

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов



Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная установки компримирования газа  
ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»  
ТПП по газопереработке в г. Котово

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-808-2025

Москва,  
2025

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную установки компримирования газа ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» ТПП по газопереработке в г. Котово (далее – ИС), изготовленный обществом с ограниченной ответственностью ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» (ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»), и устанавливает методику первичной и периодической поверок ИС.

1.2 При определении метрологических характеристик комплекса в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц:

- силы постоянного электрического тока в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 года № 2091, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;

- электрического сопротивления в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3456, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

- электрического напряжения в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023.

1.3 Поверка ИС проводится поэлементно:

- метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав измерительных каналов (далее – ИК) ИС, подтверждаются положительными результатами поверки, оформленными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений;

- метрологические характеристики вторичной («электрической») части ИК ИС определяются на месте эксплуатации ИС методом прямых измерений с помощью средств поверки по 9.2 настоящей методики поверки.

1.4 По заявлению владельца ИС допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов на меньшем числе измеряемых величин с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

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

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6

Наименование операции поверки	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК	Да	Да	9.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал	Да	Да	9.2
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока	Да	Да	9.3
Определение абсолютной погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании сигналов термопреобразователей сопротивления	Да	Да	9.4
Определение абсолютной погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании сигналов термопар	Да	Да	9.5
Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП	Да	Да	9.6
Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока	Да	Да	9.7
Определение абсолютной погрешности ИК напряжения (температуры)	Да	Да	9.8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.9

### 3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия (в месте установки вторичной части ИК):

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 °С до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5$ %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
9	Рабочий эталон единицы силы постоянного тока 2-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 с диапазоном силы постоянного тока от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13 (далее – калибратор)
9	Рабочий эталон электрического сопротивления 4-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 с диапазоном сопротивления постоянного тока термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте: от минус 200 °С до плюс 850 °С (Pt100)	Калибратор
9	Рабочий эталон единицы электрического напряжения 3-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 с диапазоном напряжения постоянного тока (ТЭДС) термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте: от минус 270 °С до плюс 1300 °С (К)	Калибратор
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

## 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы ИС и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

5.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.5 Конструкция соединительных элементов ИС и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления ИС и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

## 6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра ИС устанавливают:

- соответствие комплектности ИС паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления;
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по разделу 6 настоящей методики поверки считают положительными, если:

- комплектность ИС соответствует паспорту и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

6.3 При получении отрицательных результатов по 6 поверку ИС прекращают.

## 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений):

- ИС и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 0, не менее двух часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений):

- ИС включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации;
- проверяют отсутствие сообщений об ошибках;
- проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы силы постоянного тока.

7.3 Результаты поверки по разделу 7 считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины ИС.

7.4 При получении отрицательных результатов по разделу 7 поверку ИС прекращают.

## 8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем сравнения идентификационных данных ПО ИС с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа ИС. Проверку идентификационных данных ПО ИС проводят в соответствии с приложением А руководства по эксплуатации ИС.

8.2 Результаты проверки ПО ИС считают положительными, если идентификационные данные ПО ИС совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС.

8.3 При получении отрицательных результатов по разделу 8 поверку ИС прекращают.

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 9.1 Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК

9.1.1 Проверяют информацию о результатах поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

9.1.2 Результаты поверки по 9.1 настоящей методики поверки считают положительными, если средства измерений, применяемые в качестве первичных ИП ИК, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

### 9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал

9.2.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений силы постоянного тока.

9.2.3 С ИС считывают значения входного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал  $\gamma_1$ , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям ИС, мА;

$I_{\text{эт}}$  – показание калибратора в контрольной точке, мА;

$I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

9.2.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение тока  $I_{\text{изм}}$ , мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (2)$$

где  $X_{\text{max}}$  – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий верхнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{min}}$  – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий нижнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$  – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений (считывают с монитора операторской станции).

9.2.5 Результаты поверки по 9.2 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

### 9.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока

9.3.1 Отключают управляемое устройство ИК (при наличии) и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.2 С персонального компьютера задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона преобразования силы постоянного тока.

