора:

$$P_{\text{фполн(общ)}} = P_{\text{фполн(наг)}} - (- P_{\text{фполн(вс)}}), \text{ Па};$$

При измерении давления на всасывающей стороне вентилятора с использованием принятой системы отсчета значение полного давления может иметь отрицательный знак. В этом случае разность давлений определяется с учетом знака измеренного значения;

- замерить частоту вращения рабочего колеса вентилятора, об/мин.

Анализ работы вентилятора в сети

Если точка, определяемая фактической производительностью L_f и фактическим полным давлением P_f , соответствует каталожной характеристике вентилятора, построенной для измеренной частоты вращения рабочего колеса, вентилятор считается соответствующим каталожным данным (рис. 1).

Отклонение фактического полного давления от значения, определяемого по каталожной характеристике при соответствующей производительности, допускается в пределах 5%.

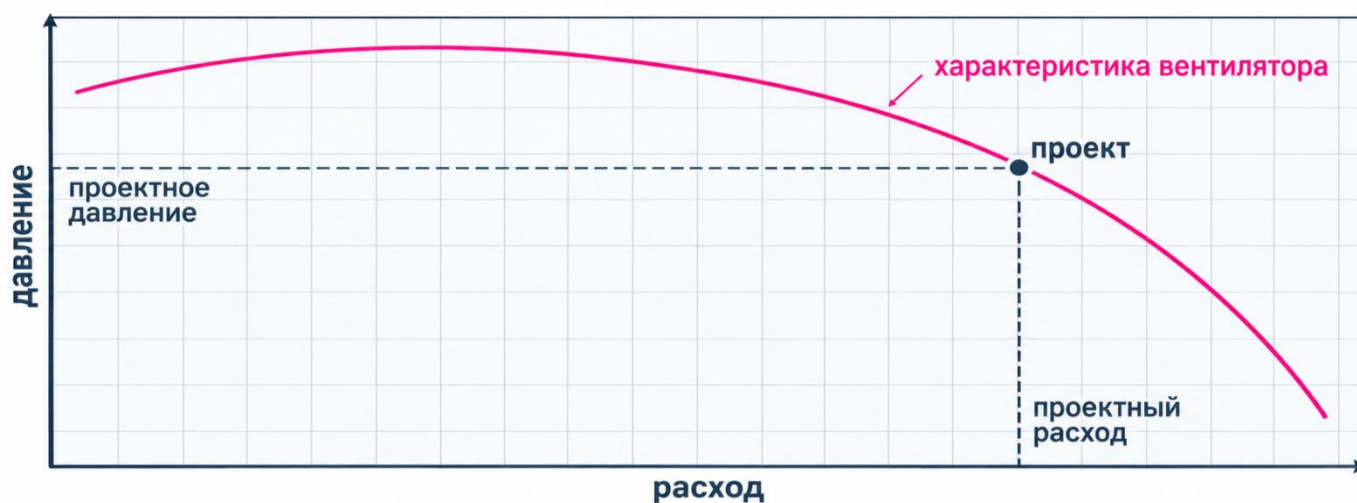


Рис. 1. Работа идеальной системы.

Если при этом фактическая производительность вентилятора L_f окажется меньше проектной $L_{пр}$ (рис. 2), причина несоответствия фактической и проектной производительности может заключаться в неправильности расчёта или монтажа сети, а также в наличии дополнительных сопротивлений в вентиляционной сети.

В таких случаях следует проверить состояние сети, соответствие ее фактических геометрических размеров проектным решениям, правильность положения регулирующих

устройств, наличие засорений и других дополнительных сопротивлений, после чего устранить выявленные недостатки и привести сеть в исправное состояние.

