

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПАСПОРТИЗАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Антошин А. А.<sup>1</sup>, Галузо В. Е.<sup>2</sup>, Калита Е. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Предложены практические рекомендации по измерению скорости воздуха в системах вентиляции и определения полного и статического давлений, развиваемых вентилятором.

**Ключевые слова:** Аэродинамические испытания, системы вентиляции, измерение скорости воздуха, полное и статическое давление вентилятора.

### PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR CERTIFICATION OF VENTILATION SYSTEMS

Antoshin A. A.<sup>1</sup>, Haluzo V. E.<sup>2</sup>, Kalita E. V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** Practical recommendations are proposed for measuring air velocity in ventilation systems and determining the total and static pressures developed by the fan.

**Key words:** Aerodynamic testing, ventilation systems, air velocity measurement, fan total and static pressure.

Адрес для переписки: Галузо В.Е., ул. П. Бровки, 6, Минск 220113, Республика Беларусь

e-mail: valga51@yandex.ru

В соответствии с [1] при приемочном контроле систем вентиляции (СВ) оформляются паспорта на каждую систему по установленным в этом документе формам.

Эти формы включают в себя объемный расход воздуха и давление развиваемое вентилятором, характеризующие производительность вентилятора. В результате контроля устанавливается соответствие фактических численных значений этих параметров, указанным в проекте.

Измерения расхода воздуха и давления вентилятора осуществляются в соответствии с [1], которое считается обязательным к применению. Однако в [1] есть ряд несоответствий, которые мы предлагаем исключить.

Расход воздуха определяется на основании измерения его скорости перемещения в мерном сечении и площади мерного сечения.

Одним из несоответствий является то, что раздел 2 в [1] называется «Аппаратура», что никак не согласуется с [2,3], в которых говорится о средствах измерений (СИ), включенных в государственный реестр СИ. В [1] указывается, что анемометры по ГОСТ 6376—74 и термоанемометры должны применяться для измерения скоростей

воздуха менее 5 м/с, а при скоростях воздуха более 5 м/с должен применяться комбинированный приемник давления для измерения динамического давления потока, по измерениям которого определяется скорость движения воздуха. При

этом в примечании указывается, что при измерениях скоростей воздуха, превышающих 5 м/с в потоках, где затруднено применение приемников давления, допускается использовать анемометры по ГОСТ 6376-74 и термоанемометры. Но при этом не оговариваются критерии этих «затруднений» и получается, что можно измерять скорость без увеличения погрешности и анемометром. В государственном реестре СИ есть анемометры, измеряющие скорость более 10 м/с. Определение скорости через динамическое давление предполагает измерение влажности воздуха, его температуры и давления в воздуховоде. Что касается давления, то в пояснении формулы для расчета плотности воздуха, значение которой необходимо для определения скорости воздуха опять есть неопределенность. В пояснении сказано, что в формуле используется полное или статическое давление потока, но это же разные давления, отличающиеся численно. Но самое немаловажное то, что неопределенность определения объемного расхода воздуха по скорости рассчитанной через динамическое давление согласно [1] составляет около 30%, при том, что согласно [4] допускается отклонение фактического значения объемного расхода воздуха от проектного 10 %.

Предлагается измерять скорость воздуха в воздуховодах без ограничения ее численного значения анемометрами с телескопическим зондом testo 405-V1, testo 405i, testo 416, testo 425.

При испытаниях (СВ) с механическим побуждением проверяются аэродинамические характеристики (АДХ) вентилятора. В частности, измеряется объемный расход воздуха через вентилятор  $L_B$  и развиваемое им при этом давление  $P_B$ . Обе эти характеристики указываются в проекте для выбранного по ним вентилятора. Выбор вентилятора производится по АДХ вентилятора, приведенным в каталогах завода-изготовителя. Измерение  $P_B$  необходимо для проверки правильности расчета потерь давления в вентиляционной сети. При некорректном расчете выбранный вентилятор может не обеспечивать необходимый объемный расход воздуха  $L_B$ . Следует иметь ввиду то, что АДХ  $L_B(P_B)$ , может быть приведена для разных давлений: полного  $P_{\Pi B}$  и статического  $P_{CB}$ . В частности, в каталоге ООО «ВЕЗА» АДХ вентиляторов КРОС и КРОВ приведены для  $P_{CB}$ , а вентиляторов ВРАН - для  $P_{\Pi B}$  [5].