9.3.3 С дисплея калибраторачитывают значения выходного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока  $\gamma_{I_{\text{вых}}}$ , %, по формуле

$$\gamma_{I_{\text{вых}}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{вт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $I_{\text{зад}}$  – значение силы постоянного тока, задаваемого ИС, мА.

9.3.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение тока  $I_{\text{зад}}$ , мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{зад}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}} \cdot (Z_{\text{зад}} - Z_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (4)$$

где  $Z_{\text{max}}$  – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений или в процентах от диапазона преобразования;

$Z_{\text{min}}$  – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений или в процентах от диапазона преобразования;

$Z_{\text{зад}}$  – значение воспроизводимого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений (считывают с монитора операторской станции).

9.3.5 Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока, рассчитанная по формуле (3), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

### 9.4 Определение абсолютной погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании сигналов термопреобразователей сопротивления

9.4.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.4.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопреобразователей

сопротивления по ГОСТ 6651-2009. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009.

9.4.3 С ИС считывают значения входного сигнала термопреобразователей сопротивления, соответствующие температуре согласно ГОСТ 6651-2009.

9.4.4 В каждой контрольной точке вычисляют абсолютную ( $\Delta_{\text{TC}}$ ) погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления в цифровой сигнал по формуле

$$\Delta_{\text{TC}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (5)$$

где  $t_{\text{изм}}$  – значение температуры в контрольной точке по показаниям ИС, °C;

$t_{\text{эт}}$  – показание калибратора в контрольной точке, °C.

9.4.5 Результаты поверки по 9.4 считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (5), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

### 9.5 Определение абсолютной погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании сигналов термопар

9.5.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.5.2 С персонального компьютера в ИС устанавливают значение температуры холодного спая термопары равной 0 °C. В калибратор вводят значение температуры холодного спая термопары равной 0 °C.

9.5.3 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585-2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001.

9.5.4 В зависимости от типа погрешности ИК в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную ( $\Delta_{\text{П}}$ ) погрешность при измерении входных сигналов термопар по формуле

$$\Delta_{\text{П}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (6)$$

9.5.5 Результаты поверки по 9.5 считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопар в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (6), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

### 9.6 Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП

9.6.1 При наличии сведений о поверке, подтверждающих пригодность первичного ИП ИК<sup>2</sup>, входящего в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по 9.2 настоящей методики поверки (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), 9.4 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом термопреобразователей сопротивления) и 9.5 настоящей методики поверки (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом преобразователей термоэлектрических) основная погрешность ИК ИС не выходит за пределы, указанные в приложении А.

9.6.2 Результаты поверки по 9.6 настоящей методики поверки считают положительными, если:

- наличие сведений о поверке, подтверждающие пригодность первичного ИП ИК, входящего в состав ИК ИС, и погрешность первичного ИП ИК не превышает значений,

<sup>2</sup> Погрешность первичного ИП не должна превышать значений, указанных в описании типа ИС.

указанных в описании типа ИС;

- результаты поверки по 9.2, 9.4 и 9.5 настоящей методики поверки положительные.

### **9.7 Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока**

9.7.1 При положительных результатах поверки по 9.2 настоящей методики поверки для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в приложении А.

9.7.2 Результаты поверки по 9.7 настоящей методики поверки считают положительными, если результаты поверки по 9.2 настоящей методики поверки положительные.

### **9.8 Определение абсолютной погрешности ИК напряжения (температуры)**

9.8.1 При положительных результатах поверки по 9.5 настоящей методики поверки для ИК напряжения (температуры), основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в приложении А.

9.8.2 Результаты поверки по 9.8 настоящей методики поверки считают положительными, если результаты поверки по 9.5 настоящей методики поверки положительные.

### **9.9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

9.9.1 Результаты поверки ИС считаются положительными, если выполняются условия, приведенные в пунктах 9.1.2, 9.2.5, 9.3.5, 9.4.5, 9.5.5, 9.6.2, 9.7.2, 9.8.2 с учетом объема проводимой поверки в соответствии с пунктом 1.4 настоящей методики поверки.

9.9.2 Результаты поверки считаются отрицательными, если условия, приведенные в пункте 9.9.1, не выполняются.

