

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»
Заместитель генерального директора _____ А.Н. Пронин
доверенность № 3 М.п. «10» апреля 2024 г.
от 24.12.2021

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления ТИМОС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0128-2024

Руководитель НИО
государственных эталонов
в области измерений давления

_____ Р.А. Тетерук

Руководитель сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

_____ А.А. Пименова

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления ТИМОС (далее по тексту – преобразователи), изготавливаемые акционерным обществом «ТИМОС» (АО «ТИМОС»), и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Модификация	Верхние пределы измерений (ВПИ), МПа ^{(1) (2)}	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % ВПИ	Вариация выходного сигнала, % от ВПИ, не более
ТИМОС-ДА-Р	от 0,04 до 60	±0,25; ±0,5; ±1,0	γ
ТИМОС-ДИ-Р	от 0,025 до 60	±0,25; ±0,5; ±1,0	
ТИМОС-ДД-Р	от 0,025 до 1,0 ⁽³⁾	±0,25 ⁽⁴⁾ ; ±0,5; ±1,0	
ТИМОС-ДГ-Р	от 0,025 до 0,6	±0,25; ±0,5; ±1,0	
ТИМОС-ДАВ-Р	от 0,04 до 60	±0,25; ±0,5; ±1,0	
ТИМОС-ДИВ-Р	от 0,025 до 60	±0,25; ±0,5; ±1,0	
⁽¹⁾ Допускается использование других единиц измерений давления, допущенных к применению в РФ.			
⁽²⁾ Конкретные значения указаны в паспорте.			
⁽³⁾ 0,025 МПа при рабочем избыточном давлении 0,1 МПа; от 0,04 до 0,16 МПа при рабочем избыточном давлении 6,0 МПа; от 0,25 до 1,0 МПа при рабочем избыточном давлении 10 МПа.			
⁽⁴⁾ Только для преобразователей с ВПИ свыше 0,06 МПа.			

1.3 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость преобразователей:

- к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23-2010) и к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² (ГЭТ 43-2022) в соответствии с поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) в соответствии с поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020) в соответствии с поверочной схемой «Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904;

- к ГЭТ 23-2010, ГЭТ 43-2022 и ГЭТ 101-2011 в соответствии со структурной схемой прослеживаемости, приведенной в приложении А.

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - непосредственное сличение эталона с преобразователем.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 2.1

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер раздела (п/п) МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений ¹⁾	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
¹⁾ Операция проводится только для преобразователей с цифровым интерфейсом RS-485.			

2.2 Если при проведении одной из операций поверки получен отрицательный результат, проведение дальнейшей поверки прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %.

3.2 Рабочая среда – жидкие и газообразные среды.

3.3 Колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля и другие возможные воздействия на преобразователь при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией поверяемых преобразователей и средств измерений, применяемых в качестве эталонов.

4.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталон и поверяемое средство измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталонные единицы величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень средств поверки, рекомендуемых к применению при проведении поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Диапазон измерений температуры от плюс 15 °С до плюс 25 °С, абсолютная погрешность не более ± 1 °С. Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 30 % до 80 %, абсолютная погрешность не более ± 2 %. Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа, абсолютная погрешность не более $\pm 0,5$ кПа.	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11).
10.1	Диапазон измерений избыточного, и (или) абсолютного давления и (или) разности давлений от минус 0,1 до 60 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности не более $\pm(0,05..0,25)\%$.¹⁾	Рабочие эталоны 3 и 4 разрядов избыточного давления по государственной поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Рабочие эталоны 3 разряда абсолютного давления по государственной поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900. Рабочие эталоны 3 разряда разности давлений по государственной поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904. Манометры грузопоршневые МП (рег. № 58794-14, 52189-16). Манометры грузопоршневые МПА (рег. № 77114-19). Барометры образцовые переносные № БОП-1М (рег. № 26469-17). Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13). Калибраторы давления портативные Метран 501-ПКД-Р (рег. № 22307-09). Калибраторы давления портативные Метран 502-ПКД-10П (рег. № 26014-08). Задатчики давления Воздух-1600, Воздух-4000 (рег. № 12143-04). Калибраторы давления пневматические Метран-504 Воздух (рег. № 31057-09). Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1 (рег. № 69742-17). Катушка электрического сопротивления Р331 100 Ом (рег. № 1162-58).

¹⁾ Диапазон и точность эталона выбирается в зависимости от поверяемого преобразователя.

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы. Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

5.4 При выборе эталона давления должны быть выполнены условия: соотношение пределов допускаемых основных погрешностей в поверяемых точках эталона и преобразователя должно удовлетворять требованиям действующих государственных (или локальных) поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на преобразователи и средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, клемм контрольных выходов сигнала и др.;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие эксплуатационной документации.

7.2 Преобразователь считается выдержавшим внешний осмотр, если выполняются требования, перечисленные выше.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка условий окружающей среды.

8.1.1 При проверке условий окружающей среды проводят контроль выполнения условий поверки в соответствии с п. 3.1 настоящей методики.

8.2 Подготовительные работы.

8.2.2 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее трех часов при температуре, указанной в п. 3.1;
- выдерживают преобразователь не менее тридцати минут при включённом питании;
- устанавливают преобразователь в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;
- проверяют на герметичность в соответствии с п. 8.3 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

8.3 Проверка герметичности системы.

8.3.1 Проверку герметичности системы проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений преобразователя.

В систему подают давление, равное верхнему пределу измерений преобразователя и выдерживают под этим давлением в течение двух минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление. Измерительную систему считают герметичной, если в течение двух минут не наблюдается падения давления.

