

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А. Н. Пронин

03 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Трубки напорные (пневмометрические) АНКОН

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2550-0396-2022

Руководитель отдела
скорости и расхода воздушного
и водного потоков ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

К.В. Попов

Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	6
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая Методика поверки распространяется на трубы напорные (пневмометрические) АНКОН модификаций НИИОГАЗ, ПИТО, ПИТО цилиндрическая и МИОТ (далее – трубы напорные), выпускаемых ООО «НПП «Анкон», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая Методика поверки обеспечивает прослеживаемость трубок напорных к Государственному первичному специальному эталону скорости воздушного потока (ГЭТ 150-2012) в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 ноября 2019 г. № 2815 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока».

1.3 Первичная поверка проводится во всем диапазоне измерений скорости воздушного потока при выпуске из производства.

1.4 Периодическая поверка проводится во всем диапазоне измерений скорости воздушного потока в процессе эксплуатации трубок напорных по истечении межповерочного интервала и после ремонта.

Примечание:

1 При пользовании настоящей Методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

2 Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей Методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Контроль условий поверки	да	да	3
2. Внешний осмотр	да	да	7.1
3. Опробование	да	да	8.2
4. Определение метрологических характеристик	да	да	9
5. Подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям	да	да	10
6. Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 В случае получения отрицательных результатов при выполнении работ по п. 7.1, 8.2 настоящей Методики, поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

- время выдержки приборов во включенном состоянии до проведения поверки должно быть не менее 15 минут.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасного проведения работ, а также изучившие настоящую Методику поверки и техническую документацию на трубы напорные и средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1 Контроль условий поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений, (Разделы 3, 8)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$ Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3\%$ Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа Средство измерений давления, верхний предел измерений 2000 Па, ПГ $\pm(1+0,005\Delta P)$ Па, где ΔP – измеренное значение перепада давления	Термогигрометр автономный ИВА-6 (рег. №82393-21): диапазон измерений температуры воздуха от минус 20 до плюс 50°C, погрешность измерений $\pm 0,2^\circ\text{C}$; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 до 98 %, погрешность измерений $\pm 3\%$; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, погрешность измерений $\pm 0,2$ кПа; Микроманометр жидкостный компенсационный МКВ-250: диапазон измерений давления (0-2500) Па, ПГ $\pm 0,02\%$, (рег. №22995-02)
2 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение их соответствия метрологичес-	Средство измерений давления, верхний предел измерений 2000 Па, ПГ ± 25 Па Рабочий эталон в соответствии с Приказом Росстандарта от 25.11.2019 № 2815 об утверждении Государственной поверочной схемы для средств	Микроманометр жидкостный компенсационный МКВ-250: диапазон измерений давления (0-2500) Па, ПГ $\pm 0,02\%$, (рег. №22995-02) Аэродинамическая измерительная установка: диапазон измерений скорости воздушного потока (2-60) м/с, ПГ $\pm(0,2+0,04\cdot V)$ м/с, где V – измеренное значение скорости потока.

<p>ким требованиям (Раздел 9)</p>	<p>измерений скорости воздушного потока</p> <p>Вторичный эталон или Государственный первичный специальный эталон скорости воздушного потока¹⁾ в соответствии с Приказом Росстандарта от 25.11.2019 № 2815 об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока</p>	<p>Эталонный анемометр: диапазон измерений скорости воздушного потока (0,1-40) м/с, ПГ ± (0,015+0,015·V) м/с, где V – измеренное значение скорости потока.</p> <p>Приемник полного и статического давления: диапазон измерений скорости воздушного потока (5-60) м/с, ПГ±(0,006+ 0,024·V) м/с, где V – измеренное значение скорости потока</p> <p>Вторичный эталон:</p> $S_x = (0,0003+0,003\cdot V) \text{ м/с};$ <p>ГЭТ 150-2012:</p> $\text{СКО} = (0,00015+0,0015\cdot V) \text{ м/с},$ $\text{НСП} = (0,00015+0,0015V) \text{ м/с},$ $U_A = (0,00015+0,0015\cdot V) \text{ м/с},$ $U_B = (0,00015+0,0015V) \text{ м/с}$
---------------------------------------	---	--