## **10 Оформление результатов поверки**

10.1 При положительных результатах поверки ИС признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

10.2 При отрицательных результатах поверки ИС признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Ведущий инженер по метрологии

Н.М. Мухаметнабиев

Инженер по метрологии

А.И. Макарова

Приложение А  
Метрологические характеристики ИС

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК							
			Первичный ИП		Вторичная часть					
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений			
ИК температуры	от -40 °C до +60 °C	Δ: ±0,38 °C	TC 65 (HCX Pt100); Pt100 644 (от 4 до 20 мА)	TC 65: Δ: ±(0,15+0,002· t ) °C; Pt100 644: Δ: ±(0,15+0,0003·Δt) °C	MTL4041B	FBM	γ: ±0,13 %			
	от -40 °C до +65 °C	Δ: ±0,40 °C								
	от -40 °C до +70 °C	Δ: ±0,41 °C								
	от -40 °C до +80 °C	Δ: ±0,43 °C								
	от -40 °C до +220 °C	Δ: ±0,79 °C								
	от -40 °C до +420 °C	Δ: ±1,31°C								
	от -10 °C до +60 °C	Δ: ±0,37 °C								
	от -10 °C до +70 °C	Δ: ±0,39 °C								
	от -10 °C до +150 °C	Δ: ±0,59 °C								
	от 0 °C до +130 °C	Δ: ±0,53 °C								
	от -40 °C до +220 °C	Δ: ±0,90 °C			MTL5042	FBM	γ: ±0,25 %			
	от -40 °C до +150 °C	Δ: ±0,55 °C								
	от -50 °C до +100 °C	Δ: ±1,71 °C			ECU	γ: ± 1,00%	γ: ±0,03 %			
	от -40 °C до +220 °C	Δ: ± 1,00 °C								
	от -5 °C до +80 °C	Δ: ±0,43 °C	TC MW (HCX Pt100); Pt100 644 (от 4 до 20 мА)	TC MW: Δ: ±(0,15+0,002· t ) °C; Pt100 644: Δ: ±(0,15+0,0003·Δt) °C						
	от -5 °C до +220 °C	Δ: ±0,84 °C								
	от 0 °C до +220 °C	Δ: ±0,84 °C								

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наиме- нование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро- защиты	Тип модуля ввода/ вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК температуры	от -40 °C до +50 °C	Δ: ±0,34 °C	ТСПУ 902820 (HCX Pt100); dTRANS T01 (от 4 до 20 мА)	ТСПУ 902820: Δ: ±0,2 °C; dTRANS T01: Δ: ±0,2 °C	MTL4041B	FBM	γ: ±0,13 %
	от -40 °C до +60 °C	Δ: ±0,34 °C					
	от -10 °C до +60 °C	Δ: ±0,33 °C					
	от -10 °C до +150 °C	Δ: ±0,38 °C					
	от 0 °C до +150 °C	Δ: ±0,38 °C					
	от -10 °C до +150 °C	Δ: ±0,32 °C			—	FBM	γ: ±0,03 %
	от -40 °C до +650 °C	Δ: ±3,02 °C	ПТ 185 (HCX K)	Δ: ±1,5 °C (от -40 °C до +375 °C включ.); Δ: ±0,004· t , °C (св. +375 °C до +1000 °C)	MTL4041B		Δ: ±0,89 °C
	от -40 °C до +100 °C	Δ: ±2,81 °C			FBM		
	от -40 °C до +150 °C	Δ: ±2,81 °C					
	от -40 °C до +250 °C	Δ: ±2,82 °C	CT 4012 G/3 (HCX K)	Δ: ±2,5 °C	—	1797- IRT8	Δ: ±0,52 °C
	от -10 °C до +60 °C	Δ: ±0,56 °C	TCMU-3213 (от 4 до 20 мА)	Δ: ±0,5 °C	—		Δ: ±0,53 °C
	от -50 °C до +100 °C	Δ: ±0,55 °C	TR10 (HCX Pt100)	Δ: ±(0,15+0,002· t ) °C	MTL4041B	FBM	γ: ±0,13 %

