

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«05» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи давления измерительные УМНОГОР

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-475-2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные УМНОГОР, используемые в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственными поверочными схемами для средств измерений давления, приведенными в п. 1.4, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

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

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается метрологическая прослеживаемость преобразователей к Государственным первичным эталонам (далее – ГПЭ) и Государственным первичным специальным эталонам (далее – ГПСЭ):

- прослеживаемость к ГЭТ 23-2010 (ГПЭ единицы измерений – Паскаль (Па)) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы (далее – ГПС) для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (далее – Росстандарт) от 20 октября 2022 г. № 2653;

- прослеживаемость к ГЭТ 101-2011 (ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям ГПС для средств измерений абсолютного давления утвержденной приказом Росстандарта от 6 декабря 2019 г. № 2900;

- прослеживаемость к ГЭТ 95-2020 (ГПСЭ единицы давления для разности давлений) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям ГПС для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 10 марта 2025 г. № 472.

1.5 Допускается в соответствии с заявлением владельца средства измерений (далее – СИ) или лица, представившего преобразователи на поверку (оформленным в произвольной форме), проводить поверку в настроенном диапазоне измерений, лежащем внутри максимального диапазона, а также проводить периодическую поверку преобразователей с несколькими выходными сигналами только по одному выходному сигналу. В заявлении обязательно указывают объем проводимой поверки.

Соответствующая информация об объеме проведенной поверки должна быть указана в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).

1.6 В настоящей методике поверки используются методы:

- непосредственное сличение с эталонным средством поверки;
- прямые измерения на эталонном средстве поверки.

2 Перечень операций поверки

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

Т а б л и ц а 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
– определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности	10.1	Да	Да
– определение вариации выходного сигнала	10.2	Да	Да
– подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10.3	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

Напряжение питания постоянного тока должно находиться в пределах значений, указанных в паспортах и на маркировочных наклейках преобразователей.

Соппротивление нагрузки должно соответствовать значениям, указанным в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на преобразователи.

3.2 Преобразователи должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1, не менее:

- 3 ч – при разнице между температурой воздуха в помещении для поверки и температурой места хранения преобразователей более 10 °С;
 - 1 ч – при разнице между температурой воздуха в помещении для поверки и температурой места хранения преобразователей от 1 °С до 10 °С.
- При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

3.3 Рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений, не превышающими 250 кПа, и жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 250 кПа. При поверке преобразователей с верхними пределами измерений от 0,25 до 100 МПа систему должны заполнять жидкостью.

3.4 При поверке преобразователей разности давлений с приемными камерами для подвода большего («плюсовая» камера) и меньшего («минусовая» камера) давления значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают одним из следующих способов:

- для положительной разности давлений – подачей избыточного давления в «плюсовую» камеру при сообщении «минусовой» камеры с атмосферой;
- для отрицательной разности давлений – подачей избыточного давления в «минусовую» камеру при сообщении «плюсовой» камеры с атмосферой.

Допускается проводить поверку отрицательной части диапазона измерений подачей давления-разрежения в «плюсовую» камеру, если нижний предел диапазона измерений поверяемого преобразователя не превышает значение минус 100 кПа.

3.5 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 эталонного СИ, сообщаемой с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ.

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

3.7 При поверке преобразователей разрежения и преобразователей давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чувствительного элемента преобразователя соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией преобразователя.

3.8 Преобразователи абсолютного давления с верхним пределом 1 МПа и более допускается поверять с применением эталона избыточного давления и барометра. Барометр размещают рядом с поверяемым преобразователем на одной высоте; эталоном избыточного давления создают избыточное давление, и за установленное значение давления принимают сумму значений, измеренных эталоном избыточного давления и барометром.

3.9 Преобразователи кислородного исполнения (предназначенные для применения в рабочей среде с повышенным содержанием кислорода) должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания (протокол/справка об обезжиривании), без которой их поверка запрещена. В качестве рабочей среды рекомендуется вода или воздух. Не допускаются среды, загрязненные маслом и органическими примесями. Допускается вместо воды (воздуха) использовать другие жидкости (газы), взаимодействие которых с кислородом безопасно.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки преобразователей допускаются специалисты организации, аккредитованной в установленном порядке на право проведения поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию и опыт, ознакомленные с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на поверяемые СИ и применяемые средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Т а б л и ц а 2 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Контроль условий поверки	Средства измерений параметров окружающей среды: – температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С; – относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределом допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %; – атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д, рег. № 71394-18; Барометр образцовый переносной БОП-1М, мод. БОП-1М-3, рег. № 26469-17

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Основные средства поверки		
Опробование	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к точности от 3-го разряда и выше, которые выбираются в зависимости от поверяемого преобразователя для обеспечения прослеживаемости в соответствии с ГПС для средств измерений избыточного давления, утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653. Диапазон измерений эталонов – от минус 0,1 до 100 МПа.	Барометр образцовый переносной БОП-1М, мод. БОП-1М-3, рег. № 26469-17; Калибратор давления СРГ2500 рег. № 54615-13; Калибратор давления Метран-505 "Воздух", рег. № 42701-09;
Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы абсолютного давления, соответствующие требованиям к точности от 3-го разряда и выше, которые выбираются в зависимости от поверяемого преобразователя для обеспечения прослеживаемости в соответствии с ГПС для средств измерений абсолютного давления утвержденной приказом Росстандарта от 6 декабря 2019 г. № 2900. Диапазон измерений эталонов – от 0 до 7 МПа. Эталоны единицы разности давлений, соответствующие требованиям к точности от 3-го разряда и выше, которые выбираются в зависимости от поверяемого преобразователя для обеспечения прослеживаемости в соответствии с ГПС для средств измерений разности давлений, утвержденной приказом Росстандарта от 10 марта 2025 г. № 472. Диапазон измерений эталонов – от 0 до 0,1 МПа. Эталоны силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091. Диапазон измерений эталонов – от 0 до 20 мА (далее – миллиамперметр). Эталоны постоянного электрического тока и электродвижущей силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520. Диапазон измерений эталонов – от 0 до 10 В (далее – вольтметр).	Манометры газовые грузопоршневые МГП, рег. № 52506-16; Манометры грузопоршневые МП, рег. № 52189-16; Преобразователи давления эталонные ПДЭ-020, ПДЭ-020И, рег. № 58668-14; Преобразователи давления эталонные ПДЭ-040, ПДЭ-040И, рег. № 86335-22; Микроманометр МКВ-2500, рег. № 42701-09; Калибратор давления малогабаритный ЭЛЕМЕР-КДМ-020, рег. № 62812-15; Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13; Калибратор давления портативный Элметро-Паскаль-02, рег. № 48184-11; Калибратор давления портативный Элемер-ПКД-160, рег. № 52356-13; Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03; Вольтметр универсальный GDM-79061, рег. № 76322-19;