Потери давления в СВ определяются потерями давления на местные сопротивления и рассчитываются согласно [6] по формуле

$$P = \sum P_{di} \cdot \zeta_i, \quad (1)$$

где:  $P_{di}$  – динамическое давление в расчетном элементе сети,

$\zeta_i$  – коэффициент местного сопротивления расчетного элемента сети [6].

Потери в сети представляют собой статическое давление. Для обеспечения необходимого расхода  $L_B$ , вентилятор должен развивать это давление.

В [1] приводятся выражения и методики определения потерь (падений) давления в (СВ) и на вентиляторе. При этом полное давление в сети  $P_{\Pi}$  или ее участке определяется как сумма статического  $P_{Ci}$  и динамического  $P_{di}$  давлений в  $i$ -м мерном сечении.

Однако вызывают сомнение другие формулы. В частности, в [1] статическое давление  $P_{CB}$  вентилятора определяют по формуле

$$P_{CB} = P_{C2} - P_{C1} - P_{di}, \quad (2)$$

где:  $P_{C2}$  и  $P_{C1}$  – соответственно статические давления в мерных сечениях 1 и 2 перед и за вентилятором,

$P_{di}$  – динамическое давление в мерном сечении 1, на входе в вентилятор.

Эта формула не имеет смысла. Так как, если бы из полного давления вычли динамическое, то получилось бы статическое, а если бы к статическому добавили динамическое, то получилось бы полное.

Статическое давление вентилятора  $P_{CB}$  должно рассчитываться по формуле

$$P_{CB} = P_{C2} - P_{C1} \quad (3)$$

где:  $P_{C2}$  и  $P_{C1}$  – соответственно статические давления в мерных сечениях 1 и 2 перед и за вентилятором.

Что же касается полного давления вентилятора, то согласно [1] оно определяется по формуле

$$P_{\Pi B} = P_{\Pi 2} - P_{\Pi 1}, \quad (5)$$

где:  $P_{\Pi 2}$  и  $P_{\Pi 1}$  – соответственно полные давления в мерных сечениях 1 и 2 перед и за вентилятором. Но согласно физических представлений, как уже было отмечено, и в том числе [1] полное давление равно сумме статического и динамического давлений.

$$P_{\Pi} = P_C + P_d. \quad (6)$$

Если расписать выражение (5) в соответствии с (6), то получится с учетом того, что при равных размерах входного и выходного сечения вентилятора значения динамического давления и их знак (положительный) не меняются

$$P_{\Pi B} = (P_{C2} + P_d) - (P_{C1} + P_d) = P_{C2} - P_{C1}. \quad (7)$$

С учетом того, что  $P_{C1}$  отрицательное, а  $P_{C2}$  положительное, то можно записать (7) в следующем виде

$$P_{\Pi B} = |P_{C2}| + |P_{C1}|, \quad (8)$$

то есть получается, что согласно [1] полное давление вентилятора равно его статическому, которое равно потерям статического давления в вентиляционной сети рассчитываемым проектировщиком. В то же время в каталогах заводов-изготовителей указывается, что полное давление вентилятора складывается из потерь статического давления в вентиляционной сети и динамического давления на выходе вентилятора. Таким образом формула для расчета полного давления вентилятора  $P_{\Pi B}$  должна выглядеть следующим образом

$$P_{\Pi B} = |P_{C2}| + |P_{C1}| + P_{dv}, \quad (10)$$

где  $P_{dv}$  – динамическое давление вентилятора, значение которого приведено либо на графике АДХ вентилятора, либо в таблице для данного типоразмера вентилятора, измеренное на выходе вентилятора.

## Литература

- ГОСТ 12.3.018-79. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэrodинамических испытаний..
- СП 4.02.07-2024. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха зданий и сооружения. Контроль качества работ.
- НПБ 23-2010. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний.
- СП 1.03.02-2020. Монтаж внутренних инженерных систем зданий и сооружений.
- ВЕЗА. Оборудование для противодымной вентиляции.
- Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. — М.: Стройиздат, 1992.