

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А. Е. Коломин

« 17 » ноября 2023 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления WT3000

Методика поверки

МП 202-18-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления WT3000, изготавливаемые SHANGHAI WELLTECH MEASUREMENT AND CONTROL ENGINEERING CO., LTD, Китай.

1.2 Преобразователи давления WT3000 (далее – преобразователи) предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра – избыточного, абсолютного давления, разности давлений нейтральных и агрессивных газообразных и жидких сред в унифицированный аналоговый выходной сигнал постоянного тока и цифровой выходной сигнал HART.

1.3 Данная методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверок преобразователей.

1.4 Прослеживаемость поверяемого преобразователя к государственным первичным эталонам ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы-паскаля и ГЭТ 43-2022 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 10 до 1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 № 2653; ГЭТ 101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$ Па обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 № 2900; ГЭТ 95-2020 ГПСЭ единицы давления для разности давлений обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.08.2021 № 1904.

1.5 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений. При этом методе значения измеряемой величины оценивают с помощью эталона.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, указанные в таблице А.1 приложения А.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
определение основной приведенной погрешности преобразователя	9.1	Да	Да
определение вариации выходного сигнала преобразователя	9.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

Примечания:

1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.

2. Поверка преобразователей в сокращенном объеме не предусмотрена.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

3.2 Напряжение питания постоянного тока от 11 до 45 В.

Номинальное напряжение питания постоянного тока 24 В.

3.3 Преобразователи, предназначенные для применения в рабочей среде с повышенным содержанием кислорода, должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания, без которой их поверка запрещена. В качестве рабочей среды, передающей давление приборам для измерения давления кислорода, рекомендуется вода или воздух. Не допускается среды, загрязненные маслом и органическими примесями.

Допускается поверять такие приборы без применения разделительной камеры. Для этого внутренние полости устройства для создания давления и эталонного прибора должны быть обезжирены и заполнены чистой водой. Обезжиривание должно быть подтверждено соответствующим документом.

Допускается вместо воды (воздуха) использовать другие жидкости (газы), взаимодействие которых с кислородом безопасно.

3.4 Рабочие среды эталонов должны соответствовать их документации.

3.5 В случае, если недопустима поверка на средах, указанных в п.п. 3.3 и 3.4, преобразователь должен поверяться с применением разделительной камеры на рабочей среде или среде, не реагирующей с рабочей средой. В этом случае погрешность, вносимая разделительной камерой, не должна превышать 0,2 предела основной допускаемой погрешности преобразователя.

3.6 Если рабочей средой при поверке является жидкость, то торец штуцера преобразователя и торец штуцера эталона или торец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости с допускаемой погрешностью:

$$\Delta H \leq 10^{-3} \gamma \frac{P_{\max}}{\rho g}$$

где: γ – предел допускаемой основной погрешности преобразователя в процентах от нормирующего значения (диапазона измерений $P_{\max}$);

ρ – плотность рабочей среды;

g – ускорение свободного падения в месте поверки.

3.7 При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 3.6, в показания эталона (или поверяемого прибора) должна быть внесена поправка, учитывающая влияние столба рабочей среды:

$$\Delta P = \rho g \Delta H$$

Поправка прибавляется к показаниям того прибора, уровень расположения торца которого выше.

Примечание: Допускается учитывать поправку путем установки нулевого значения после подсоединения к эталону. При этом после окончания поверки нулевое значение следует установить при атмосферном давлении.

3.8 Преобразователи, представленные на поверку в комплекте с разделительными устройствами, поверяются с учетом дополнительной погрешности разделителя и правил установки, предусмотренных нормативно-технической документацией на эти комплекты.