¹⁾- при поверке трубок напорных модификации ПИТО исполнение Эталонная

Примечание:

- Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие сведения о результатах поверки средств измерений в Федеральном информационном фоне по обеспечению единства измерений.
- Эталоны, применяемые при поверке, должны быть утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и иметь действующие свидетельства об аттестации.
- Эталоны единиц величин и средства измерений, применяемые при поверке в качестве эталонов единиц величин, должны удовлетворять требованиям по точности Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 ноября 2019 г. № 2815 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока».

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, к государственным первичным эталонам единиц величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды, а также правила безопасного проведения работ в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на трубы напорные и средства поверки.

6.2 При поверке необходимо соблюдать требования:

- правил пожарной безопасности;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в эксплуатационной документации;

6.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

6.4 Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

6.5 К поверке допускаются лица, изучившие паспорт, руководство по эксплуатации (РЭ) и правила пользования средствами поверки. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности, в том числе и на рабочем месте.

Примечание:

При пользовании настоящей Методикой следует в установленном порядке проверить действие перечисленных нормативных документов в Разделе 6. Если нормативный документ заменен (изменен), то следует руководствоваться положениями заменяющего или частично заменяющего документа. Если нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемой трубы напорной следующим требованиям:

- заводской номер и маркировка трубы нанесены чётко и однозначно, соответствуют технической документации;
- на корпусе трубы и на её носике отсутствуют видимые механические повреждения;
- габаритные размеры трубы соответствуют технической документации.

7.2 Трубы напорные, не удовлетворяющие требованиям п.7.1 настоящей Методики, не подлежат дальнейшей поверке.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

- подготавливают резиновые (силиконовые) шланги (трубы) для соединения с манометром и координатное устройство для установки поверяемой трубы напорной в рабочем сечении аэродинамической установки;
- проверяют наличие действующих сведений о результатах поверки средств поверки, включённых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- средства поверки и поверяемые средства измерений подготавливают к работе согласно указаниям, приведённым в соответствующих эксплуатационных документах.
- проверяют (регистрируют) соблюдение условий проведения поверки (п.3.1).

8.2 Опробование:

8.2.1 Проверка герметичности трубы напорной осуществляется путём создания избыточного давления в измерительном канале. Штуцер трубы подключают к манометру, с другой стороны канал закрывают. Показания манометра не должны изменяться.

8.2.2 Проверка работоспособности в диапазоне измерений трубы напорной проводится в аэродинамической установке. Трубку устанавливают в рабочем участке зоны равных скоростей установки приёмной частью (отверстием) полного давления навстречу воздушному потоку, и подключают к манометру. Скорость потока изменяют от нижнего предела диапазона измерений трубы до верхнего, должно наблюдаться изменение показаний манометра.

8.3 Трубы напорные, не удовлетворяющие требованиям п.8.2 настоящей Методики, не подлежат дальнейшей поверке, на них оформляется извещение о непригодности к применению.

8.4 Результат опробования заносят в протокол поверки (Приложение А).

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение среднего коэффициента преобразования динамического давления (K_m)

9.1.1 Определение среднего коэффициента преобразования динамического давления K_m осуществляют в аэродинамической установке при различных значениях скорости воздушного

потока:

- трубку напорную устанавливают в рабочем участке зоны равных скоростей установки и соединяют с эталонным микроманометром;

- приёмную часть трубы направляют навстречу воздушному потоку (параллельно осевой линии потока);

- задают 7 (семь) значений скорости воздушного потока V_i (верхнее и нижнее значение диапазона измерений, остальные – равномерно распределены между ними).