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК температуры	от -40 °C до +100 °C	Δ: ±2,81 °C	64/51004015/9 (HCX K)	Δ: ±2,5 °C (от -40 °C до +333 °C включ.); Δ: ±0,0075· t  °C (св. +333 °C до +1200 °C)	–	1797-IRT8	Δ: ±0,52 °C
	от -40 °C до +250 °C	Δ: ±2,82 °C					Δ: ±0,58 °C
	от -40 °C до +1000 °C	Δ: ±8,35 °C					Δ: ±1,15 °C
	от -40 °C до +100 °C	Δ: ±2,81 °C	TC-47 (HCX K)	Δ: ±2,5 °C (от -40 °C до +333 °C включ.); Δ: ±0,0075· t  °C (св. +333 °C до +1200 °C)	–	1797-IRT8	Δ: ±0,52 °C
	от -40 °C до +1200 °C	Δ: ±10,01 °C					Δ: ±1,34 °C
	от -50 °C до +150 °C	Δ: ±1,72 °C	TC Minco (HCX Pt100)	Δ: ±1,5 °C	KFD2-UT-Ex1	1794-IE8	Δ: ±0,45 °C
ИК давления	от 0 до 25 кПа; от 0 до 100 кПа; от 0 до 250 кПа; от 0 до 400 кПа	γ: ±0,18 %	ПД 3051 (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,065 %	–	1756-IF16	γ: ±0,15 %
	от 0 до 700 кПа; от 0 до 1000 кПа; от 0 до 1200 кПа; от 0 до 1600 кПа; от 0 до 2000 кПа; от 0 до 2500 кПа; от 0 до 2800 кПа; от 0 до 3500 кПа; от 0 до 4500 кПа; от 0 до 5000 кПа	γ: ±0,16 %	ПД 3051S_R (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,065 %	MTL4041B	FBM	γ: ±0,13 %

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК давления	от 0 до 1600 кПа; от 0 до 4000 кПа; от 80 до 200 кПа	$\gamma: \pm 0,08 \%$	ПД 3051S_R (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,065 \%$	—	FBM	$\gamma: \pm 0,03 \%$
	от 0 до 1000 кПа; от 0 до 2500 кПа; от 0 до 5000 кПа	$\gamma: \pm 0,08 \%$			MTL7787+		$\gamma: \pm 0,03 \%$
	от 0 до 1200 кПа; от 0 до 1600 кПа; от 0 до 5000 кПа	$\gamma: \pm 0,28 \%$			MTL5042	Triconex	$\gamma: \pm 0,25 \%$
	от 0 до 35 МПа	$\gamma: \pm 0,35 \%$	РТХ (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25 \%$	—	1797-IE8	$\gamma: \pm 0,20 \%$
		$\gamma: \pm 0,32 \%$				1756-IF16	$\gamma: \pm 0,15 \%$
		$\gamma: \pm 1,13 \%$				ECU	$\gamma: \pm 1,00 \%$
		$\gamma: \pm 0,83 \%$			Z887	3500/64	$\gamma: \pm 0,71 \%$
ИК перепада давления	от 0 до 1000 кПа; от 80 до 5000 кПа	$\gamma: \pm 0,16 \%$	ПД 3051S_E (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,065 \%$	MTL4041B	FBM	$\gamma: \pm 0,13 \%$
	от 0 до 100 кПа	$\gamma: \pm 0,18 \%$	ПД 3051 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,065 \%$	—	1756-IF16	$\gamma: \pm 0,15 \%$
	от 0 до 186,505 кПа	$\gamma: \pm 0,25 \%$	Rosemount 1151 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,20 \%$	—	1797-IE8	$\gamma: \pm 0,10 \%$

