

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

 А.Н. Пронин

«11» января 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Трубы аэродинамические портативные ПАТ-60

Методика поверки

МП 2550-0334-2019

Руководитель отдела ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 К.В. Попов

г. Санкт-Петербург
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на трубы аэродинамические портативные ПАТ-60, предназначенные для воспроизведения параметров воздушного потока (скорость, направление) и применяющиеся для поверки средств измерений скорости и направления воздушного потока в лабораторных условиях, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 1 год.

1. При проведении поверки выполняются операции, перечисленные в таблице 1

Таблица 1

Наименование операции	Поверка		Пункт МП
	Первичная	Периодическая	
Внешний осмотр	+	+	5.1
Опробование	+	+	5.2
Проверка соответствия ПО	+	-	5.3
Определение метрологических характеристик			5.4
Определение диапазона скоростей воздушного потока	+	-	5.4.1
Определение стабильности скорости воздушного потока	+	-	5.4.2
Определение погрешности воспроизведения скорости воздушного потока	+	+	5.4.3
Определение погрешности воспроизведения направления воздушного потока	+	+	5.4.4
Оформление результатов поверки	+	+	6

1.1. При отрицательных результатах одной из операций дальнейшая поверка прекращается.

2. Средства поверки и вспомогательное оборудование

Таблица 2

Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования	Метрологические характеристики	
	Диапазон измерений	Погрешность, класс
Угломер с нониусом (мод.1005) Рег. ном. 957-01	от 0 до 320 градусов (для наружных углов) от 40 до 180 градусов (для внутренних углов)	±2 минуты
Вторичный эталон ВЭТ-150-86	от 0,1 до 60 м/с	±(0,0003+0,005V) м/с
Барометр БРС-1М-1	по атмосферному давлению от 600 до 1100 гПа;	±3,3 гПа
Термогигрометр ИВА-6	по относительной влажности воздуха от 0 до 98 %;	±3 %
	по температуре воздуха от 0 до 60 °С	±0,5 °С

Допускается применение других средств измерений с характеристиками не хуже вышеуказанных.

3. Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к ПАТ-60.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей».

4. Условия поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

5. Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 ПАТ-60 не должна иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество работы.

5.1.2 Соединения в разъемах питания ПАТ-60 должны быть надежными.

5.1.3 Маркировка ПАТ-60 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

5.2 Опробование

5.2.1 Опробование ПАТ-60 должно осуществляться в следующем порядке:

5.2.2 Включите ПАТ-60 согласно ЭД. Запустите автономное ПО «ПАТ-60». Установите скорость 7 м/с и запустите воспроизведение воздушного потока. Должны отсутствовать сообщения об ошибках.

5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения выполняется в следующем порядке.

Идентификация встроенного ПО Векторного преобразователя частоты E2-8300-007H и автономного СПО ПАТ-60 осуществляется по номеру версии. Для визуализации идентификационных данных E2-8300-007H необходимо на пульте управления ПЧ нажать кнопку ПРОГ и кнопками ▲ или ▼ выбирать константу номер 15-1. Для визуализации идентификационных данных СПО ПАТ-60 необходимо выбрать пункт меню «О программе». Для ДМЦ-01М информация в документе МП РТ 1623-2011.

5.3.1 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значения		
	СПО ПАТ-60	ДМЦ-01М	E2-8300-007H
Идентификационное наименование ПО	ПАТ-60	dmc_01M_rs_m_t.hex	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1	4.21	не ниже 2.0
Цифровой идентификатор ПО	-	5DAC0D0C	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	-	CRC32	-

5.4 Определение метрологических характеристик:

5.4.1 Определение диапазона скоростей воздушного потока

Перед проведением определения диапазона воспроизведения скорости воздушного потока ПАТ-60 необходимо провести определение коэффициента сопла в диапазоне скорости от 5 до 60 м/с.

Коэффициент сопла K_c представляет собой отношение скорости в рабочем участке к скорости определенной по перепаду давления на сопле. Коэффициент K_c определяется при 5-ти значениях скорости потока, выбранных в диапазоне от 5 до 60 м/с. При каждом значении скорости производится по 10 измерений.

Диапазон воспроизводимых в рабочем участке ПАТ-60 скоростей потока определяется при помощи анемометра ЭА-70(0) и пневмометрического измерителя ППСД.

Максимальная скорость V_{max} определяется при максимально допускаемых оборотах вентилятора.

За минимальную скорость V_{min} принимают такую, которая может быть определена при помощи анемометра ЭА-70(0), с относительным средним квадратическим отклонением не более 1%.

Запускают установку ПАТ-60 и устанавливают устойчивые минимальные обороты вентилятора n_{min} .

- Производится отсчет по табло анемометра ЭА-70(0).
- Обороты вентилятора несколько уменьшаются и снова устанавливаются обороты вентилятора n_{min} .
- Производится отсчет по табло анемометра ЭА-70(0).

Такие действия совершаются до получения одиннадцати отсчетов ($N=11$). Затем установка останавливается.