8.4 Опробование

8.4.1 При опробовании проводят проверку общего функционирования преобразователя.

8.4.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего, при этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала преобразователя.

8.4.3 Проверку герметичности преобразователя проводят по методике аналогичной методике (п. 8.3) со следующими особенностями:

- изменение давления или разрежения определяют по изменению выходного сигнала поверяемого преобразователя, включенного в систему;
- в случае обнаружения негерметичности системы с поверяемым преобразователем следует отдельно проверить систему и преобразователь;
- проверку герметичности преобразователей разности давлений при поверке не проводят.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения состоит из определения номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения преобразователя.

9.2 Номер версии ПО и идентификационное наименование выводится на дисплей компьютера.

9.3 Подтверждение можно считать успешным, если номер версии программного обеспечения поверяемого преобразователя совпадает с номером версии, указанным в описании типа.

Примечание: Проверка программного обеспечения проводится только для преобразователей с цифровым интерфейсом RS-485.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной погрешности.

10.1.1 Основную погрешность определяют с помощью эталона, устанавливая на входе преобразователя номинальные значения давления и измеряя соответствующие значения выходного сигнала постоянного тока. Допускается измерение токового выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.

При поверке преобразователя по его цифровому сигналу к выходу подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины.

10.1.2 Расчетные значения выходного сигнала постоянного тока (I) поверяемых преобразователей в зависимости от заданного номинального значения входной измеряемой величины (P) определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + \frac{(I_{\sigma} - I_0)}{P_{\sigma} - P_n}(P - P_n), \quad (1)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

P – номинальное значение входной измеряемой величины, для преобразователей, калиброванных в диапазоне от избыточного давления до разряжения, значение давления P в области разряжения подставляется в формулу (1) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений, для преобразователей, калиброванных в диапазоне от избыточного давления до разряжения, значение P_n в области разряжения подставляется в формулу (1) со знаком минус;

P_{σ} – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа;

I_0, I_{σ} – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя.

10.1.3 Основную приведенную погрешность измерений давления определяют не менее чем при пяти значениях давления, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая верхнее и нижнее предельное значение давления.

В ходе работы давление плавно повышают (прямой ход) и проводят измерения при заданных значениях. При достижении верхнего предела измерений преобразователь выдерживают при этом давлении в течение одной минут, после чего давление плавно понижают (обратный ход) и проводят считывание показаний при тех же значениях давления.

10.1.4 Определение основной приведенной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа проводят с использованием эталонов избыточного давления (пример структуры локальной поверочной схемы приведен в приложении А).

В этом случае поверку преобразователя выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчетные значения выходного сигнала преобразователя определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_{\sigma} - I_0) \frac{P_{\sigma} - P_{(\pm)}}{P_{\sigma(\alpha)}}, \quad (2)$$

где I_p, I_0, I_{σ} – то же что и в формуле (1);

P_{σ} – атмосферное давления в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{\sigma(\alpha)}$ – верхний предел измерений преобразователя абсолютного давления, МПа;

$P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;

$P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в преобразователе, значение разрежения в МПа.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляются по формулам:

$$P_{(+)} = P_{(a)} - P_{(\sigma)}, \quad (3)$$

$$P_{(-)} = P_{(\sigma)} - P_{(a)}, \quad (4)$$

где $P_{(a)}$ – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

Вблизи нуля абсолютного давления преобразователь поверяют, создавая на его входе разрежение:

$$P_{\sigma(-)} = (0,90 \dots 0,95) P_{(\sigma)}, \quad (5)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_\epsilon - I_0) \frac{P_\epsilon - P_{\epsilon(-)}}{P_{\epsilon(\alpha)}}. \quad (6)$$

Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе преобразователя определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_\epsilon - I_0) \frac{P_\epsilon}{P_{\epsilon(\alpha)}}. \quad (7)$$

Максимальное значение избыточного давления $P_{\epsilon(+)}$, при котором расчетное значение выходного сигнала $I_p = I_\epsilon$, определяют по формуле:

$$P_{\epsilon(+)} = P_{\epsilon(\alpha)} - P_{(\delta)}. \quad (8)$$

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений

11.1.1 Основную приведенную погрешность измерений давления γ вычисляют по формуле:

$$\gamma = \frac{I - I_p}{I_\epsilon - I_0} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где I – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА,

а при поверке преобразователей с цифровым выходным сигналом по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{нов} - P_{эт}}{P_\epsilon} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где $P_{нов}$ – показания поверяемого преобразователя;

$P_{эт}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ,

P_ϵ – значение давления, равное ВПИ преобразователя.

$P_{исп}$, $P_{эт}$ и P_ϵ должны быть выражены в одних и тех же единицах измерения давления.

11.1.2 Вариацию выходного сигнала δ (% от ВПИ) определяют в каждой контрольной точке кроме точек, соответствующих верхнему и нижнему пределу измерений, по формуле:

$$\delta = |\gamma_n - \gamma_o|, \quad (11)$$

где γ_n и γ_o – значение основной приведенной погрешности преобразователя при повышении и понижении давления соответственно, % от ВПИ.

11.2 Критерии соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

11.2.1 Критерием соответствия средства измерений метрологическим требованиям является соответствие требованиям разделов 8, 9, 10 и положительном результате проверки п. 11.1 настоящей методики. При соблюдении всех требований результат поверки считают положительным, преобразователь допускается к применению для измерений давления.

11.2.2 Если значения контролируемых характеристик преобразователя превышают предельные значения, то результаты считаются отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца или лица, представившего средство измерений, выдают извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.4 Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы, установленной в организации, производящей поверку.

Приложение А

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления с ВПИ до 60 МПа