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Опробование Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны электрического сопротивления постоянно тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления от 0,01 до 111111,1 Ом	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС3070М-1, рег. № 64073-16; Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
Опробование Определение метрологических характеристик средства измерений	Средства для создания давления пневматическое в диапазоне значений от минус 0,095 до 0,6 МПа	Пресс пневматический ручной «ЭЛЕМЕР-PRV-6»
	Средства для создания давления пневматическое или гидравлическое в диапазоне значений от 0 до 100 МПа	Система гидропневматическая «ЭЛЕМЕР-СГП-1000»
	Средства воспроизведения постоянного тока напряжением от 3,3 до 55,0 В.	Источник питания постоянного тока GPR, модификации GPR 76030D
	Средства измерений времени в диапазоне измерений от 0 до 3 ч.	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-16
Опробование Определение метрологических характеристик средства измерений Проверка программного обеспечения	Портативное устройство для обеспечения подключения, считывания цифровых данных от преобразователей, и визуализации результатов измерений через цифровой протокол HART.	HART-коммуникатор 375 Field Communicator
	Программно-аппаратное средство, обеспечивающее подключение и считывание данных цифрового сигнала с поддержкой протокола HART или Modbus RTU по стандарту интерфейса RS-485 и (далее – преобразователи интерфейса HART / RS-485).	HART-модем (адаптер) с USB-интерфейсом, модификация 010031 MACTek VIATOR Ethernet-адаптер MAC501TCP-R Modbus RTU Ethernet+Switch (интерфейс RS-485),
	Персональный компьютер/ноутбук (далее – ПЭВМ) под управлением операционной системы Windows с интерфейсами (USB, COM-порт или Ethernet) для соединения с преобразователем интерфейса RS-485 и (или) HART-модем (адаптер) с установленным программным обеспечением, поддерживающим протоколы передачи цифровых данных Modbus RTU или HART (далее – внешнее ПО). Внешнее ПО должно обеспечивать визуализацию цифровых данных, настройку параметров связи и отправку команд чтения, функционируя в режиме «запрос-ответ» по протоколу. Технические требования к компьютеру определяются минимальными системными требованиями выбранной версии ОС Windows.	

Окончание таблицы 2

1	2	3
Примечания		
1	Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.	
2	Выбор средств поверки для определения основной погрешности преобразователей осуществляют с учетом критериев достоверности поверки в соответствии с п. 5.2.	
3	Допускается применение любых портативных устройств с поддержкой протокола HART, преобразователей интерфейса HART/RS-485, обеспечивающее коммуникацию с преобразователями по протоколам HART или Modbus RTU для обмена цифровыми данными, считывания и визуализации результатов измерений.	

5.2 При проведении поверки средства поверки должны быть подобраны таким образом, чтобы выполнялись условия, приведенные в п. 5.2.1 - 5.2.4.

5.2.1 При проведении поверки преобразователей с выходным сигналом от (0) 4 до 20 мА с применением эталона давления и эталонного миллиамперметра должно выполняться условие:

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

- где Δ_P — предел допускаемой абсолютной погрешности эталона давления (сумма пределов допускаемых абсолютных погрешностей эталона избыточного давления и барометра при поверке преобразователей абсолютного давления с верхним пределом 1 МПа и более) в поверяемой точке, МПа, кПа;
- $P_{ВПИ}, P_{НПИ}$ — установленные верхнее и нижнее предельные значения диапазона измерений поверяемых преобразователей давления, МПа, кПа;
- Δ_I — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного миллиамперметра при предельном значении выходного сигнала преобразователей, мА;
- I_{max}, I_{min} — соответственно верхнее и нижнее предельные значения диапазона выходного сигнала преобразователей, мА;
- γ — пределы допускаемой основной приведенной погрешности поверяемых преобразователей, %;
- δ — коэффициент отношения погрешностей применяемых эталонов и поверяемых преобразователей, который определяется в соответствии с требованиями к точности, установленными ГПС (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).

5.2.2 При проведении поверки преобразователей с выходным сигналом от (0) 4 до 20 мА по падению напряжения на образцовой мере сопротивления с применением эталона давления, эталонного вольтметра и меры сопротивления должно выполняться условие:

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

- где Δ_U — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного вольтметра при предельном значении выходного сигнала преобразователей, мВ;
- $U_{(I)max}, U_{(I)min}$ — соответственно верхнее и нижнее предельные значения диапазона выходного сигнала преобразователей, 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.

$$U_{(I)max} = I_{max} \cdot R_{обр} \quad (2.1)$$

$$U_{(I)min} = I_{min} \cdot R_{обр} \quad (2.2)$$

5.2.3 При проведении поверки преобразователей с выходным сигналом от 0 до (2) 10 В должно выполняться условие:

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_{ВПИ} - P_{НПИ}} + \frac{\Delta_U}{U_{max} - U_{min}} \right) \cdot 100 \leq |\gamma| \cdot \delta \quad (3)$$

где U_{max}, U_{min} – соответственно верхнее и нижнее предельные значения диапазона выходного сигнала преобразователей, В.

