



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко

«09» апреля 2025 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Преобразователи разности давлений измерительные DMF71

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-369-202-2025

г. Москва
2025 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на преобразователи разности давлений измерительные DMF71 (далее – преобразователи), изготавливаемые Chongqing Xuxin Technology Co., Ltd, Китай, и устанавливает методы их первичной и периодической поверки.

При проведении поверки должна быть установлена прослеживаемость поверяемого преобразователя к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010 (Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653 и к ГЭТ 95-2020 (Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472.

В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки преобразователей в сокращенном объеме.

Поверка преобразователей проводится по выходному сигналу постоянного тока от 4 до 20 мА. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, дополнительно может быть проведена поверка по выходному сигналу HART.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции	
		При первичной поверке	При периодической поверке
Внешний осмотр	6	Да	Да
Опробование	7	Да	Да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик преобразователей	9	Да	Да
Подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям	10	Да	Да
Примечания:			
При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции МП – поверка прекращается.			

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от +21 до +25 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |
| – относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |

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

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся сотрудниками организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на преобразователи и средства поверки.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства измерений, применяемые при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Опробование. Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653	Манометры грузопоршневые МП (Рег. № 52189-16); Манометры газовые грузопоршневые МГП (Рег. № 52506-16); Калибраторы давления СРС, СРН (Рег. № 59862-15)

Продолжение таблицы 2 – Оборудование и средства измерений, применяемые при поверке

Опробование. Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы разности давлений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472	Микроманометр МКМ (Пер. № 88483-23)
	Эталоны силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091	Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508A (Пер. № 25984-14)
	Эталоны постоянного электрического тока и электродвижущей силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520	
	Эталоны электрического сопротивления постоянно и переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456	Мера электрического сопротивления Р3030 (Пер. № 8238-81)
Контроль условий проведения поверки	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С ($\Delta = \pm 0,5$ °С (не более)), относительной влажности окружающего воздуха от 30 % до 80 % ($\Delta = \pm 3$ % (не более))	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2 (Пер. № 53505-13).
	Измерение атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа ($\Delta = \pm 5$ гПа (не более))	Измерители давления Testo 511 (Пер. № 53431-13)
Вспомогательное оборудование	Воспроизведение постоянного тока напряжением не менее 24 В, сила тока не мене 0,5 А	Источник питания постоянного тока
	Обеспечение подключение к поверяемому преобразователя по цифровому HART протоколу	HART-модем НМ-10/U (HART-коммуникатор)
	Операционная система не ниже Windows 7 и предустановленное программный обеспечение (ПО) для работы с HART-модемом	Персональный компьютер (ПК)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 При проведении поверки средства поверки должны быть подобраны таким образом, чтобы выполнялось условия, приведенные в п. 4.2.1 – 4.2.3.

4.2.1 При проведении поверки с применением эталона давления и эталонного миллиамперметра должно выполняться условие:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_{max}} + \frac{\Delta_I}{I_{max} - I_{min}} \right) \cdot 100 \leq \gamma \cdot \delta \quad (1)$$

где: Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона давления в поверяемой точке, кПа;

P_{max} – максимальный диапазон измерений поверяемого преобразователя давления, кПа;

Δ_I – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного миллиамперметра при предельном значении выходного сигнала преобразователя, мА;

I_{max}, I_{min} – соответственно верхнее и нижнее предельные значения диапазона выходного сигнала преобразователя, мА;

γ – пределы допускаемой приведенной погрешности поверяемого преобразователя, %;

δ – коэффициент отношения погрешностей применяемых эталонов и поверяемого прибора, которое определяется в соответствии с действующей Государственной поверочной схемой (как правило, при отношении 1 к 2 коэффициент равен 0,5, при отношении 1 к 2,5 коэффициент равен 0,4, при отношении 1 к 3 коэффициент равен 0,33).

4.2.2 При проведении поверки по падению напряжения на образцовой мере сопротивления с применением эталона давления, эталонного вольтметра и меры сопротивления должно выполняться условие:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_{max}} + \frac{\Delta_U}{U_{max} - U_{min}} + \frac{\Delta_R}{R_{обр}} \right) \cdot 100 \leq \gamma \cdot \delta \quad (2)$$

где: Δ_U – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного вольтметра при предельном значении выходного сигнала преобразователя, мВ.

U_{max}, U_{min} – соответственно верхнее и нижнее предельные значения диапазона выходного сигнала преобразователя, которые определяются по формулам 2.1 и 2.2 соответственно, мВ;

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности образцовой меры сопротивления, Ом;

$R_{обр}$ – номинальное сопротивление образцовой меры сопротивления, Ом.

$$U_{max} = I_{max} \cdot R_{обр}, \text{ мВ} \quad (2.1)$$

$$U_{min} = I_{min} \cdot R_{обр}, \text{ мВ} \quad (2.2)$$

4.2.3 При проведении поверки по выходному сигналу HART протокола должно выполняться условие:

$$\Delta_p \leq \Delta_{\text{си}} \cdot \delta \quad (3)$$

$\Delta_{\text{си}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности поверяемого преобразователя, кПа.

