

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А. Е. Коломин



«23» 05 2024

«ГСИ. Манометры-термометры устьевые МТУ-Техно
Методика поверки»

МП 202-004-2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на манометры-термометры устьевые МТУ-Техно, изготавливаемые ООО НПФ «ТехСмарт», г. Набережные Челны.

1.2 Манометры-термометры МТУ-Техно (далее – манометры-термометры) предназначены для непрерывных измерений избыточного давления и температуры жидких и газообразных сред, записи в энергонезависимой памяти и передачи на персональный компьютер результатов измерений.

1.3 Данная методика применяется как для первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) так и для периодической (в процессе эксплуатации) поверок манометров-термометров.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы давления в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», подтверждающая прослеживаемость к государственным первичным эталонам гэт23-2010 ГПЭ единицы-паскаля, гэт43-2022 ГПЭ 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.

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» и ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

1.6 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений или метод непосредственного сличения.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

1.8 Для манометров-термометров МТУ-Техно допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин (канала измерений давления, канала измерений температуры) и не допускается проведение поверки в сокращенном диапазоне измерений. Выбор измерительного канала допускается проводить по запросу заявителя, на основании его письменного заявления с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12
Примечание: При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;

3.2. Напряжение питания постоянного тока от литиевого элемента питания размера АА, 3,6 В.

3.3. Рабочие среды эталонов должны соответствовать их документации.

3.4. В случае, если недопустима поверка на средах, указанных в п.п. 3.3 манометр-термометр 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 манометр-термометра

3.5. Торцы штуцера манометра-термометра и торцы штуцера эталона или торцы 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 манометра-термометра в процентах от нормирующего значения (верхнего предела измерений P_{\max});

ρ – плотность рабочей среды;

g – ускорение свободного падения в месте поверки.

3.6. При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 3.5, 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.

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

3.8. Колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу манометра-термометра, должны отсутствовать.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и руководство по эксплуатации на поверяемые манометры-термометры.

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.	Манометры избыточного давления грузопоршневые МП-250; МП-600 (Рег. № 31703-06) Манометры грузопоршневые МП (Рег. № 52189-16) Манометры грузопоршневые серии Р (Рег. № 56428-14)
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 Камеры тепла-холода с диапазоном воспроизводимых температур от -40 до +60 °С и нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме: не более $\pm 0,2$ °С (в течение 60-ти мин)	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10. Термометр лабораторный электронный ЛТА мод. ЛТА-Э, рег. № 69551-17 и др. Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11 и др. Камера климатическая мод. MHU-880CSSA и др.

продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Персональный компьютер (ПК) с операционной системой не ниже Windows XP и установленными внешним ПО «TechReport» для считывания показаний манометров-термометров. ПО «TechReport» высылается изготовителем по электронной почте при запросе на адрес sales@tehsmart.ru. Кабель для связи манометров-термометров с ПК (должен сдаваться в поверку вместе с манометром-термометром).	
<p>Примечание:</p> <p>1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.</p> <p>2. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- 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);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на поверяемые СИ.

6.2. Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений прибора.

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

7 Внешний осмотр

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида, комплектности манометров-термометров описанию типа, технической и эксплуатационной документации; наличие на корпусе манометра-термометра заводского/серийного номера; маркировки, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему; отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения) и дисплея (при наличии) влияющих на эксплуатационные свойства.

Дисплей (для исполнения с дисплеем) 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:

- манометр-термометр 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 манометра-термометра перед началом поверки после включения питания должна быть не менее 0,5 ч;
- система, состоящая из соединительных линий, эталона и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого параметра должна быть проверена на герметичность в соответствии с п. 8.1.1.

8.1.1 Проверка герметичности системы для поверки манометров-термометров проводится при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого манометра-термометра. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки манометров-термометров на место поверяемого манометра-термометра, устанавливают прибор, герметичность которого проверена, имеющий погрешность не более 2,5% и позволяющее заметить изменение давления 0,5% заданного значения давления.