5.2.4 При проведении поверки по выходному сигналу HART или Modbus RTU протокола должно выполняться условие:

$$\Delta_P \leq \Delta_{СИ} \cdot \delta \quad (4)$$

где $\Delta_{СИ}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности поверяемых преобразователей, определяемый по формуле (4.1), МПа, кПа.

$$\Delta_{СИ} = \frac{(P_{ВПИ} - P_{НПИ}) \cdot |\gamma|}{100} \quad (4.1)$$

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой, являются экологически безопасными и не требуют проведения специальных мероприятий по охране окружающей среды.

6.2 При проведении поверки необходимо строго соблюдать требования техники безопасности, изложенные в ЭД на применяемые средства поверки и поверяемые СИ.

6.3 Запрещается отсоединять поверяемые преобразователи от устройства создания давления при наличии давления в системе.

6.4 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений поверяемых преобразователей.

6.5 Подключение и отключение вспомогательных устройств, а также коммутацию электрических цепей преобразователей необходимо производить при отключенном электропитании.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие преобразователей следующим требованиям:

- внешний вид поверяемых преобразователей должен соответствовать описанию и изображениям, приведенным в описании типа на преобразователи;
- комплектность поверяемых преобразователей должна соответствовать ЭД и описанию типа на преобразователи;
- на корпусе поверяемых преобразователей должна быть маркировочная наклейка с четко нанесенными и хорошо читаемыми обозначениями, содержащая следующую информацию: заводской номер, диапазон измерений, вид и диапазон выходного сигнала, напряжение питания, идентификатор конструктивного исполнения модификации преобразователя;
- отсутствие механических повреждений корпуса и присоединительных элементов, обеспечивающих герметичное подключение к системе создания давления;
- контакты разъемов на клеммных колодках для внешних соединений должны быть чистыми, без повреждений и коррозии.

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если поверяемые преобразователи соответствуют требованиям, изложенным в п. 7.2. В этом случае переходят к дальнейшим операциям поверки, указанным в таблице 1 настоящей методики поверки. Если преобразователи не соответствуют требованиям п. 7.2 и имеют неустранимые недостатки, выявленные при внешнем осмотре, их дальнейшую поверку прекращают. Владельца преобразователей уведомляют о выявленных несоответствиях и оформляют результаты в соответствии с разделом 11.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением поверки проверяют условия в месте ее проведения с помощью средств поверки, указанных в таблице 2, на соответствие требованиям, установленным в п. 3.1.

8.1.2 Результаты контроля условий поверки должны соответствовать требованиям, установленным в п. 3.1 настоящей методики, и регистрируются в протоколе поверки. При несоответствии условий поверки не проводят до их приведения в норму.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка герметичности системы:

8.2.1.1 На место поверяемых преобразователей устанавливают заведомо герметичный преобразователь или средство измерений с погрешностью не более 2,5 % от заданного значения давления и возможностью фиксации изменения давления на величину 0,5 % от этого значения. Создают давление в системе согласно п. 8.2.1.2, после чего отключают источник давления, а при использовании грузопоршневого манометра - также его колонку и пресс.

8.2.1.2 Проверку герметичности системы проводят при следующих значениях давления:

- для системы, предназначенной для поверки преобразователей с пределами измерений в области избыточного давления и разрежения - при давлении, равном верхнему пределу измерений избыточного давления;

- для системы, предназначенной для поверки преобразователей с пределом измерений разрежения до 100 кПа - при разрежении, равном 0,9 -- 0,95 значения атмосферного давления;

- для системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее - создают абсолютное давление, максимально приближенное к нулю, но не более 5 кПа;

- для системы, предназначенной для поверки остальных преобразователей - при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемых преобразователей.

8.2.1.3 Систему считают герметичной, если после 3 мин выдержки под давлением не наблюдают его падения в течение последующих 2 мин. Для преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее после выдержки системы в течение 1 мин не должно наблюдаться падения давления в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено. В случае отсутствия герметичности системы проводят операции по поиску и устранению источников утечки давления и проверяют герметичность системы заново.

8.2.2 Установка и подключение преобразователей:

8.2.2.1 Устанавливают поверяемые преобразователи в рабочее положение согласно ЭД.

8.2.2.2 Подключают преобразователи к системе создания давления с применением герметизирующих материалов, обеспечивающих надежное соединение без утечек давления.

8.2.2.3 Осуществляют электрическое подключение преобразователей к источнику питания постоянного тока, а также:

- для преобразователей с выходным аналоговым сигналом силы постоянного тока от (0) 4 до 20 мА - к эталонному миллиамперметру по схеме токовой петли, приведенной в ЭД;

- для преобразователей с выходным аналоговым сигналом напряжения постоянного тока от 0 до (2) 10 В - к эталонному вольтметру в соответствии со схемой подключения, приведенной в ЭД;

- для преобразователей с цифровым выходным сигналом по протоколу HART - к портативному устройству с поддержкой протокола HART (HART-коммуникатору) или к ПЭВМ с использованием HART-модема (адаптера) и внешнего ПО для связи и считывания информации по протоколу HART, в соответствии со схемами подключения, приведенными в ЭД;

- для преобразователей с цифровым выходным сигналом по протоколу Modbus RTU - к ПЭВМ через преобразователь интерфейса RS-485 с использованием внешнего ПО, поддерживающего протокол Modbus RTU, в соответствии со схемами подключения, приведенными в ЭД.