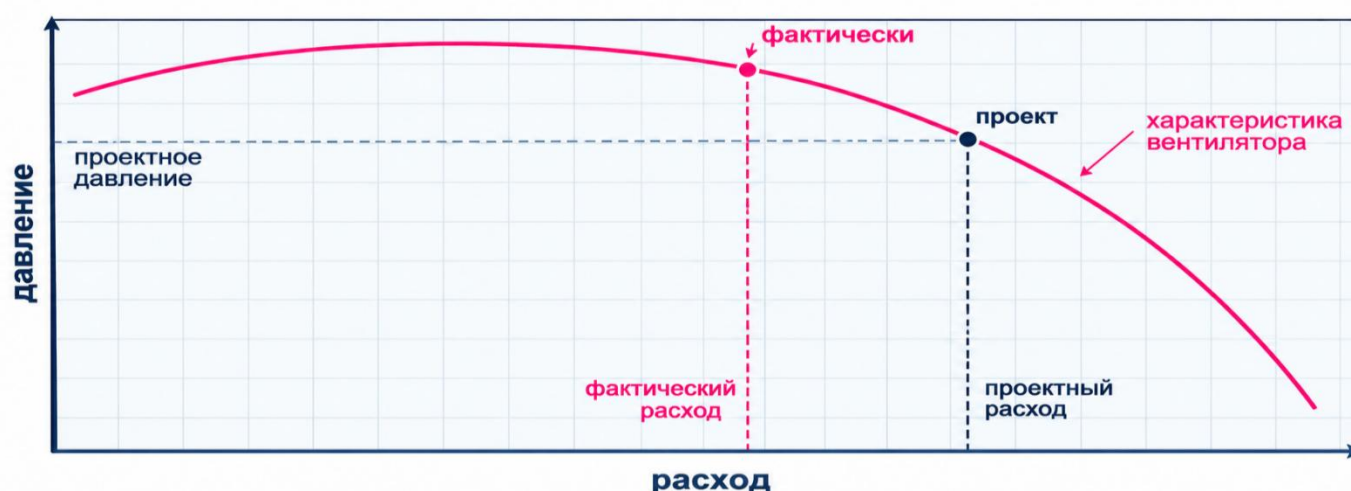


Рис. 2. Вентилятор соответствует, сеть не соответствует.

Если точка, определяемая фактической производительностью L_f и фактическим полным давлением P_f , окажется ниже каталожной характеристики вентилятора (рис. 3), вентилятор не соответствует каталожным данным.

В первую очередь следует проверить соответствие вентиляционной сети проектным решениям. Для этого необходимо построить характеристику сети, которая графически представляет собой квадратичную параболу и выражается формулой:

$$P = k \times L^2, \text{ Па};$$

где:

P – полная потеря давления в сети, Па;

k – постоянный для данной сети коэффициент, равный отношению полного давления, развиваемого вентилятором, на квадрат его производительности;

L – расход воздуха, перемещаемого в сети, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Квадратичный закон изменения сопротивления может нарушаться при наличии в сети элементов, характеристики сопротивления которых существенно отличаются от квадратичной зависимости, в том числе при работе отдельных элементов на малых скоростях воздушного потока.

Для построения характеристики сети определяют значение коэффициента k по известным значениям производительности и полного давления вентилятора:

$$k = P / L^2.$$

Затем, задаваясь различными значениями расхода воздуха и подставляя их в формулу ($P=k \times L^2$), определяют соответствующие значения полной потери давления в сети.

Если полученная характеристика сети пересекает характеристику вентилятора в точке, соответствующей проектному расходу воздуха, режим работы вентилятора соответствует проектному. В случае недостаточной фактической производительности причину следует искать в характеристиках вентилятора либо в его техническом состоянии.

Следует проверить соответствие установленного рабочего колеса кожуху вентилятора, величину зазора между рабочим колесом и всасывающим патрубком (зазор не должен превышать 1% от диаметра рабочего колеса), а также устранить выявленные дефекты вентилятора.