3.9 Колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу преобразователя, должны отсутствовать.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на преобразователи и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право проведения поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,25$ кПа	Термогигрометры ИВА-6 (Рег. № 46434-11) Приборы комбинированные Testo 622 (Рег. № 53505-13) Барометры рабочие сетевые БРС-1М (Рег. № 16006-97)
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 № 2653 в диапазоне от минус 100 кПа до 100 МПа.	Калибраторы давления пневматические Метран-505 Воздух (Рег. № 42701-09) Задатчики давления Воздух-1600, Воздух-4000 (Рег. № 12143-99) Комплексы для измерения давления цифровые ИПДЦ (Рег. № 6788-03) Мановакуумметры грузопоршневые МВП-2,5 (Рег. № 1652-99) Манометры избыточного давления грузопоршневые МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-250; МП-600; МП-2500 (Рег. № 31703-06) Манометры грузопоршневые МП (Рег. № 52189-16) Манометры грузопоршневые серии Р (Рег. № 56428-14) Калибраторы давления СРГ1500 (Рег. № 66079-16) Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13) Калибраторы давления пневматические ЭЛЕМЕР-ПКД-260, (Рег. № 70755-18)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
Подготовка к поверке и опробование средства измерений 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го 2-го 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 в диапазоне от 0,1 Па до 10 МПа	Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2465, 2468 (Пер. № 40259-08) Манометры абсолютного давления МПАК-15 (Пер. № 24971-03) Барометры образцовые переносные БОП-1М (Пер. № 26469-17)
	Вторичные эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2021 г. № 1904 в диапазоне от 0 до 100 кПа	Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250 (Пер. № 22995-02) Микроманометры ММ-250 (Пер. № 1182-58) Микроманометры образцовые 1-го разряда МКМ-4 (Пер. № 3950-73) Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2482 (Пер. № 40259-08)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Мультиметры цифровые Agilent 34410A, Agilent 34411A (Пер. №33921-07) Мультиметры цифровые 34401A, 34460A, 34461A (Пер. № 54848-13) Калибраторы давления пневматические ЭЛЕМЕР-ПКД-260, (Пер. № 70755-18) Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R) (Пер. № 52489-13)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 в диапазоне от 0 до 10 В	Вольтметры универсальные цифровые GDM-8245, GDM-8246 (Пер. № 34295-07)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 Диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления от 0,01 до 111111,1 Ом	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1 (Пер. № 56523-14) Меры электрического сопротивления многозначные АКИП-751х (Пер. № 85163-22)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
	Персональный компьютер с операционной системой не ниже Windows XP и установленными программами для считывания выходных сигналов по протоколам HART.	
	Устройства для связи с преобразователем по цифровым каналам и для обмена данными по протоколам HART.	
Примечание: 1. Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.		

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы и иметь свидетельства о поверке или об аттестации. Сведения о результатах их поверки или аттестации должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности по работе с приборами для измерений давления и с электроизмерительными приборами, а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанных в НТД на эти средства.

6.2 Требования эксплуатации.

6.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений прибора.

6.4 Запрещается снимать прибор с устройства для создания давления при наличии давления в системе.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему; отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения) и дисплея влияющих на эксплуатационные свойства.

Дисплей должен быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.

7.2 Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.

7.3 Приборы, не соответствующие п. 7.1 и 7.2 дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

– средства поверки и поверяемый преобразователь должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией;

– преобразователь должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в пункте 3.1, не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, более 10 °С;

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, от 1 до 10 °С;

– при разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется;

– выдержка преобразователя перед началом поверки после включения питания должна быть не менее 0,5 ч;

– система, состоящая из соединительных линий, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого давления, должна быть проверена на герметичность в соответствии с пп. 8.1.1 - 8.1.4.

8.1.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей избыточного давления, проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений более 0,25 МПа проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

Примечание: Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерения менее 0,25 МПа проводят при давлениях и методах, изложенных в п. 8.1.3.

Если система предназначена для поверки преобразователей разности давлений с разными значениями верхних пределов измерений, то проверку герметичности рекомендуют проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

8.1.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в п. 8.1.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена, или любое другое средство измерений (далее – СИ), имеющее погрешность (приведенную к значениям давления, указанным в п. 8.1) не более 2,5% и позволяющее заметить изменение давления 0,5% заданного значения давления.

Создают давление, указанное в п. 8.1.1, и отключают источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давления.

Допускается изменение давления, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и изменением температуры измеряемой среды.

8.1.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,2 МПа и менее, осуществляют следующим образом:

– в системе с вакуумметром для измерений малых абсолютных давлений создают давление не более 0,07 кПа. Предварительно на место подключаемого преобразователя устанавливают средство измерений, отвечающее тем же требованиям, что и при поверке по п. 8.1.2. Поддерживают указанное давление в течение 2-3 мин. Отключают устройство, создающее абсолютное давление, и, при необходимости, эталонное СИ (колонки грузопоршневого манометра). После выдержки системы в течение 3 мин изменение давления не должно превышать 0,5% верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

8.1.4 Если система предназначена для поверки преобразователей с разными значениями верхних пределов измерений, проверку герметичности рекомендуют проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя, функционирование корректора нуля, герметичность преобразователя.

8.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала на всех выходных устройствах.

8.2.3 Функционирование корректора нуля проверяют только для преобразователей избыточного давления, задав одно (любое) значение измеряемого давления. Воздействуя на корректор нуля, проверяют наличие изменения выходного сигнала.

8.2.4 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности (п. 9.1).

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (пп. 8.1.1-8.1.4) со следующими особенностями:

- изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или показаний поверяемого преобразователя, включенного в систему (п. 8.1.2);
- в случае обнаружения не герметичности системы с поверяемым преобразователем следует проверить отдельно систему и преобразователь.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразователя.

9.1.1 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе преобразователя устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (например, давления), а по другому эталону измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения). 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.