8.2.2.4 Обеспечивают выдержку преобразователей под напряжением питания не менее 1 мин перед началом снятия значений выходного сигнала и (или) показаний на цифровом индикаторе (при наличии).

8.2.3 Проверка герметичности преобразователей:

8.2.3.1 Проверку герметичности преобразователей проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений преобразователей.

8.2.3.2 Изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний на дисплее цифрового индикатора (при его наличии) поверяемых преобразователей. Наблюдение за стабильностью давления проводят в течение не менее 30 с.

8.2.3.3 Допускаемый спад давления не должен превышать 0,5 % от верхнего предела измерений поверяемых преобразователей.

8.2.4 Проверка работоспособности преобразователей:

8.2.4.1 Работоспособность преобразователей проверяют, изменяя измеряемую величину.

8.2.4.2 При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и (или) показаний на цифровом индикаторе (при наличии).

Примечание – Проверку герметичности системы и работоспособности преобразователей допускается совмещать с определением основной погрешности. Если система предназначена для поверки преобразователей с разными значениями верхних пределов измерений, проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

8.2.5 Результаты опробования считают положительными и переходят к дальнейшим операциям поверки при выполнении следующих условий:

- достигнута герметичность системы (п. 8.2.1);
- достигнута герметичность преобразователей (п. 8.2.3);
- наблюдаются изменения выходного сигнала и (или) показаний на цифровом индикаторе (при наличии) у преобразователей при воздействии задаваемого давления (п. 8.2.4).

Если не достигнута герметичность системы (п. 8.2.1), поверку приостанавливают до устранения неисправности поверочного оборудования.

Если преобразователи не соответствуют требованиям по герметичности (п. 8.2.3) и (или) работоспособности (п. 8.2.4), дальнейшие операции поверки не выполняют, а преобразователи признают непригодными к применению. Владелец преобразователей уведомляют о выявленных несоответствиях и оформляют результаты в соответствии с разделом 11.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) заключается в идентификации метрологически значимой части встроенного ПО поверяемых преобразователей и подтверждении соответствия его идентификационных данных (номера версии встроенного ПО) требованиям, установленным в таблице 3.

9.2 Проверку идентификационных данных ПО проводят для модификаций УМНОГОР-МС-ДДИ1, УМНОГОР-МС-ДДД1, УМНОГОР-МС-ГДУ01. Для модификации УМНОГОР-МС-100МТ проверка не проводится, так как идентификационные данные недоступны.

Т а б л и ц а 3 -- Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ¹⁾	Значение
Идентификационное наименование ПО	RAPORT ²⁾
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.xx ³⁾
Цифровой идентификатор ПО	недоступен
¹⁾ Для модификаций УМНОГОР-МС-ДДИ1, УМНОГОР-МС-ДДД1, УМНОГОР-МС-ГДУ01. ²⁾ Наименование ПО недоступно пользователю для верификации. ³⁾ Переменные в «xx» - цифровое значение от «00» до «99» это идентификационный номер текущей версии служебной части встроенного ПО и не является идентификатором метрологически значимой части встроенного ПО.	

9.3 Электрическое подключение преобразователей для считывания идентификационных данных ПО осуществляют в соответствии с п. 8.2.2.3 настоящей методики.

9.4 После установления соединения с преобразователями считывание номера версии встроенного ПО проводят одним из следующих способов:

- для преобразователей с цифровым индикатором - в соответствующем пункте меню в соответствии с ЭД;
- для преобразователей с поддержкой HART-протокола - с использованием подключенного портативного устройства с поддержкой протокола HART (HART-коммуникатора) или ПЭВМ с использованием HART-модема (адаптера) и внешнего ПО, используя пользовательский интерфейс в соответствии с руководством по эксплуатации на применяемое устройство или внешнее ПО;
- для преобразователей с поддержкой протокола Modbus RTU - с использованием подключенной ПЭВМ с внешним ПО, поддерживающим протокол Modbus RTU, используя пользовательский интерфейс в соответствии с руководством по эксплуатации на применяемое внешнее ПО.

Примечания

- 1 Значения служебной части номера версии ПО (переменные «xx» в формате 1.xx) не идентифицируют метрологически значимую часть ПО и при проверке не контролируются.
- 2 Для целей поверки допустимо использование любого из интерфейсов (цифровой индикатор, HART или Modbus RTU), обеспечивающего считывание номера версии ПО.

9.5 Результат проверки считают положительным, если считанный идентификационный номер метрологически значимой части встроенного ПО (номер версии) соответствует указанному в таблице 3.

9.6 Если считанный идентификационный номер метрологически значимой части ПО не соответствует указанному в п. 9.5, преобразователи признают непригодными к применению. Дальнейшие операции поверки не проводят. Результаты поверки оформляют в соответствии с разделом 11.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Преобразователи модификаций УМНОГОР-МС-ДДИ1, УМНОГОР-МС-ДДД1, УМНОГОР-МС-ГДУ01 поверяют в настроенном диапазоне, указанном в паспорте, либо в диапазоне, заявленном владельцем СИ или лицом, представившим преобразователи на поверку. При отсутствии таких требований поверку осуществляют на максимальном диапазоне измерений преобразователей.

10.1 Определение основной приведенной погрешности

10.1.1 Основную погрешность измерений преобразователей определяют методом непосредственного сличения с эталонным средством поверки не менее чем при пяти значениях, равномерно распределенных во всем диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы измерений. По эталонному средству измерений давления устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины, а соответствующие значения выходного сигнала измеряют:

- для аналоговых выходных сигналов - с помощью эталонного средства измерений электрических сигналов;
- для цифровых выходных сигналов - с помощью портативного устройства с поддержкой цифрового протокола HART (HART-коммуникатора) или ПЭВМ с внешним ПО, используя пользовательский интерфейс для считывания информации по протоколам HART или Modbus RTU.