Если вентилятор длительное время находился в эксплуатации, причиной снижения его производительности может быть износ или повреждение лопаток рабочего колеса. В этом случае необходимо заменить рабочее колесо или вентилятор либо, при наличии технической возможности и соответствующего допуска производителя, увеличить частоту вращения рабочего колеса.

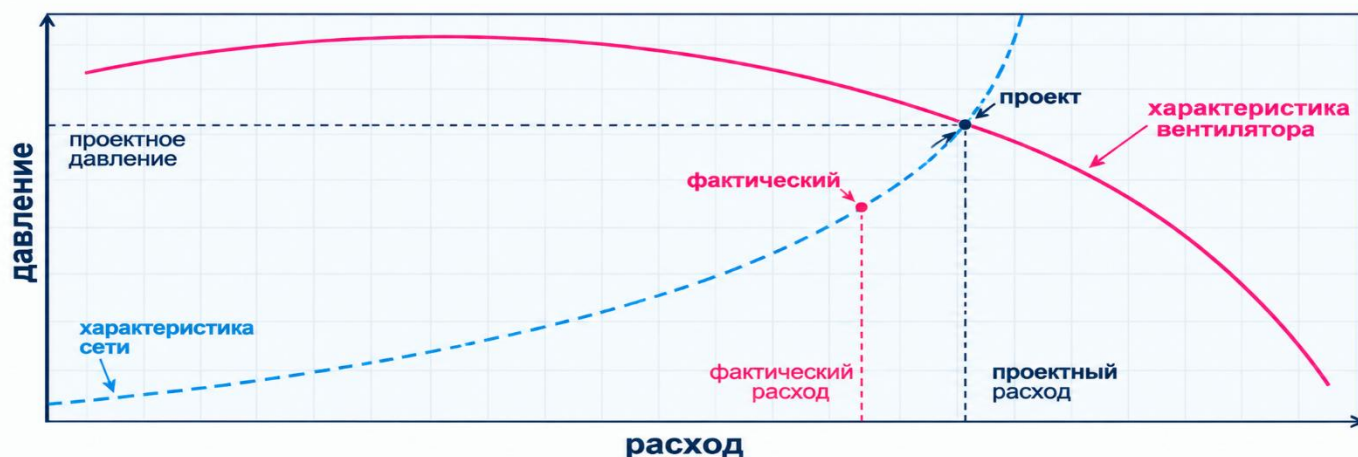


Рис. 3. Вентилятор не соответствует, сеть соответствует.

Если точка, определяемая фактической производительностью L_f и фактическим полным давлением P_f , не соответствует каталожной характеристике вентилятора (отклонение по величине полного давления составляет более 5%) и не совпадает с характеристикой сети (рис. 4), то, помимо возможных дефектов вентилятора, имеется несоответствие фактических параметров вентиляционной сети проектным решениям.

В этом случае необходимо выявить причины несоответствия, проверить фактические геометрические размеры сети, состояние воздуховодов, регулирующих и других элементов, а также устранить выявленные неисправности и отклонения.