2) В обоснованных случаях по эталону устанавливают номинальные значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) или устанавливают номинальные значения цифрового сигнала преобразователя, а по другому эталону измеряют соответствующие значения входной величины (например, давления).

Примечания:

1 Эталон входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

2 Поверка преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, производится по одному из этих сигналов (аналоговому или цифровому), если иное не предусмотрено технической документацией на поверяемый преобразователь.

3 При поверке преобразователей разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру преобразователя, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

При поверке преобразователей разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера преобразователя может соединяться с камерой эталона, сообщающейся с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ.

При поверке преобразователей разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталоном или основным эталоном измеряемой величины с дополнительным блоком опорного давления.

9.1.2 Перед определением основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности должны быть соблюдены требования п. 8.1 и, в случае необходимости, откорректировано значение выходной величины, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого параметра. Эта корректировка проводится после подачи и сброса измеряемого параметра, равного:

- для преобразователей абсолютного давления после выдержки их в пределах от 0 до 10% верхнего предела измерений;
- для остальных преобразователей: от 80 до 100% верхнего предела измерений.

При периодической поверке в случае совмещения проверки герметичности с подачей давления перед корректировкой нижнего значения выходного сигнала выдержка проводится при давлении в соответствии с п. 8.1.2.

9.1.3 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и

верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений.

Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность преобразователей абсолютного давления с верхним пределом измерений выше 0,25 МПа следует определять в соответствии с пп. 9.1.5 и 9.1.6. Допускается по методике п. 9.1.5 определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,1 до 0,25 МПа.

9.1.4 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам:

- для преобразователей с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока (I) от входной измеряемой величины (P)

$$I_p = I_o + \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (1)$$

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

P - номинальное значение входной измеряемой величины;

P_n - нижний предел измерений для всех преобразователей;

P_m - верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.;

I_o , I_m - соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя; для преобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА, $I_o=4$ мА, $I_m=20$ мА.

- для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня:

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (2)$$

где P - входная измеряемая величина - разность давлений для преобразователей разности давлений;

P_m - верхний предел измерений или диапазон измерений поверяемого преобразователя разности давлений. Остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

- для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении $R_{эт}$

$$U_p = R_{эт} \cdot I_p, \quad (3)$$

где U_p - расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении;

I_p - расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, определяемое по формуле 1.

- для преобразователей с цифровым выходным сигналом с функцией преобразования по закону квадратного корня определяют по формуле:

$$N_p = N_o + (N_m - N_o) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (4)$$

где P - входная измеряемая величина - разность давлений для преобразователей разности давлений;

P_m - верхний предел измерений или диапазон измерений поверяемого преобразователя разности давлений;

N_p - расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m , N_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала преобразователя в цифровом формате.

9.1.5 Определение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 0,25 до 2,5 МПа включительно следует проводить с использованием эталонных СИ разрежения и давления (например, МВП-2,5; МП-6 и МП-60).

В этом случае преобразователь поверяют на точках: при разрежении в пределах 0,90 - 0,95Р - при значениях избыточного давления $P_{изб. max}$, определяемом по формуле (5), и при трех промежуточных значениях давления:

$$P_{изб. max} = P_{абс. max} - A, \quad (5)$$

где: $P_{абс. max}$ - верхний предел измерений абсолютного давления, равный P_{max} , МПа, кПа и др.
 $A = 0,1$ МПа.

9.1.6 Определение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 2,5 МПа следует проводить с использованием эталонов избыточного давления следующим образом:

1. Принять значение выходного сигнала при атмосферном давлении за I_0 ;
2. Провести поверку на прямом и обратном ходе, задавая избыточное давление, численно равное абсолютному давлению за вычетом 0,1 МПа, с соблюдением условий, изложенных в п. 9.1.2;
3. После определения основной погрешности принять значение выходного сигнала при атмосферном давлении за $I_{рн}$:

$$I_{рн} = \frac{K}{P_{абс. max}} (I_m - I_0) + I_0, \quad (6)$$

где $K = 0,1$ МПа.

9.1.7 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность γ_d в % вычисляют по формулам:

- при поверке по способу 1 (п. 9.1.1):

$$\gamma_d = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (7)$$

$$\gamma_d = \frac{U - U_p}{U_m - U_0} \cdot 100, \quad (8)$$

$$\gamma_d = \frac{P - P_p}{P_m - P_n} \cdot 100 \quad (9)$$

где: I - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении тока, мА;

U - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении напряжения, мВ; В;

P - экспериментально полученное значение выходного давления на внешних показывающих устройствах;

I_p , U_p - соответственно, расчетные значения тока (мА) и напряжения (В);

I_m и I_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

U_m , U_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении;

P_p - расчетное давление показывающего устройства преобразователя, численно равное номинальному значению входного давления, МПа, кПа и др.;

P_m - верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.;

P_n - нижний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.