10.1.2 Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений. Измерения проводят при прямом и обратном ходе.

10.1.3 Выбор поверяемых точек:

- для преобразователей с пределом измерений в области разрежения до 100 кПа допускается выбирать первую поверяемую точку в диапазоне от минус 95 до минус 85 кПа;
- для преобразователей избыточного и абсолютного давления, а также разности давлений допускается выбирать крайнюю поверяемую точку в диапазоне от 95 % до 100 % от верхнего предела измерений.

10.1.4 При поверке преобразователей абсолютного давления с нижним пределом измерений, равным «0», в качестве нижнего предела измерений (первой проверяемой точки) принимают значение давления, максимально приближенное к «0». При этом первая задаваемая точка должна быть не более 5 кПа. Для преобразователей с верхними пределами измерений менее 50 кПа первая задаваемая точка должна быть не более 10 % диапазона измерений.

10.1.5 Поверку преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, проводят по всем выходным сигналам (аналоговому и цифровым). Допускается проводить периодическую поверку только по одному выходному сигналу в соответствии с заявлением владельца СИ.

10.1.6 Подключение преобразователей к системе создания давления осуществляют в соответствии с п. 8.2.2.2, а для считывания выходных сигналов - в соответствии с п. 8.2.2.3.

10.1.7 При поверке давление плавно повышают (прямой ход) и проводят отсчет показаний в проверяемых точках. На верхнем пределе измерений преобразователей выдерживают давление в течение 5 минут, после чего давление плавно понижают (обратный ход) и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления.

10.1.8 При поверке основную погрешность определяют в два цикла (прямой и обратный ход).

10.1.9 Расчетные значения выходного сигнала проверяемых преобразователей определяют следующим образом:

- 1) Для преобразователей с линейной зависимостью выходного сигнала от входной измеряемой величины по формуле:

$$I_P = I_H + \frac{I_B - I_H}{P_{ВПИ} - P_{НПИ}} \cdot (P - P_H) \quad (5)$$

- где I_P -- расчетное значение выходного сигнала силы постоянного тока, мА;
 I_H и I_B -- соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала силы постоянного тока преобразователей, мА;
 P -- номинальное значение входной измеряемой величины, для преобразователей, настроенных в диапазоне от избыточного давления до разрежения, значение P в области разрежения подставляется в формулу (5) со знаком минус, МПа, кПа;
 $P_{ВПИ}$ -- верхний предел измерений проверяемых преобразователей, МПа, кПа;
 $P_{НПИ}$ -- нижний предел измерений проверяемых преобразователей, для преобразователей, настроенных в диапазоне от избыточного давления до разрежения, значение $P_{НПИ}$ в области разрежения подставляется в формулу (5) со знаком минус, МПа, кПа.

Примечание – Для преобразователей с выходным сигналом напряжения постоянного тока (U , мВ, В) и цифровым сигналом, представляющим значения силы или напряжения постоянного тока (N , мА, мВ, В), расчетные значения определяют по формулам (5) и (10) – (12) той же структуры, заменяя обозначения силы постоянного тока « I » на обозначения « U » или « N » соответственно.

- 2) Допускается определение метрологических характеристик преобразователей с выходным сигналом от (0) 4 до 20 мА по падению напряжения на мере сопротивления. Проводят подключение преобразователей к источнику питания постоянного тока, в разрыв цепи подключают меру сопротивления с номинальным значением сопротивления от 100 до 500 Ом и вольтметр для измерений напряжения на ней.

$$I_{изм} = \frac{U}{R_{обр}} \quad (6)$$

- где $I_{изм}$ -- измеренное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;
 U -- измеренное значение напряжения на мере сопротивления, мВ, В.
 $R_{обр}$ -- обозначение то же, что и в формуле (2)

- 3) Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении ($R_{обр}$):

$$U_{P\Omega} = R_{обр} \cdot I_P \quad (7)$$

где $U_{P\Omega}$ – расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ, В;
 I_P – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, определяемое по формуле (5), мА.

- 4) Для преобразователей с цифровым выходным сигналом, приведенным к единице измеряемого давления ($P_{изм}$, МПа, кПа), значение, считанное с преобразователей с помощью портативного устройства с поддержкой цифрового протокола HART (HART-коммуникатора) или ПЭВМ с внешним ПО, используя пользовательский интерфейс для считывания цифровой информации по протоколам HART или Modbus RTU, сравнивают со значением на эталонном средстве поверки.

10.1.10 Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления допускается проводить с использованием эталонов разрежения и избыточного давления. В этом случае поверку преобразователей выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам:

$$P_{(+)} = P_a - P_{атм} \quad (8)$$

$$P_{(-)} = P_{атм} - P_a \quad (9)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, МПа, кПа;
 $P_{атм}$ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа, кПа;
 $P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователи, МПа, кПа;
 $P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в преобразователях; значение разрежения, МПа, кПа.

Расчетные значения аналогового выходного сигнала преобразователей при задании избыточного давления определяют по формуле (10):

$$I_P = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм} + P_{(+)}}{P_{B(a)}} \quad (10)$$

Расчетные значения аналогового выходного сигнала преобразователей при задании разрежения определяют по формуле (11):

$$I_P = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм} - P_{(-)}}{P_{B(a)}} \quad (11)$$

где $P_{B(a)}$ – верхний предел измерений преобразователей абсолютного давления, МПа, кПа;
 I_P, I_H, I_B – обозначения те же что в формуле (5);
 $P_{атм}$ – обозначение то же что в формуле (8);
 $P_{(+)}, P_{(-)}$ – обозначения те же что в формулах (8) и (9).

Расчетные значения аналогового выходного сигнала при атмосферном давлении на входе преобразователей абсолютного давления определяют по формуле (12):

$$I_P = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм}}{P_{B(a)}} \quad (12)$$

где обозначения – см. в формулах (5), (8) и (11).