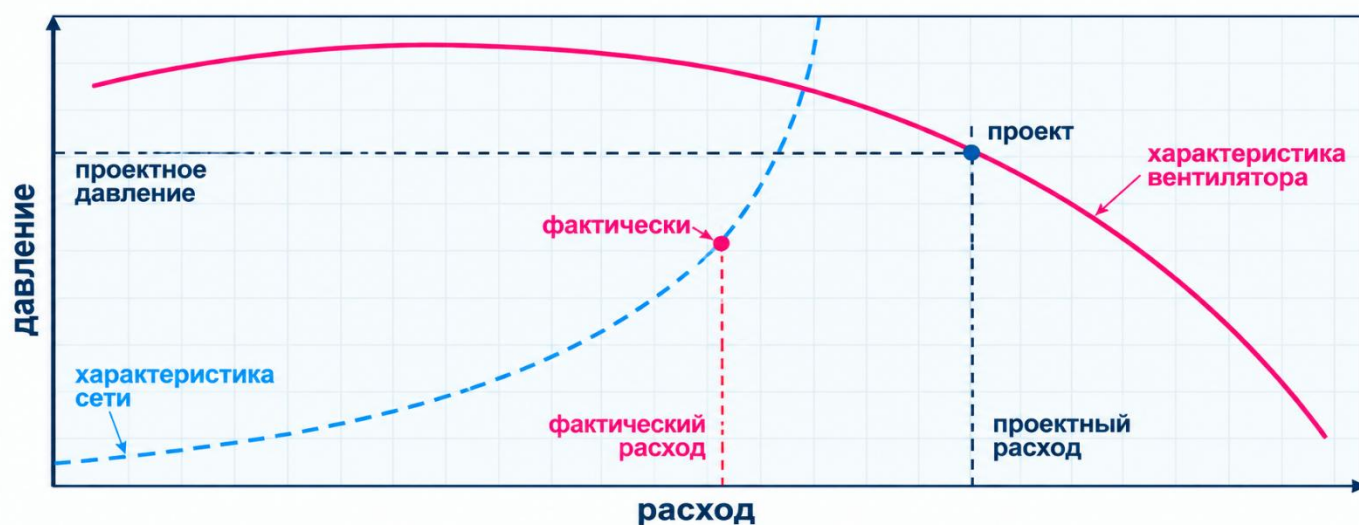


Рис. 4. Все не соответствует.

2.3 Наладка вентиляторов

Основные причины, снижающие давление, развиваемое вентилятором при определенной частоте вращения рабочего колеса, и рекомендации по их устранению:

- зазор между рабочим колесом и всасывающим конусом вентилятора превышает допустимую величину (необходимо заменить установленный всасывающий конус на новый, большей высоты);
- значительный прогиб мягкой вставки на входе в вентилятор (в мягкую вставку устанавливают двойное распорное кольцо диаметром 2–3 мм);
- перекосы мягких вставок (перекосы необходимо устранить);
- отвод или другие местные сопротивления расположены в непосредственной близости от всасывающего патрубка вентилятора (при установке отвода на расстоянии одного диаметра от

всасывающего патрубка полное давление, развиваемое вентилятором, может снижаться относительно каталожного значения до 35%;

- вентилятор следует устанавливать таким образом, чтобы прямой участок воздуховода перед всасывающим патрубком имел длину не менее четырех диаметров, либо установить в отводе направляющие лопатки);
- отложения солей, пыли и грязи на лопатках рабочего колеса и внутренней поверхности кожуха вентилятора (рабочее колесо и кожух необходимо очистить от загрязнений);
- наличие вмятин или неплотностей в кожухе вентилятора (выявленные дефекты необходимо устранить);
- вращение рабочего колеса в обратном направлении (для изменения направления вращения трехфазного электродвигателя необходимо поменять местами две фазы питающей линии).

В тех случаях, когда фактическая производительность вентилятора L_f больше или равна проектной $L_{пр}$, приступают к регулировке вентиляционной сети.

Если фактическая производительность вентилятора L_f меньше проектной $L_{пр}$, необходимо предварительно определить давление $P_{необх}$, которое должен развивать вентилятор при работе в данной сети для обеспечения требуемой производительности. Это давление определяется по формуле:

$$P_{необх} = P_f \times (L_{пр} / L_f)^2, \text{ Па};$$

где:

P_f – фактическое давление, Па;

L_f – фактическая производительность, м³/ч;

$L_{пр}$ – проектная производительность, м³/ч.

Если величина $P_{необх}$ существенно превышает требуемое давление и при этом режим работы вентилятора соответствует коэффициенту полезного действия, меньшему чем $0,85 \times KPD_{\text{макс.катал.}}$, где $KPD_{\text{макс.катал.}}$ — максимальное каталожное значение коэффициента полезного действия вентилятора, следует проверить соответствие геометрических размеров вентиляционной сети проектным решениям и при необходимости выполнить переделку отдельных участков сети с целью повышения ее пропускной способности.