Создают давление, равное ВПИ манометра-термометра, и отключают источник давления. Если в качестве эталона 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.

8.1.2. Для подготовки манометра-термометра к работе необходимо выполнить следующие операции:

- На ПК установить программу «TechReport» и открыть её окно;
- Включить тумблер питания прибора;
- Подключить манометр-термометр USB кабелем к компьютеру;
- Далее "Прибор"->"Выполнить поиск";
- Мастер подключения к прибору: Далее->;
- Неизвестный прибор. Выполнить поиск: Далее->;
- Поставить галочку USB. Подключение по USB;
- В окне выбора прибора отобразится найденный прибор. Выбираем "ОК";
- Подключение к прибору. "Далее". "Готово";
- В окне с прибором выбрать "Синхронизировать время", как показано на рисунке 1;

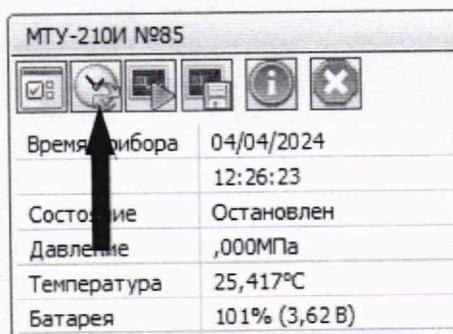


Рисунок 1 –Изображение окна программы «TechReport», команда "Синхронизировать время"

После синхронизации времени манометр-термометр готов к работе.

8.2. Опробование

8.2.1. При опробовании проверяют работоспособность манометра-термометра, герметичность манометра-термометра.

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

8.2.3. Проверку герметичности манометра-термометра рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности (п. 10.1).

Методика проверки герметичности манометра-термометра аналогична методике проверки герметичности системы (п. 8.1.1) со следующими особенностями:

- изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или показаний поверяемого манометра-термометра, включенного в систему.
- в случае обнаружения не герметичности системы с поверяемым манометром-термометром следует проверить отдельно систему и манометр-термометр.

9 Проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)

9.1 Методика проверки идентификационных данных ПО манометров-термометров МТУ-Техно заключается в установлении номера версии ПО (идентификационного номера) метрологически значимой части ПО и цифрового идентификатора ПО.

Чтобы открыть окно, где отображаются идентификационные данные ПО, необходимо в окне с прибором выбрать «Развернуть», как показано на рисунке 2.