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК перепада давления	от 0 до 2 МПа	$\gamma: \pm 0,18 \%$	STX (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,13 \%$	—	ECU	$\gamma: \pm 0,10 \%$
	от 0 до 16 кПа	$\gamma: \pm 0,23 \%$	2600T (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,075 \%$	—	1794-IE8	$\gamma: \pm 0,20 \%$
		$\gamma: \pm 0,14 \%$				1797-IE8	$\gamma: \pm 0,10 \%$
	от 0 до 0,63 кПа	$\gamma: \pm 0,14 \%$	Метран-150 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,075 \%$	—	1797-IE8	$\gamma: \pm 0,10 \%$
	от 0 до 50 кПа; от 0 до 60 кПа	$\gamma: \pm 0,16 \%$	ПД 3051S_R (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,065 \%$	MTL4041B	FBM	$\gamma: \pm 0,13 \%$
ИК массового расхода	от 0 до 25 кПа; от 0 до 400 кПа	$\gamma: \pm 0,08 \%$			MTL7787+		$\gamma: \pm 0,03 \%$
	от 0,165 до 81 кг/ч (ДП от 0 до 81 кг/ч)	$\delta: \pm 1,78 \%$	Micro Motion R (от 4 до 20 мА)	$\delta: \pm 1,5 \%$ при $Q > Q_1$ ; $\delta: \pm \frac{ZS}{Q} \cdot 100 \%$ при $Q \leq Q_1$	—	1756-IF16	$\gamma: \pm 0,15 \%$
	от 2,046 до 1620 кг/ч (ДП от 0 до 1620 кг/ч)	$\delta: \pm 2,11 \%$				FMB208	$\gamma: \pm 0,3 \%$
	от 0,492 до 225 кг/ч (ДП от 0 до 225 кг/ч); от 0,492 до 306 кг/ч (ДП от 0 до 306 кг/ч); от 2,046 до 3240 кг/ч; (ДП от 0 до 3240 кг/ч); от 2,046 до 3444 кг/ч (ДП от 0 до 3444 кг/ч)	$\delta: \pm 1,65 \%$				FMB	$\gamma: \pm 0,03 \%$

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК							
			Первичный ИП		Вторичная часть					
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений			
ИК масс-ового расхода	от 590,4 до 59040 кг/ч	δ: ±1,66 %	Thermatel TA2 (от 4 до 20 мА)	δ: ±1,5% при $0,1 \cdot Q < Q_{изм} < Q$ ; δ: ±(0,15·Q/ $Q_{изм}$ )% при $0,01 \cdot Q < Q_{изм} < 0,1 \cdot Q$ ,	—	FMB	γ: ±0,03 %			
ИК объемного расхода	от 0 до 80 м <sup>3</sup> /ч; от 0 до 180 м <sup>3</sup> /ч	δ: ±0,41 %	ADMAG AXF (от 4 до 20 мА)	δ: ±0,35 %	—	FMB	γ: ±0,03 %			
	от 25 до 600 м <sup>3</sup> /ч	γ: ±1,77 %	H 250 (от 4 до 20 мА)	γ: ±1,6 %	—	1756-IF16	γ: ±0,15 %			
ИК уровня	от 250 до 770 мм (ДП от 0 до 770 мм)	Δ: ±5,57 мм	BLE (от 4 до 20 мА)	Δ: 5 мм	MTL4041B	FBM	γ: ±0,03 %			
	от 250 до 1200 мм (ДП от 0 до 1200 мм)	Δ: ±5,73 мм								
	от 250 до 1500 мм (ДП от 0 до 1500 мм)	Δ: ±5,90 мм		Δ: 10 мм						
	от 250 до 1200 мм (ДП от 0 до 1200 мм)	Δ: ±11,12 мм								
	от 250 до 1500 мм (ДП от 0 до 1500 мм)	Δ: ±11,20 мм								
	от 250 до 1800 мм (ДП от 0 до 1800 мм)	Δ: ±11,31 мм								
ИК напряжения (температуры)	HCX K (шкала от -250 °C до +1372 °C) <sup>1)</sup>	Δ: ±1,91 °C	—	—	—	1797-IRT8	Δ: ±1,91 °C			

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искро-защиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,13 \%$	—	—	MTL4041B	FBM	$\gamma: \pm 0,13 \%$
		$\gamma: \pm 0,03 \%$			MTL7787+		$\gamma: \pm 0,03 \%$
		$\gamma: \pm 0,03 \%$			—		$\gamma: \pm 0,03 \%$
		$\gamma: \pm 0,3 \%$			—	FMB208	$\gamma: \pm 0,3 \%$
		$\gamma: \pm 0,15 \%$			—	1756-IF16	$\gamma: \pm 0,15 \%$
		$\gamma: \pm 0,20 \%$			—	1794-IE8	$\gamma: \pm 0,20 \%$
		$\gamma: \pm 0,20 \%$			—	1797-IE8	$\gamma: \pm 0,10 \%$
		$\gamma: \pm 1,00 \%$			—	ECU	$\gamma: \pm 1,00 \%$
		$\gamma: \pm 0,71 \%$			Z887	3500/64	$\gamma: \pm 0,71 \%$
		$\gamma: \pm 0,25 \%$			MTL5042	Triconex	$\gamma: \pm 0,25 \%$
ИК преобразования выходных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,15 \%$	Solartron 7956 (протокол HART)	—	MTL7787+	1756-IF16	$\gamma: \pm 0,15 \%$
		$\gamma: \pm 0,30 \%$	—	—	—	AB	$\gamma: \pm 0,30 \%$