Регулировка объемов воздуха, перемещаемых по вентиляционной сети, осуществляется с помощью дросселирующих устройств.

Требуемая производительность вентилятора после окончания регулировки сети достигается изменением степени открытия дросселирующего устройства на магистральном воздуховоде или изменением частоты вращения вентилятора. В отдельных случаях для достижения требуемой производительности необходимо увеличить частоту вращения рабочего колеса вентилятора (при условии соблюдения допустимой окружной скорости рабочего колеса и достаточной мощности установленного электродвигателя) либо заменить вентилятор на другой типоразмер.

При изменении частоты вращения вентилятора расход воздуха изменяется пропорционально частоте вращения, давление — пропорционально квадрату частоты вращения, а мощность — пропорционально кубу частоты вращения, то есть:

$$L_{\text{ф}} / L_{\text{пр}} = n_{\text{ф}} / n_{\text{пр}}; \quad P_{\text{ф}} / P_{\text{пр}} = (n_{\text{ф}} / n_{\text{пр}})^2; \quad N_{\text{ф}} / N_{\text{пр}} = (n_{\text{ф}} / n_{\text{пр}})^3.$$

Вентилятор необходимо заменить, если невозможно увеличить частоту вращения рабочего колеса.

Также замена вентилятора рекомендуется в случае, когда требуемый режим его работы соответствует значению коэффициента полезного действия ниже $0,85 \times \text{КПД}_{\text{макс.катал.}}$.

Если режим работы вентилятора по каталожной характеристике находится в области низких значений коэффициента полезного действия, правее области экономичного режима работы, для замены выбирают вентилятор большего типоразмера с меньшей частотой вращения.

Если режим работы вентилятора находится левее области экономичного режима работы, для замены выбирают вентилятор меньшего типоразмера с большей частотой вращения.

3. Приборы и средства измерений



Производительность вентилятора и скорость воздушного потока во всасывающем или нагнетательном воздуховоде вентилятора измеряют анемометрами класса точности не ниже 1,0.

Например: анемометр Testo 417.

Полное, статическое и динамическое давление вентилятора измеряют дифференциальным манометром класса точности не ниже 1,0 с приемником давления — напорной трубкой Пито.

Например: Testo 440dp; напорная трубка модификации Пито.



Частоту вращения рабочего колеса вентилятора измеряют тахометром класса точности не ниже 1,0.

Например: Testo 470.

Все измерительные приборы и средства измерений (дифференциальные манометры, анемометры, термоанемометры, напорные трубки, тахометры), применяемые при испытаниях, должны иметь действующую поверку. Средства измерений, применяемые в установленной сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны соответствовать требованиям законодательства в области обеспечения единства измерений и иметь действующие свидетельства о поверке.

4. Схемы и точки измерений

4.1 Рекомендуемая схема измерений

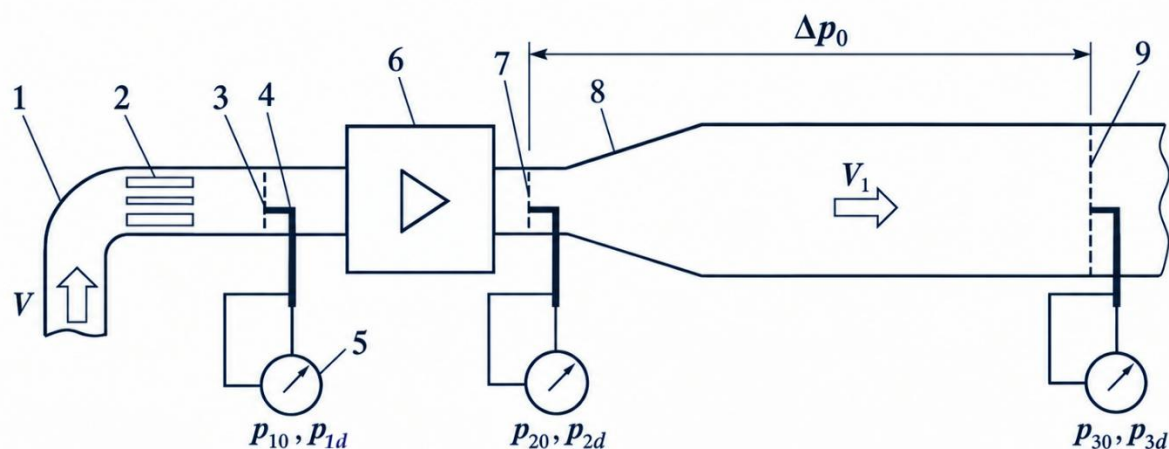
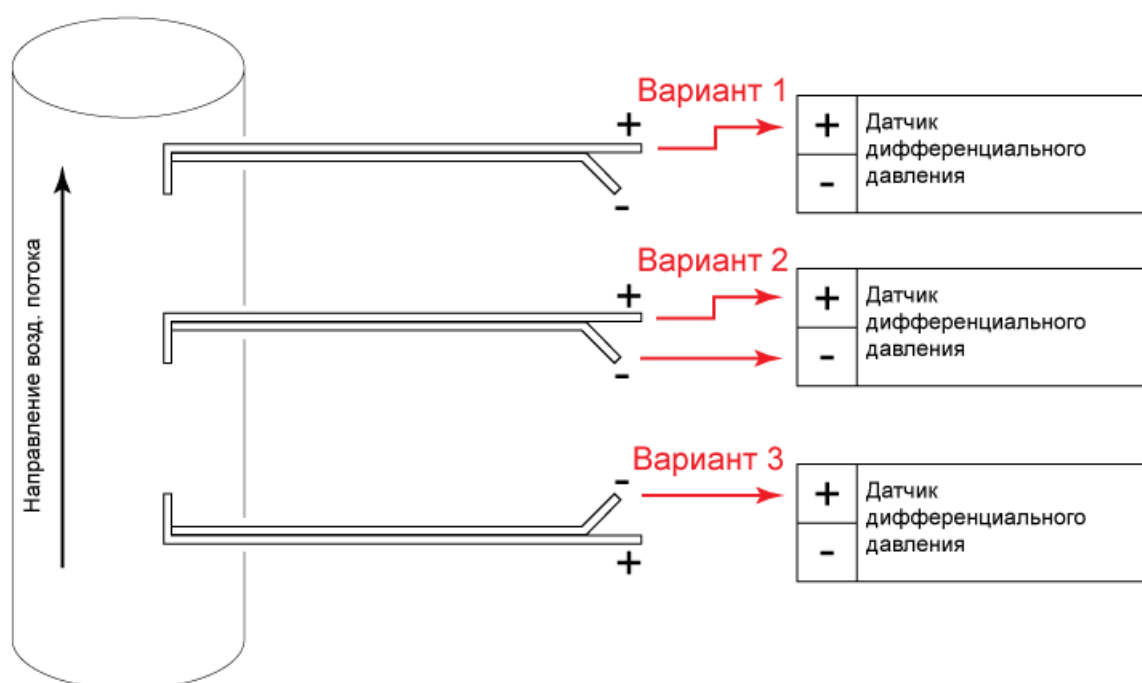


Рис. 5. Рекомендуемая схема измерений распределений давлений до и после вентилятора:

1 — входной воздуховод; 2 — спрямляющее устройство (хонейкомб); 3 — измерительное сечение перед вентилятором; 4 — измерительный зонд; 5 — дифференциальный манометр; 6 — вентилятор; 7 — измерительное сечение на выходе вентилятора; 8 — диффузор; 9 — измерительное сечение в прямом отрезке воздуховода; Δp_0 — потери давления на отрезке воздуховода; p_{i0} — полное давление в точке сечения i ; p_{id} — скоростной напор в сечении i .