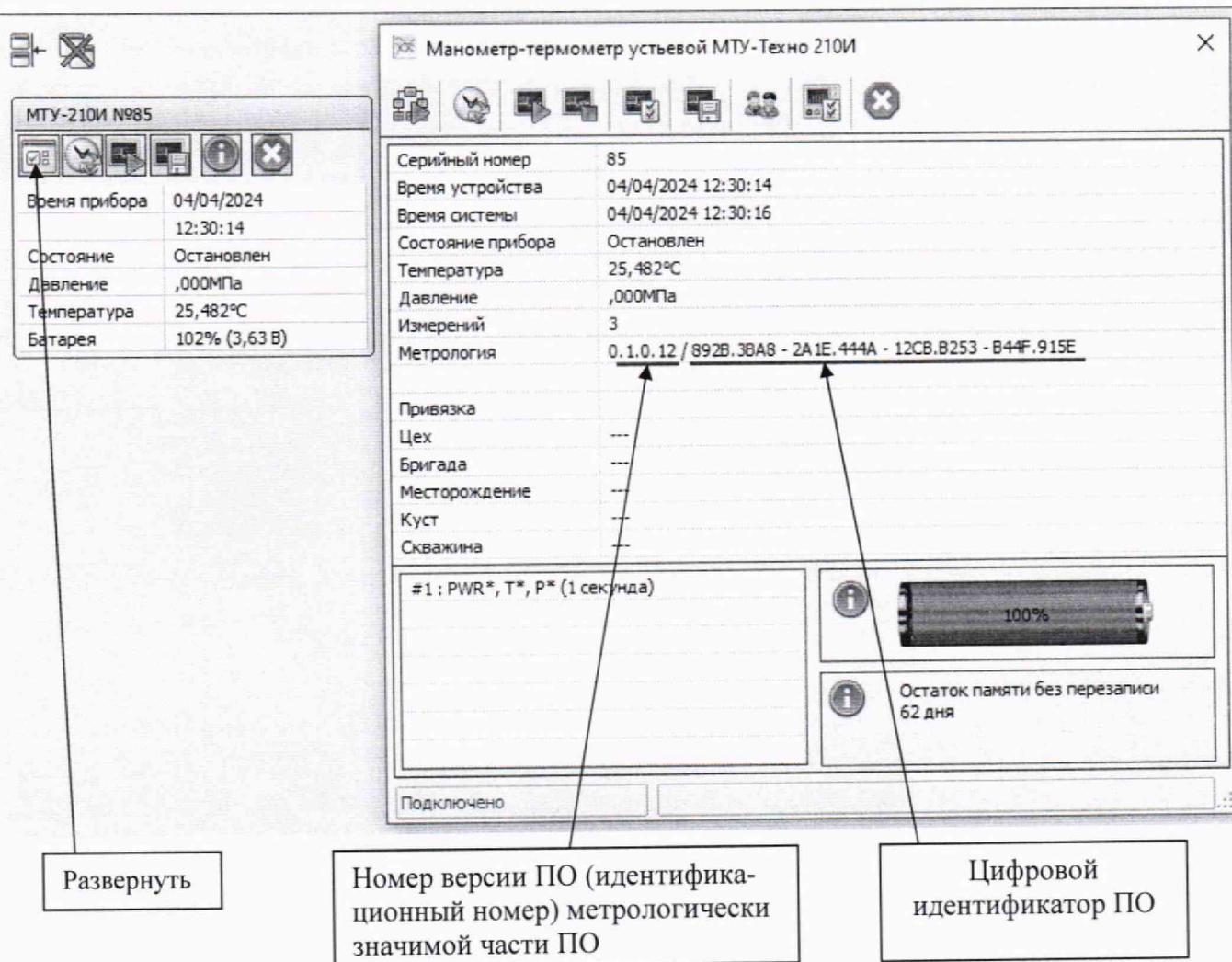


Рисунок 2 – Окно программы «TechReport», команда «Развернуть», идентификационные данные ПО.

9.2 Результат проверки положительный, если идентификационные данные совпадают с данными указанными в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части ПО	0.1.0.12
Цифровой идентификатор ПО	892B.3BA8-2A1E.444A-12CB.B253-B44F.915E

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной приведенной погрешности при измерении давления.

10.1.1 Основную приведенную к верхнему пределу измерений погрешность определяют следующим способом: по эталону на входе манометра-термометра устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (например, давления), а показания манометра-термометра считывают с соответствующей строки окна программы «TechReport».

Примечания:

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

2 При поверке манометров-термометров модификации МТУ-Техно 210И, оснащенной дисплеем, показания считываются с дисплея поверяемого прибора и/или из окна программы «TechReport».

10.1.2 Перед определением основной приведенной погрешности должны быть соблюдены требования п. 8.1.

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

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

10.2 Определение вариации выходного сигнала.

10.2.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра (давления), кроме значений, соответствующих верхнему пределу измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности (п. 10.1.).

10.3 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры.

10.3.1 При первичной и периодической поверке погрешность определяют методом непосредственного сличения с эталонным термометром в камере тепла-холода.

10.3.2 Погрешность манометров-термометров определяют в четырех контрольных точках, лежащих внутри диапазона измерений температуры, например, при температурах: минус 40^{+5} °С; $0 (\pm 1)$ °С; плюс $30 (\pm 1)$ °С; плюс 60_{-5} °С.

10.3.3 Помещают поверяемый манометр-термометр в центр рабочего объема камеры тепла-холода вместе с эталонным термометром.