В зависимости от верхних пределов измерений поверяемых преобразователей их основную погрешность определяют при i значениях измеряемой величины в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Верхние пределы измерений, МПа	Число проверяемых точек, i	
	В области $P_a \leq P_{атм}$	В области $P_a \geq P_{атм}$
0,1	5	—
0,16	3	2
0,25	2	3
от 0,4 до 2,5 включ.	1	4
св. 2,5	—	5

10.1.11 Основную приведенную погрешность измерений γ_d в %, в зависимости от выходного сигнала, вычисляют по формулам:

– для аналоговых сигналов силы постоянного тока:

$$\gamma_d = \frac{I - I_p}{I_B - I_H} \cdot 100 \quad (13)$$

где I – значение аналогового выходного сигнала в виде силы постоянного тока, полученное экспериментально при значении измеряемой величины I_p соответствующем заданному значению входной измеряемой величины (давления), мА;

I_p, I_H, I_B – обозначения те же что в формуле (5).

– для аналоговых сигналов напряжения постоянного тока:

$$\gamma_d = \frac{U - U_p}{U_B - U_H} \cdot 100 \quad (14)$$

где U – значение аналогового выходного сигнала в виде напряжения постоянного тока, полученное экспериментально при значении измеряемой величины U_p соответствующем заданному значению входной измеряемой величины (давления), мВ, В;

U_p – расчетное значение выходного сигнала напряжения постоянного тока, мВ, В;

U_H и U_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала напряжения постоянного тока преобразователей, мВ, В.

Примечание – Для преобразователей с цифровым выходным сигналом, представляющим значения силы или напряжения постоянного тока (N, мА, мВ, В), основную приведенную погрешность вычисляют по формулам (13) или (14) соответственно, заменяя обозначения аналоговых сигналов на цифровые.

– для цифровых сигналов, приведенных к единице измеряемого давления:

$$\gamma_d = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{D} \cdot 100 \quad (15)$$

где $P_{изм}$ – значение давления, полученное по выходному цифровому сигналу протоколов HART или Modbus RTU преобразователей, МПа, кПа;

$P_{эт}$ – значение давления, измеренное эталонным средством, МПа, кПа;

D – разность между верхним и нижним пределами диапазона, в котором проводится поверка, МПа, кПа.

- при использовании метода измерения через падение напряжения:
- при контроле выходного сигнала силы постоянного тока через падение напряжения на мере сопротивления:

$$\gamma_D = \frac{I_{\text{изм}} - I_P}{I_B - I_H} \cdot 100 \quad (16)$$

где $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение выходного сигнала постоянного тока, вычисленное по формуле (6), мА;
 I_P, I_H, I_B – обозначения те же что в формуле (5);

- при контроле выходного сигнала напряжения по падению напряжения на эталонном сопротивлении:

$$\gamma_D = \frac{U_{\text{изм}} - U_{P\Omega}}{U_B - U_H} \cdot 100 \quad (17)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ, В;
 $U_{P\Omega}$ – расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, определяемое по формуле (7), мВ, В;
 U_H, U_B – обозначения те же что в формуле (14).

10.2 Определение вариации выходного сигнала

10.2.1 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.

10.2.2 Вариацию выходного сигнала (γ_r), %, приведенную к тому же значению, что и основная погрешность для того же диапазона измерений, вычисляют по формулам в зависимости от выходного сигнала:

- для аналоговых сигналов силы постоянного тока:

$$\gamma_r = \left| \frac{I' - I}{I_B - I_H} \right| \cdot 100 \quad (18)$$

где I', I – значения выходного сигнала силы постоянного тока, полученные через падение напряжения на мере сопротивления или экспериментально при измерении выходного сигнала в одной и той же точке при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

I_H, I_B – обозначения те же что в формуле (5);

- для аналоговых сигналов напряжения постоянного тока:

$$\gamma_r = \left| \frac{U' - U}{U_B - U_H} \right| \cdot 100 \quad (19)$$

где U', U – значения выходного сигнала напряжения, полученные через падение напряжения на эталонном сопротивлении или экспериментально при измерении выходного сигнала в одной и той же точке при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины соответственно при прямом и обратном ходе, мВ, В;

U_H, U_B – обозначения те же что в формуле (14).

Примечание – Для преобразователей с цифровым выходным сигналом, представляющим значения силы или напряжения постоянного тока (N, мА, мВ, В), вариацию вычисляют по формулам (18) или (19) соответственно, заменяя обозначения аналоговых сигналов на цифровые.

– для цифровых сигналов, приведенных к единице измеряемого давления:

$$\gamma_r = \left| \frac{P'_{\text{изм}} - P_{\text{изм}}}{D} \right| \cdot 100 \quad (20)$$

где $P'_{\text{изм}}, P_{\text{изм}}$ – значения давления, полученные по выходному цифровому сигналу протоколов HART или Modbus RTU преобразователей при прямом и обратном ходе соответственно, МПа, кПа;

D – обозначения те же что в формуле (15).

10.3 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.3.1 Преобразователи признают соответствующими метрологическим требованиям (признают годными и допускают к применению), если на всех поверяемых точках выполняются следующие условия:

- модуль основной приведенной погрешности $|\gamma_d|$ не превышает пределов допускаемой основной приведенной погрешности $|\gamma|$;
- значение вариации γ_r в каждой точке измерений не превышает модуля предела допускаемой основной приведенной погрешности $|\gamma|$ для данного преобразователя.

П р и м е ч а н и е – Где γ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности поверяемых преобразователей, %.

10.3.2 Преобразователи признают не соответствующими метрологическим требованиям (признают непригодными и не допускают к применению), если хотя бы в одной поверяемой точке не выполняется любое из условий, указанных в п. 10.3.1. Результаты поверки оформляют в соответствии с разделом 11.