- при поверке преобразователей по способу 2 (п. 9.1.1):

$$\gamma_d = \frac{P - P_{ном}}{P_m - P_n} \cdot 100 \quad (10)$$

где P – значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала, МПа, кПа и др.;

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, МПа, кПа и др.;

P_m – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.;

P_n – нижний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.

9.1.8 Допускается вместо определения действительных значений погрешности устанавливать соответствие ее предельно допускаемым значениям.

9.2 Определение вариации выходного сигнала.

9.2.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности (п. 9.1.1).

9.2.2 Вариацию выходного сигнала в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

- для способа 1 (п. 9.1.1):

$$\gamma_I = \left| \frac{I' - I}{I_m - I_0} \right| \cdot 100, \quad (11)$$

$$\gamma_U = \left| \frac{U' - U}{U_m - U_0} \right| \cdot 100, \quad (12)$$

$$\gamma_P = \left| \frac{P' - P}{P_m - P_n} \right| \cdot 100, \quad (13)$$

где: I' и I – экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U' и U – экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на эталонном сопротивлении соответственно при прямом и обратном ходе, мВ; В;

P' и P – экспериментально полученное значение выходного давления в одной и той же точке на внешних показывающих устройствах соответственно при прямом и обратном ходе;

I_m и I_0 – соответственно верхнее и нижнее предельное значение выходного сигнала, мА;

U_m и U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельное значение напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении;

P_m – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.;

P_n – нижний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.

- для способа 2 (п. 9.1.1):

$$\gamma_P = \left| \frac{P'_э - P_э}{P_m - P_n} \right| \cdot 100, \quad (14)$$

где: $P'_э$ и $P_э$ – показания эталона в одной и той же точке соответственно при прямом и обратном ходе, МПа, кПа и др.

P_m – верхний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.;

P_n – нижний предел измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.

9.2.3 Допускается вместо определения действительного значения вариации осуществлять контроль соответствия ее предельно допускаемым значениям.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки преобразователей.

10.1.1 Преобразователь признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной приведенной погрешности $|\gamma_0| \leq 0,8 |\gamma|$, а значение вариации γ_0 в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

10.1.2 Преобразователь признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_0| > 0,8 \cdot |\gamma|$, или значение вариации γ_0 превышает предел ее допускаемого значения.

10.1.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняются условия, $|\gamma_0| \leq |\gamma|$, а значение вариации γ_0 в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

10.1.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке, если при первом хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_0| > |\gamma|$ или значение вариации γ_0 превышает предел ее допускаемого значения;

γ – пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности поверяемого преобразователя, %.

10.1.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_0 и вариации γ контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям.

10.1.6 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считается сравнение полученных при измерениях и вычислениях по формулам (5) – (14) значений с установленными при утверждении типа и отраженными в таблице А.1 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты первичной и/или периодической поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах первичной и/или периодической поверки средства измерений признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.3 Конструкция не предусматривает нанесение знака поверки на средство измерений.

11.4 При отрицательных результатах первичной и/или периодической поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Заместитель начальника отдела
метрологического обеспечения
измерений давления (отдел 202)
ФГБУ «ВНИИМС»



Р.В. Кузьменков

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Верхний предел измерений избыточного давления, кПа ^{1) 2)}	от 7,5 до 41370
Нижний предел измерений избыточного давления, кПа ^{1) 2)}	0
Верхний предел измерений абсолютного давления, кПа ^{1) 2)}	от 37,4 до 2068
Нижний предел измерений абсолютного давления, кПа ^{1) 2)}	0
Верхний предел измерений разности давлений, кПа ^{1) 2)}	от 1,5 до 2068
Нижний предел измерений разности давлений, кПа ^{1) 2) 3)}	от -2068 до 0
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности, γ , % ^{4) 5)}	$\pm 0,2$; $\pm 0,075$
Вариация выходного сигнала, %	$ \gamma $
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды, $\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$ от диапазона измерений ⁵⁾	$\pm 0,1$

Примечания:

¹⁾ Конкретный диапазон измерений, посредством указания нижнего предела измерений и верхнего предела измерений приведен в паспорте и нанесен на маркировочную табличку, прикрепленную к корпусу преобразователя.

²⁾ По заказу, преобразователи могут быть изготовлены в других единицах измерений давления, допущенных к применению в Российской Федерации.

³⁾ Знак «минус» для разности давлений определяется тем, в какую из камер преобразователя подается большее давление при определении разности давлений.

⁴⁾ Конкретное значение указано на маркировочной табличке, прикрепленной к корпусу преобразователя и (или) в паспорте.

⁵⁾ Без учета дополнительной погрешности, вызванной установкой капиллярных линий и фланцевых разделителей.