Для каждого i -го отсчета вычисляется скорость V_{min} и определяется среднее арифметическое по 11 измерениям.

$$V_{min\,cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{min\,i} \quad (1)$$

и относительное среднее квадратическое отклонение определения минимальной скорости

$$\bar{S}_{v_{min}} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{V_{min\,i} - V_{min\,cp}}{V_{min\,cp}} \right)^2}, \quad N=11 \quad (2)$$

Случайная составляющая относительной погрешности определения средней минимальной скорости при доверительной вероятности $P=0.95$ представляется в виде

$$\delta'_v = (2\bar{S}_{v_{min}}) / \sqrt{N} \quad (3)$$

Для определения максимальной скорости V_{max} выполняются такие же операции, как и в случае определения минимальной скорости, и используется пневмометрический измеритель ППСД.

Результаты определения минимальной и максимальной скоростей представляются в виде протокола №1 (см. приложение А).

5.4.2 При испытаниях оценки стабильности скорости используют эталонный анемометр ЭА-70(0) и пневмометрический измеритель ППСД из состава ПАТ-60.

Испытания проводятся при трех значениях оборотов вентилятора n_1 , n_2 и n_3 , соответствующих скоростям: $V=0,5, 30$ и 60 м/с.

Устанавливаются заданные обороты вентилятора n_1 и в течение 10 мин. производятся отсчеты с интервалом в 1 мин. Такие же испытания проводятся для оборотов вентилятора n_2 и n_3 .

Для каждого отсчета при $n = const$ по показаниям эталонного анемометра рассчитываются скорость V_i , затем средняя скорость

$$V_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i \quad (4)$$

и относительное среднее квадратическое отклонение

$$\bar{S}_v = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{V_i - V_{cp}}{V_{cp}} \right)^2}, \text{ N-число отсчетов} \quad (5)$$

Оценка случайной составляющей относительной погрешности от нестабильности скорости при доверительной вероятности $P = 0.95$ и объеме измерений > 10 представляется в виде $\delta_{cm} = 2\bar{S}_v$.

Результат поверки положительный, если выполняется условие $\delta_{cm} \leq 1,0\%$.

5.4.3 Определение погрешности воспроизведения скорости воздушного потока

Поверка ПАТ-60 при воспроизведении скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и/или сертификатов калибровки Эталонного анемометра ЭА-70(0) и пневмометрического измерителя ППСД из состава ПАТ-60.

Установите эталон в центр рабочей камеры ПАТ-60.

Установите скорость воспроизводимого воздушного потока $V_{изм}$ в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону воспроизведения скорости воздушного потока.

Фиксируйте показания $V_{эт}$ эталона.

Вычислите абсолютную погрешность воспроизведения скорости воздушного потока, $\Delta V_{абс}$ по формуле:

$$\Delta V_{абс} = V_{изм} - V_{эт}$$

Абсолютная погрешность воспроизведения скорости воздушного потока должна удовлетворять условию:

$$\Delta V_{абс} \leq \pm(0,015 + 0,015 \cdot V_{изм}) \text{ м/с в диапазоне от } 0,1 \text{ до } 60 \text{ м/с}$$

5.4.4 Поверка ПАТ-60 при воспроизведении и измерении направления воздушного потока выполняется в следующем порядке

Подготавливают к работе лимб.

Подготавливают к работе угломер с нониусом, типа 2 (далее – угломер).

Устанавливают угломер на лимб таким образом, чтобы начальные значения отсчета соответствовали нулю градусов.

Проводят измерения плоского угла лимба, перемещая угломер по лимбу с дискретностью 20 градусов, по всему обороту в 360 градусов

Фиксируют показания плоского угла лимба $\alpha_{изм}$, и угломера - $\alpha_{эт}$.

Вычисляют абсолютную погрешность измерения угла поворота по формуле:

$$\Delta \alpha = \alpha_{изм} - \alpha_{эт} \quad (11)$$

Результаты испытаний по данному пункту считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений угла поворота во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta \alpha \leq \pm 1 \text{ градус.} \quad (12)$$

6. Оформление результатов поверки

6.1 Результаты поверки оформляются протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

6.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.3 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности установленной формы.

Приложение А (рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПАТ-60 заводской номер _____
 Дата проведения поверки « ____ » _____ 201 года
 Принадлежит (наименование владельца) _____
 Методика поверки МП 2550-0334-2019 утверждена ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» «11» января 2019 г.

Результаты поверки

1. Внешний осмотр

1.1 Выводы _____

2. Опробование

2.1 Проверка идентификационных данных ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значения		
	СПО ПАТ-60	ДМЦ-01М	E2-8300-007H
Идентификационное наименование ПО	ПАТ-60	dmc_01M_rs_m_t.hex	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1	4.21	не ниже 2.0
Цифровой идентификатор ПО	-	5DAC0D0C	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	-	CRC32	-

Соответствует/ не соответствует

2.2 Выводы _____

3. Определение метрологических характеристик:

3.1 Определение погрешности воспроизведения скорости воздушного потока.

Эталонные значения скорости воздушного потока, м/с	Заданные значения скорости воздушного потока, м/с	Абсолютная погрешность воспроизведения, м/с

3.1.1 Выводы _____

3.2 Определение погрешности воспроизведения и измерения направления воздушного потока.

Эталонные значения, градус	Заданные значения, градус	Абсолютная погрешность, градус

3.2.1 Выводы _____

4 Результаты идентификации программного обеспечения _____

На основании полученных результатов ПАТ-60 признается: _____

Поверитель _____

Подпись

ФИО.

Дата поверки « ____ » _____ 20__ года.