9.1.2 Допускается определение коэффициента Km двумя способами:

- при использовании эталонного анемометра (п.9.1.2.1);

- при использовании эталонного приёмника полного и статического давления и микроманометра (п.9.1.2.2).

Выбор подходящего способа определения коэффициента Km осуществляется поверителем в соответствии с технической возможностью.

9.1.2.1 При определении коэффициента Km с помощью эталонного анемометра на каждом заданном значении скорости воздушного потока проводят не менее 3 (трёх) измерений и вычисляют среднее значение разности полного и статического давления, измеренного микроманометром и поверяемой трубкой напорной, а также среднее значение скорости воздушного потока, измеренное эталонным анемометром в аэродинамической установке.

Одновременно проводят измерения атмосферного давления, температуры и статического давления воздушного потока, определяют их средние значения и вычисляют плотность воздуха.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки (Приложение А).

Коэффициент поверяемой трубы напорной Kmi на каждом заданном значении скорости воздушного потока находят по формуле:

$$Kmi = \frac{\overline{V_{\text{Э}_i}}^2 \cdot \rho}{2 \cdot \Delta P_{\text{tmp}_i}}, \text{ где}$$

$\overline{V_{\text{Э}_i}}$ – средняя скорость воздушного потока, измеренная эталонным анемометром (эталонной аэродинамической установкой), м/с;

ΔP_{tmp_i} – средняя разность между полным и статическим давлением, измеренная поверяемой трубкой напорной, Па;

ρ – плотность газа при рабочих условиях, кг/м³, которую вычисляют по формуле:

$$\rho = 2,695 \cdot \rho_N \frac{\overline{P}_{\text{atm}} + \overline{P}_{\text{cm}}}{273 + \overline{t}}, \text{ где}$$

ρ_N – плотность газа при нормальных условиях (= 1,293), кг/м³;

$\overline{P}_{\text{atm}}$ – среднее атмосферное давление, кПа;

\overline{P}_{cm} – среднее статическое давление воздушного потока, кПа;

\overline{t} – средняя температура воздушного потока, °С.

9.1.2.2 При определении коэффициента Km с помощью эталонного приёмника полного и статического давления и эталонного микроманометра на каждом заданном значении скорости воздушного потока проводят не менее 3 (трёх) измерений и вычисляют средние значения разности полного и статического давления, измеренного микроманометром и поверяемой трубкой напорной, а также средние значения разности полного и статического давления, измеренного эталонным приёмником полного и статического давления и микроманометром в аэродинамической установке.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки (Приложение А).

Коэффициент поверяемой трубы напорной Kmi на каждом заданном значении скорости

воздушного потока находят по формуле:

$$Kmi = K_{\mathcal{E}} \cdot \left(\frac{\Delta \overline{P}_{\mathcal{E}_i}}{\Delta P_{tmp_i}} \right), \text{ где}$$

$K_{\mathcal{E}}$ – коэффициент преобразования давления эталонной аэродинамической установки (эталонного приемника полного и статического давления);

$\Delta \overline{P}_{\mathcal{E}_i}$ – средняя разность между полным и статическим давлением, измеренная микроманометром и приемником полного и статического давления, Па;

ΔP_{tmp_i} – средняя разность между полным и статическим давлением, измеренная поверяемой трубкой напорной, Па.

9.1.3 Средний коэффициент преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной Km по всему диапазону измерений принимают равным среднему арифметическому значению коэффициентов всех заданных значениях скорости воздушного потока:

$$Km = \frac{\sum_{i=1}^n Kmi}{n}, \text{ где}$$

n – число коэффициентов Kmi по диапазону измерений.

9.1.4 Расчетное значение среднего коэффициента преобразования динамического давления Km поверяемой трубы напорной не должно превышать значений, указанных в Описании типа для поверяемой модификации.