4.2 Схемы подключения трубки Пито



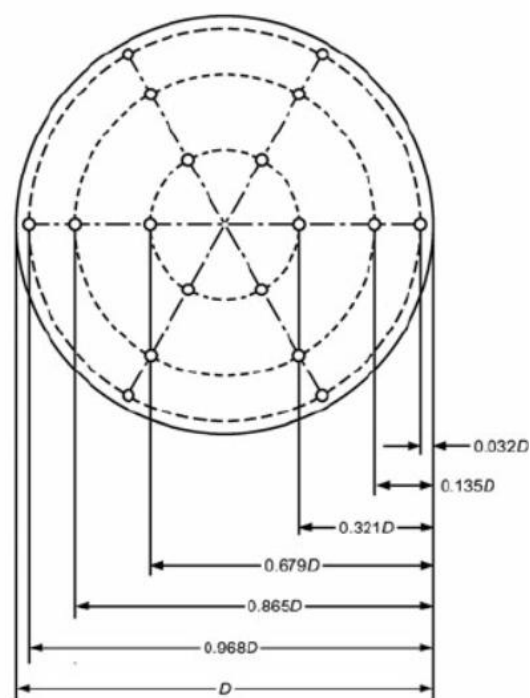
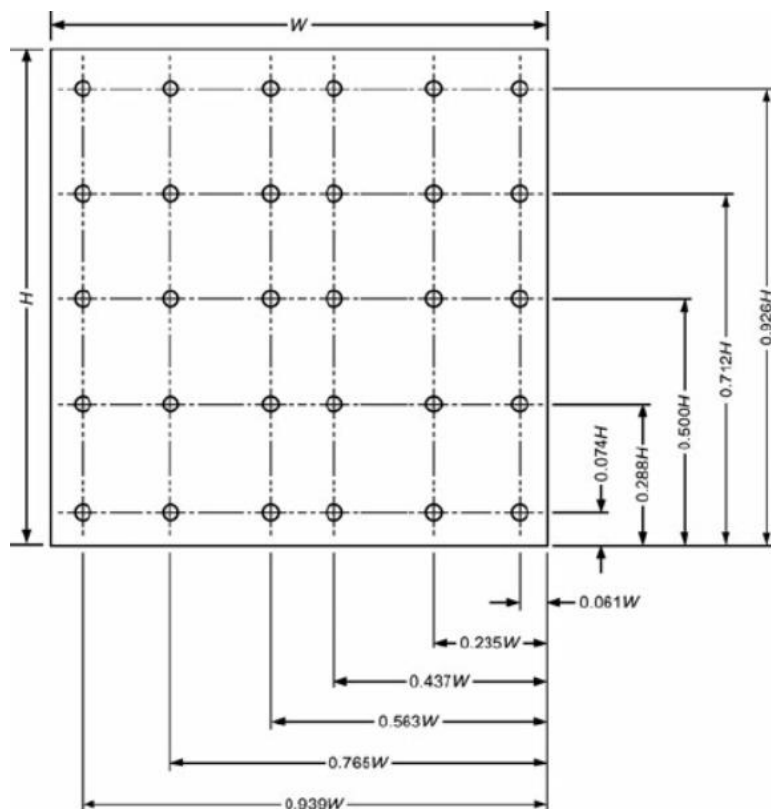
Вариант 1
измерение полного давления

Вариант 2
измерение динамического (дифференциального) давления и скорости

Вариант 3
измерение статического давления (разряжения)

4.3 Точки замеров трубкой Пито

Отличаются от точек, указанных в ГОСТ Р 56077-2014, больше подходят под приборы TESTO и позволяют более точно сделать измерения.



5. Рекомендуемый состав документации

5.1 Программа испытаний вентиляторов.

5.2 Протокол испытания вентилятора.

5.3 Паспорт вентиляционной системы.