10.3.3 Для преобразователей модификаций УМНОГОР-МС-ДДИ1, УМНОГОР-МС-ДДД1, УМНОГОР-МС-ГДУ01 при коэффициенте перенастройки $K > 3$ значение предела допускаемой основной приведенной погрешности $|\gamma|$ вычисляют по формулам, приведенным в таблице А.1 приложения А.

10.3.4 Допускается вместо вычислений значений основной погрешности γ_d и вариации γ_r контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям непосредственно в процессе измерений.

10.3.5 Критерием принятия решения о соответствии является сравнение полученных значений основной погрешности γ_d и вариации γ_r с установленными при утверждении типа требованиями, приведенными в таблице А.1 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют в порядке, установленном законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.2 Результаты первичной и периодической поверки подтверждают внесением сведений в ФИФ ОЕИ.

11.3 Результаты поверки оформляют протоколом, составленным в произвольной форме, с учетом требований, предусмотренных действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.4 В случае положительных результатов поверки средства измерений признают годными к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на свидетельство о поверке наносят знак поверки. Конструкция преобразователей не предусматривает нанесение знака поверки на средство измерений.

11.5 В случае отрицательных результатов поверки средства измерений признают непригодными к применению. Сведения об отрицательных результатах передаются в ФИФ ОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляют извещение о непригодности.

Приложение А
(обязательное)

**Метрологические требования,
которые должны быть подтверждены в результате поверки**

Т а б л и ц а А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений ¹⁾ (далее – ДИ), кПа – для модификации УМНОГОР-МС-ГДУ01 ³⁾ – избыточного давления – для модификации УМНОГОР-МС-ДДИ1 ^{2), 3)} – абсолютного давления – избыточного давления – для модификации УМНОГОР-МС-ДДД1 ^{2), 3)} – разности давлений ⁴⁾ – для модификации УМНОГОР-МС-100МТ – абсолютного давления – избыточного давления	от 0 до 5000 от 0 до 7000 от -100 до 100000 от -7000 до 7000 от 0 до 6000 от -100 до 100000
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности (γ) преобразователей модификации УМНОГОР-МС-100МТ, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений (γ) преобразователей модификаций: УМНОГОР-МС-ДДИ1, УМНОГОР-МС-ГДУ01, УМНОГОР-МС-ДДД1, % ⁶⁾ : – в зависимости от коэффициента настройки диапазона измерений (K) ^{5), 7)} : – при $K \leq 3$ – при $K > 3$: – для погрешности $\pm 0,2$ (при $K \leq 3$) – для погрешности $\pm 0,5$ и $\pm 1,0$ (при $K \leq 3$)	$\pm 0,2; \pm 0,5; \pm 1,0$ $\pm (0,046 \cdot K + 0,08)$ $\pm (0,115 \cdot K + 0,2)$
Вариация выходных сигналов, %	$ \gamma $
¹⁾ Указан диапазон измерений от нижнего предела измерений (далее – НПИ) до верхнего предела измерений (далее – ВПИ); конкретный диапазон измерений в соответствии с таблицами А.2 – А.4. ²⁾ В меню преобразователя предусмотрен выбор единиц измерения давления, разрешенных к применению в РФ. Информация о настройках преобразователя для вывода результатов измерений в выбранных единицах измерения, а также о соотношениях между ними приведены в руководстве по эксплуатации. ³⁾ При выпуске из производства и в процессе эксплуатации допускается настройка преобразователей на любой диапазон измерений в пределах максимального диапазона, приведенного в таблицах А.2 – А.3 (фактический максимальный ДИ указан на маркировочной наклейке). Для модификаций УМНОГОР-МС-ДДИ1 и УМНОГОР-МС-ГДУ01 настроенный диапазон должен находиться в пределах НПИ и ВПИ, приведенных в таблице А.2. Для модификации УМНОГОР-МС-ДДД1 разность между ВПИ и НПИ диапазона должна соответствовать пределам, приведенным в таблице А.3. Информация о настроенном диапазоне и основной погрешности указывается в паспорте преобразователя. ⁴⁾ Знак «минус» для разности давлений определяется тем, к какой из камер преобразователя приложено большее давление при измерении разности давлений.	

Окончание таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
⁵⁾ К – коэффициент настройки диапазона измерений равный $\Delta P_{\text{макс}} / \Delta P_i$, где: $\Delta P_{\text{макс}} = P_{\text{макс}} - P_0 $ – максимальный диапазон измерений преобразователей, где $P_{\text{макс}}$ – максимальный верхний предел измерений, P_0 – нижний предел измерений; $\Delta P_i = P_v - P_r $, – настроенный диапазон измерений преобразователей, где P_n, P_v – установленные соответственно нижнее и верхнее предельные значения настроенного диапазона измерений.	
⁶⁾ При $K \leq 3$ погрешность преобразователей избыточного и абсолютного давлений приведена к максимальному диапазону измерений, а преобразователей разности давлений – к максимальной разности между ВПИ и НПИ. При $K > 3$ погрешность преобразователей избыточного и абсолютного давлений приведена к настроенному диапазону измерений, а преобразователей разности давлений – к разности между настроенными ВПИ и НПИ.	
⁷⁾ В зависимости от модификации преобразователя и конструктивного исполнения. Фактическое значение параметра указаны в паспорте на преобразователь.	
Примечание – Вариация приводится к тому же значению, что и основная погрешность для того же диапазона измерений.	