9.2 Определение относительной погрешности определения среднего коэффициента преобразования динамического давления (δ)

9.2.1 Определяют среднее отклонение коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной ΔKm на каждом заданном значении скорости воздушного потока Kmi от среднего значения коэффициента преобразования Km по формуле:

$$\Delta Km = \frac{\sum_{i=1}^n |Kmi - Km|}{n}$$

9.2.2 Определяют среднее относительное отклонение коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной δ_{Km} , выраженное в процентах, по формуле:

$$\delta_{Km} = (\Delta Km / Km) \cdot 100$$

9.2.3 Рассчитывают относительную погрешность определения коэффициента поверяемой трубы напорной δ_{KmV} по формуле:

$$\delta_{KmV} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{K_{\mathcal{E}}})^2 + (\delta_p)^2 + (\delta_t)^2 + (\delta_{P_{amm}})^2}, \text{ где}$$

$\delta_{K_{\mathcal{E}}}$ – относительная погрешность определения коэффициента преобразования давления аэродинамической установкой, %;

δ_p – относительная погрешность микроманометра, %;

δ_t – относительная погрешность термогигрометра, %;

$\delta_{P_{amm}}$ – относительная погрешность барометра, %.

9.2.4 Вычисляют относительную погрешность определения среднего коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной (δ) для всего диапазона

измерения скорости воздушного потока по формуле:

$$\delta = \sqrt{(\delta_{Km})^2 + (\delta_{KmV})^2}$$

9.2.5 Расчетное значение основной относительной погрешности определения среднего коэффициента Km поверяемой трубы напорной (δ) не должно превышать значений, указанных в Описании типа для поверяемой модификации.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки (рекомендуемая форма приведена в Приложении А).

10.2 Результаты поверки трубы напорной признаются положительными при соответствии метрологических характеристик, определённых в соответствии с п. 9 настоящей Методики, значениям, указанным в Описании типа для поверяемой модификации. При получении отрицательных результатов поверки выдают извещение о непригодности к применению средства измерений.

10.3 Результаты поверки оформляют в соответствии с Приказом Минпромторга Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

10.4 Результаты поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ
проверки трубы напорной (пневтометрической) АНКОН

Модификация: _____

Исполнение: _____

Заводской номер: _____

Год выпуска: _____

Дата проведения испытаний: _____

Место проведения испытаний: _____

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____
- относительная влажность, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки и сведения о них: _____

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр _____
соответствует (не соответствует)

2. Опробование _____
соответствует (не соответствует)

3. Определение метрологических характеристик:

3.1 Определение среднего коэффициента преобразования динамического давления (K_m)

Наименование характеристики	Значение						
	1	2	3	4	5	6	7
Заданное значение скорости воздушного потока							
Средняя скорость воздушного потока, измеренная эталонным анемометром, \bar{V}_{ϑ_i} , м/с							
или							
Средняя разность между полным и статическим давлением, измеренная эталонным микроманометром и эталонным приемником полного и статического давления (эталонной аэродинамической измерительной установкой), ΔP_{ϑ_i} , Па							
Средняя разность между полным и статическим давлением, измеренная поверяемой трубки напорной, ΔP_{tmp_i} , Па							

Наименование характеристики	Значение						
	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент преобразования динамического давления, K_{ti}							
Средний коэффициент преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной, K_t							

3.2 Определение относительной погрешности определения среднего коэффициента преобразования динамического давления (δ)

Наименование характеристики	Значение
Среднее отклонение коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной, ΔK_t	
Среднее относительное отклонение коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной, δ_{K_t} , %	
Относительная погрешность определения коэффициента поверяемой трубы напорной, $\delta_{K_{tV}}$, %	
Относительная погрешность определения среднего коэффициента преобразования динамического давления поверяемой трубы напорной, δ , %	

Заключение:

Трубка напорная (пневмометрическая) АНКОН модификации _____, зав. № _____ признана _____.
пригодной (негодной)

Поверитель _____ / _____ / _____

Дата _____