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки;
- требования мер безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый преобразователь.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого преобразователя следующим требованиям:

- наличие на преобразователе информации о модификации, заводском номере и диапазоне измерений;
- отсутствие на преобразователе механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики.

6.2 Преобразователи, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- преобразователь должен быть выдержан в условиях поверки не менее 3 ч;
- при поверке преобразователь должен быть подключен к устройству создания давления в вертикальном положении (если иное не предусмотрено руководством по эксплуатации), положение не должно изменяться в процессе поверки.

7.2 При опробовании преобразователя выполняются следующие операции:

- Подключить преобразователь к миллиамперметру по токовой петле с напряжением 24 В;

- Подключить преобразователь давления к эталонному средству измерений. Для измерений положительной части диапазона измерений избыточное давление подается в камеру (H), для измерений отрицательной части диапазона избыточное давление подается в камеру (L). Проверить работоспособность преобразователя путём изменения измеряемой величины до верхнего предельного значения давления. При этом должно наблюдаться изменение показаний измеряемого давления (выходного сигнала постоянного тока) на дисплее миллиамперметра. Провести выдержку преобразователя давления на верхнем пределе измерений не менее 5 мин, при этом, по показаниям преобразователя, не должно наблюдаться падение давления более чем на 0,25 % от диапазона измерений (при условии герметичности системы).

- Подключить преобразователь к HART-коммуникатору (HART-модему) и установить связь с преобразователем. Настоящий пункт выполняется на основании заявления о поверке преобразователя по выходному сигналу HART от владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

Результаты считать положительными, если наблюдается изменение выходного сигнала, падение давления не превысило 0,25 % от диапазона измерений и связь преобразователя по HART протоколу была установлена (при условии проведения данной проверки).

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Отображение идентификационных данных не происходит, так как конструкция преобразователей исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию, в связи с чем подтверждение идентификационных данных не проводится.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение погрешности измерений давления.

9.1.1 Приведенную к настроенному диапазону измерений погрешность преобразователей определить методом непосредственного сличения показаний преобразователя с показаниями эталона не менее, чем при 5 значениях, равномерно распределенных во всем диапазоне измерений включая нижний и верхний предел измерений. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений.

9.1.1.2 Для измерений положительной части диапазона измерений избыточное давление подается в камеру (H), для измерений отрицательной части диапазона избыточное давление подается в камеру (L). Допускается проводить поверку отрицательной части диапазона измерений при давлении-

разрежении в камере (Н), если нижний предел диапазона измерений не превышает значение минус 100 кПа, при этом, если нижний предел равен минус 100 кПа допускается заменять первую поверяемую точку на значение в диапазоне от минус 95 до минус 85 кПа.

9.1.1.3 Допускается выбирать верхнюю и нижнюю поверяемая точку с отклонением не более 5% от верного предела измерений, при этом, выбранное значение не должно выходить за диапазон измерений преобразователя.

9.1.2 Провести подключение преобразователя к миллиамперметру по токовой петле с напряжением 24 В и настроить преобразователь на максимальный диапазон измерений.

9.1.3 Перед определением погрешности следует создать и выдержать не менее 2 мин давление, равное от 80 % до 100 % от верхнего предела измерений, после чего необходимо сбросить давление.

9.1.4 Установить первую поверяемую точку в соответствии с п. 9.1.1, выдержать при этом значении 1 мин, после чего провести отсчет показаний эталона и показаний преобразователя с миллиамперметра. Далее установить следующие точки в соответствии с п. 9.1.1 при приближении к выбранному значению давления со стороны меньших значений (при прямом ходе) и со стороны больших значений (при обратном ходе), при этом следует провести выдержку при установленных значениях давления не менее 1 мин, после чего провести отсчет показаний эталона и показаний поверяемого преобразователя.

9.1.5 Подключить преобразователь к HART-коммуникатору (HART-модему) и установить связь с преобразователем. Повторить процедуру п. 9.1.3 и п. 9.1.4 при этом, проводить отсчет измеренных значений с дисплея HART-коммуникатора или монитора ПК (в случае применения HART-модема). Настоящий пункт выполняется на основании заявления о поверке преобразователя по выходному сигналу HART от владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Приведенная к диапазону измерений погрешность измерений давления в каждой контрольной точке γ , %, рассчитывается по формуле (4) для выходного сигнала постоянного тока от 4 до 20 мА.

$$\gamma = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{ном}}}{16} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;
 $I_{\text{ном}}$ – значение выходного сигнала постоянного тока при заданном давлении, мА.