10.3.4 В соответствии с Руководством по эксплуатации устанавливают в камере первую контрольную точку. После установления заданной температуры и выдержки в течение 30 минут (для достижения состояния теплового равновесия между воздушной средой, поверяемым манометром-термометром и эталонным термометром), снимают в течение 5-ти минут не менее 10-ти измеренных значений температуры поверяемого манометра-термометра и эталонного термометра. Результаты измерений заносят в журнал наблюдений.

10.3.5 Операции по п. 10.3.4 повторяют во всех выбранных температурных точках диапазона измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Основную приведенную к верхнему пределу измерений погрешность γ_d в % вычисляют по формуле:

$$\gamma_d = \frac{P - P_{эм}}{P_m} \cdot 100 \quad (1)$$

где: P – показания поверяемого манометра-термометра, МПа;

$P_{эм}$ – значение давления, заданное эталоном, МПа (при определении основной погрешности манометров-термометров абсолютного давления с использованием эталонов атмосферного (барометрического) и избыточного давления к значению давления, заданному эталоном $P_{эм}$ прибавляются показания эталона атмосферного (барометрического) давления);

P_m – верхний предел измерений поверяемого манометра-термометра, МПа.

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

11.2 Вариацию показаний в % от верхнего предела измерений вычисляют по формуле:

$$\gamma_r = \frac{P' - P}{P_m} \cdot 100 \quad (2)$$

где: P' и P – показания поверяемого манометра-термометра в одной и той же точке при прямом и обратном ходе;

P_m – верхний предел измерений поверяемого манометра-термометра, МПа.

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

11.3 Результаты поверки канала измерений давления манометров-термометров

11.3.1 Манометр-термометр признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной приведенной погрешности $|\gamma_d| \leq 0,8 |\gamma|$, а значение вариации γ_r в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

11.3.2 Манометр-термометр признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_d| > 0,8 \cdot |\gamma|$, или значение вариации γ_r превышает предел ее допускаемого значения.

11.3.3 Манометр-термометр признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняются условия, $|\gamma_d| \leq |\gamma|$, а значение вариации γ_r в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

11.3.4 Манометр-термометр признают негодным при периодической поверке, если при первом хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_d| > |\gamma|$ или значение вариации γ_r превышает предел ее допускаемого значения;

γ – пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности поверяемого манометра-термометра, %.

11.3.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_d и вариации γ_r контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям.

11.3.6 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считается сравнение полученных при измерениях и вычислениях по формулам (1) – (2) значений с установленными при утверждении типа и отраженными в описании типа средства измерений.

11.4 Результаты поверки канала измерений температуры манометров-термометров

11.4.1 После завершения всех измерений вычисляют средние арифметические значения показаний поверяемого манометра-термометра и эталонного термометра.

11.4.2 Абсолютную погрешность поверяемого манометра-термометра (Δ) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле:

$$\Delta = t_x - t_z,$$

где: t_x – среднее арифметическое значение температуры, рассчитанное по показаниям поверяемого манометра-термометра, °С;

t_z – среднее арифметическое значение температуры, рассчитанное по показаниям эталонного термометра, °С.

11.4.3 Манометр-термометр считается выдержавшим поверку, если полученные значения абсолютной погрешности в каждой контрольной точке не превышают допускаемых нормированных значений, приведенных в Приложении А.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Манометры-термометры устьевого МТУ-Техно прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

12.1.1 Сведения о результатах и объеме поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.1.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего его на поверку, вносится запись в паспорт, заверенная подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке в установленной форме.

12.2 При отрицательных результатах поверки терминалы 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.

12.3 При проведении поверки в сокращенном объеме в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин (канала измерений давления или канала измерений температуры) выполнена поверка.

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Приложение А. Метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки.

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

Р. В. Кузьменков

Начальник отдела метрологического
обеспечения термометрии (отдел 207)
ФГБУ «ВНИИМС»

А. А. Игнатов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Таблица А1 – Метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазоны измерений (ДИ) избыточного давления, МПа	от 0 до 60
Пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений давления, γ , %	$\pm 0,16$
Вариация выходного сигнала, %	$ \gamma $
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	± 1