Таблица А.2 – Диапазоны измерений для преобразователей модификаций УМНОГОР-МС-ГДУ01 и УМНОГОР-МС-ДДИ1

Модификация	Код диапазона измерений (далее – КДИ)	Наименование характеристики			
		ДИ ¹⁾ , кПа	Диапазон настройки НПИ ²⁾ , кПа	Диапазон настройки ВПИ ²⁾ , кПа	Минимальная разность между ВПИ и НПИ ²⁾ , кПа
		Значение			
1	2	3	4	5	6
УМНОГОР-МС-ГДУ01, (для измерений избыточного давления)	«1»	от 0 до 10	от 0 до 9	от 1 до 10	1
	«3»	от 0 до 40	от 0 до 36	от 4 до 40	4
	«4»	от 0 до 100	от 0 до 95	от 5 до 100	5
	«5»	от 0 до 200	от 0 до 195	от 5 до 200	5
	«7»	от 0 до 500	от 0 до 494	от 6 до 500	6
	«10»	от 0 до 1000	от 0 до 990	от 10 до 1000	10
	«12»	от 0 до 2500	от 0 до 2475	от 25 до 2500	25
	«13»	от 0 до 5000	от 0 до 4950	от 50 до 5000	50
УМНОГОР-МС-ДДИ1, (для измерений избыточного давления)	«2»	от 0 до 25	от 0 до 22,5	от 2,5 до 25,0	2,5
	«4»	от 0 до 100	от 0 до 95	от 5 до 100	5
	«5»	от 0 до 200	от 0 до 195	от 5 до 200	5
	«9»	от 0 до 700	от 0 до 693	от 7 до 700	7
	«12»	от 0 до 2500	от 0 до 2475	от 25 до 2500	25
	«15»	от 0 до 7000	от 0 до 6930	от 70 до 7000	70
	«17»	от 0 до 16000	от 0 до 15840	от 160 до 16000	160
	«20»	от 0 до 30000	от 0 до 29700	от 300 до 30000	300
	«22»	от 0 до 100000	от 0 до 99000	от 1000 до 100000	1000
	«23»	от -0,7 до 0,7	от -0,7 до 0,6	от -0,6 до 0,7	0,1
	«24»	от -1,5 до 7,0	от -1,5 до 6,5	от -1 до 7	0,5
	«25»	от -2,5 до 2,5	от -2,5 до 2,3	от -2,3 до 2,5	0,2
	«27»	от -10 до 10	от -10 до 8	от -8 до 10	2
	«29»	от -50 до 50	от -50 до 45	от -45 до 50	5
	«31»	от -100 до 150	от -100 до 138	от -88 до 150	12
	«34»	от -100 до 600	от -100 до 580	от -80 до 600	20

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4	5	6
УМНОГОР-МС-ДДИ1, (для измерений абсолютного давления)	«37»	от 0 до 130	от 0 до 120	от 10 до 130	10
	«40»	от 0 до 700	от 0 до 690	от 10 до 700	10
	«43»	от 0 до 2500	от 0 до 2475	от 25 до 2500	25
	«45»	от 0 до 7000	от 0 до 6930	от 70 до 7000	70

¹⁾ Максимальный диапазон измерений преобразователей.

²⁾ При настройке преобразователей на любой диапазон измерений в пределах максимального диапазона.

Т а б л и ц а А.3 – Диапазоны измерений для преобразователей разности давлений модификации УМНОГОР-МС-ДДД1

КДИ	Наименование характеристики		
	ДИ ¹⁾ , кПа	Минимальная разность между ВПИ и НПИ, $\Delta P_{\min}^{2)}$, кПа	Максимальная разность между ВПИ и НПИ, $\Delta P_{\max}^{2)}$, кПа
	Значение		
«46»	от -0,25 до 0,25	0,02	0,25
«47»	от -0,5 до 7,0	0,4	7,0
«48»	от -0,7 до 0,7	0,1	0,7
«49»	от -2,5 до 2,5	0,2	2,5
«50»	от -10 до 10	0,4	10
«51»	от -16 до 16	1	16
«52»	от -25 до 25	1	25
«53»	от -50 до 50	5	50
«54»	от -100 до 100	7	100
«55»	от -160 до 200	15	200
«56»	от -160 до 1600	100	1600
«57»	от -250 до 250	20	250
«58»	от -1600 до 1600	160	1600
«59»	от -7000 до 7000	400	7000

¹⁾ Максимальный диапазон измерений разности давлений преобразователей.

²⁾ $\Delta P = |P_v - P_n|$, где P_n , P_v – установленные верхнее и нижнее предельные значения настроенного диапазона измерений разности давлений, который должен находиться в пределах максимального диапазона, превышать минимальную разность ($\Delta P_{\min}$) между ВПИ и НПИ, но не превышать максимальную разность ($\Delta P_{\max}$) между ними.

Т а б л и ц а А.4 – Диапазоны измерений для преобразователей модификации УМНОГОР-МС-100МТ

Наименование характеристики	КДИ	Значение	Наименование характеристики	КДИ	Значение
Диапазоны измерений избыточного давления, кПа	«1»	от 0 до 10	Диапазоны измерений избыточного давления, кПа	«26»	от -10 до 0
	«3»	от 0 до 40		«28»	от -40 до 0
	«5»	от 0 до 100		«32»	от -100 до 0
	«6»	от 0 до 250		«30»	от -100 до 100
	«8»	от 0 до 600		«33»	от -100 до 250
	«10»	от 0 до 1000		«34»	от -100 до 600
	«11»	от 0 до 1600	Диапазоны измерений абсолютного давления, кПа	«35»	от 0 до 40
	«12»	от 0 до 2500		«36»	от 0 до 100
	«14»	от 0 до 6000		«38»	от 0 до 250
	«16»	от 0 до 8000		«39»	от 0 до 600
	«17»	от 0 до 16000		«41»	от 0 до 1000
	«18»	от 0 до 20000		«42»	от 0 до 1600
	«19»	от 0 до 25000		«43»	от 0 до 2500
	«21»	от 0 до 40000		«44»	от 0 до 6000
	«22»	от 0 до 100000			