10.1.1 Значение выходного сигнала постоянного тока при заданном давлении определяется по формуле (4.1):

$$I_{\text{ном}} = \frac{16 \cdot (P_{\text{эт}} - P_{\text{мин}})}{P_{\text{макс}} - P_{\text{мин}}} + 4, \text{ мА} \quad (4.1)$$

где: $P_{\text{эт}}$ – заданное по эталону значение давления, кПа;
 $P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерений поверяемого преобразователя давления, кПа;
 $P_{\text{мин}}$ – нижний предел измерений поверяемого преобразователя давления, кПа.

10.1.2 Значение выходного сигнала постоянного тока при использовании меры сопротивления и вольтметра определяется по формуле (4.2):

$$I_{\text{изм}} = \frac{U}{R_{\text{обр}}}, \text{ мА} \quad (4.2)$$

где: U – измеренное значение напряжения на мере сопротивления, мВ.

10.2 Приведенная к максимальному диапазону измерений погрешность измерений давления в каждой контрольной точке γ , %, рассчитывается по формуле (5) для выходного сигнала HART. Настоящий пункт выполняется на основании заявления о поверке преобразователя по выходному сигналу HART от владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{макс}} - P_{\text{мин}}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где: $P_{\text{изм}}$ – измеренное поверяемым преобразователем значение давления, кПа.

Результаты поверки считаются положительными, если значения приведенной к настроенному диапазону измерений давления погрешности γ , % во всех контрольных точках не превышают допускаемых значений. Допускаемые значения указаны в таблице А.1 приложения А.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. Результаты поверки преобразователей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений в установленной форме и (или) протокол поверки.

11.2 При отрицательных результатах поверки преобразователи к дальнейшему применению не допускают, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в установленной форме и (или) прокол поверки.

Начальника отдела 202
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Р.В. Кузьменков

Инженер II категории отдела 202
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

А.Ю. Акименко

Таблица А.1 – Метрологические характеристики преобразователей

Наименование характеристики	Значение				
	Код измерительной ячейки				
	S	L	M	H	V
Максимальный диапазон измерений (ДИ _{макс}), кПа ^{1) 2)} – DMF71D – DMF71S – DMF71H	– от -5 до +5 –	от -36 до +36 – от -36 до +36	от -100 до +100 – от -100 до +100	от -420 до +420 – от -420 до +420	от -4000 до +4000 – –
Пределы допускаемой основной приведенной к настроенному диапазону измерений (ДИ _{настр}), погрешности, %: ³⁾ – DMF71D r ≤ 10 r > 10 – DMF71S r ≤ 5 r > 5 – DMF71H r ≤ 10 r > 10	– – ± 0,2 ± (0,05+0,03 · r) – –	± 0,065 ± (0,005+0,006 · r) – – ± 0,065 ± (0,005+0,006 · r)	± 0,065 ± (0,005+0,006 · r) – – ± 0,065 ± (0,005+0,006 · r)	± 0,065 ± (0,005+0,006 · r) – – ± 0,065 ± (0,005+0,006 · r)	± 0,065 ± (0,005+0,006 · r) – – – –
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к настроенному диапазону измерений погрешности, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной, в диапазоне рабочих температур, %/28 °C: – DMF71D – DMF71S – DMF71H	– ± (0,2+0,2 · r) –	± (0,07+0,02 · r) – ± (0,07+0,02 · r)	± (0,07+0,02 · r) – ± (0,07+0,02 · r)	± (0,07+0,02 · r) – ± (0,07+0,015 · r)	± (0,07+0,02 · r) – –

Продолжение таблицы А.1 – метрологические характеристики преобразователей

Наименование характеристики	Значение				
	Код измерительной ячейки				
	S	L	M	H	V
Максимальное рабочее (статическое) давление, МПа					
– DMF71D	–	16	16	16	16
– DMF71S	0,4	–	–	–	–
– DMF71H	–	32	32	32	–
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к настроенному диапазону измерений погрешности, вызванной, влиянием рабочего статического давления на каждый 6,9 МПа, %					
– DMF71D	–	± 0,15	± 0,15	± 0,15	± 0,15
– DMF71S	–	–	–	–	–
– DMF71H	–	± 0,15	± 0,15	± 0,15	–
Примечания:					
1) В меню преобразователей предусмотрен выбор других единиц измерений давления, допущенных к применению в РФ;					
2) Конкретное значение указано в паспорте и на технической табличке, прикрепленной к корпусу преобразователя;					
3) Коэффициент перенастройки $\gamma = \text{ДИ}_{\text{макс}} / \text{ДИ}_{\text{настр.}}$					