<sup>1)</sup> Указан максимальный диапазон измерений. Диапазон измерений может быть настроен на меньший диапазон в соответствии с эксплуатационной документацией на первичный ИП ИК. Рабочий диапазон измерений обусловлен настройками отдельного измерительного канала.

Примечания:

1 Приняты следующие обозначения:

$\Delta$  – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины;

$\gamma$  – приведенная к диапазону измерений погрешность, %;

$\delta$  – относительная погрешность, %;

$t$  – измеренная температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t$  – разница между настроенным минимальным и максимальным значением температуры,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$Q$  – максимальный массовый (объемный) расход природного газа и других газовых сред, кг/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );

$Q_1$  – значение расхода между номинальным и минимальным расходами природного газа и других газовых сред, кг/ч;

$Z_C$  – стабильность нуля, определяемый в соответствии с действующими нормативными документами, кг/ч;

$Q_{изм}$  – измеренное значение объемного расхода газа,  $\text{м}^3/\text{ч}$

2 Приняты следующие сокращения:

НСХ – номинальная статическая характеристика;

ДП – диапазон показаний, в единицах измеряемой величины

3 Пределы допускаемой основной погрешности ИК температуры, ИК напряжения (температуры) приведены для максимального абсолютного значения диапазона измерений температуры. Пределы допускаемой основной погрешности ИК при других значениях измеренной температуры рассчитывают согласно примечанию 4 настоящей таблицы.

4 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам:

– абсолютная  $\Delta_{ИК}$ , в единицах измеряемой величины:

$$\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{пп}^2 + \left( \gamma_{вп} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{100} \right)^2},$$

$$\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{пп}^2 + \Delta_{вп}^2},$$

где  $\Delta_{пп}$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности первичного ИП ИК, в единицах измеряемой величины;

$\gamma_{вп}$  – пределы допускаемой основной приведенной погрешности вторичной части ИК, %;

$X_{\max}$  – значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины;

$X_{\min}$  – значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины;

$\Delta_{вп}$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности вторичной части ИК, в единицах измеряемой величины;

– относительная  $\delta_{IK}$ , %:

$$\delta_{IK} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{pp}^2 + \left( \gamma_{BP} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\text{изм}}} \right)^2},$$

где  $\delta_{pp}$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности первичного ИП ИК, %;  
 $X_{\text{изм}}$  – измеренное значение, в единицах измеряемой величины;  
– приведенная  $\gamma_{IK}$ , %:

$$\gamma_{IK} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{pp}^2 + \gamma_{BP}^2},$$

где  $\gamma_{pp}$  – пределы допускаемой основной приведенной погрешности первичного ИП ИК, %.

5 Для расчета погрешности ИК в условиях эксплуатации:

- приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей измерительных компонентов ИК к единому виду (приведенная, относительная, абсолютная);
- для каждого измерительного компонента ИК рассчитывают пределы допускаемых значений погрешности в условиях эксплуатации путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов.

Пределы допускаемой погрешности измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации  $\Delta_{CI}$  рассчитывают по формуле

$$\Delta_{CI} = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \sum_{i=0}^n \Delta_i^2},$$

где  $\Delta_0$  – пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента;  
 $\Delta_i$  – погрешности измерительного компонента от  $i$ -го влияющего фактора в условиях эксплуатации при общем числе  $n$  учитываемых влияющих факторов.

Для каждого ИК рассчитывают границы, в которых с вероятностью, равной 0,95, должна находиться его погрешность в условиях эксплуатации, по формуле

$$\Delta_{IK} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{j=0}^k (\Delta_{CIj})^2},$$

где  $\Delta_{CIj}$  – пределы допускаемых значений погрешности  $\Delta_{CI}$   $j$ -го измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации.