



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная АСУТП ТСП № 2 тит. 072/2 АО «ТАНЕКО»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2010/2-311229-2023

г. Казань
2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную АСУТП ТСП № 2 тит. 072/2 АО «ТАНЕКО» (далее – ИС), заводской № 072/2, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 В результате поверки ИС подтверждают метрологические характеристики, приведенные в приложении А.

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 пунктам 10.2 и 10.4 настоящей методики поверки.

1.4 Если очередной срок поверки первичных ИП из состава ИС наступает до очередного срока поверки ИС, или появилась необходимость периодической или внеочередной поверки первичных ИП, то поверяют только этот первичный ИП, при этом внеочередную поверку ИС не проводят.

1.5 ИС прослеживается:

– к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) 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 Росстандарта от 1 октября 2018 года № 2091;

– к Государственным первичным эталонам государственных поверочных схем средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП, входящих в состав ИК ИС (при условии, что средства измерений, применяемых в качестве первичных ИП, входящих в состав ИК ИС, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению).

1.6 Допускается проведение поверки ИС в части отдельных ИК в соответствии с заявлением владельца ИС, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Проверка результатов поверки первичных ИП, входящих в состав ИК ИС	Да	Да	10.1
Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА в значение измеряемого параметра	Да	Да	10.2
Определение основной погрешности ИК ИС	Да	Да	10.3
Определение основной приведенной погрешности ИК воспроизведения аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА	Да	Да	10.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.5
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

Примечание – При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки ИС прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в местах установки вторичной части ИК от плюс 15 до плюс 25 °C;
- относительная влажность воздуха в местах установки вторичной части ИК от 20 до 80 %, в местах установки первичных ИП ИК не более 95 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации ИС, руководства по эксплуатации средств поверки, прошедшие инструктаж по охране труда и инструктаж по технике безопасности в установленном порядке, изучившие требования безопасности, действующие на территории АО «ТАНЕКО».

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 8, 9, 10	Средство измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений от плюс 15 до плюс 25 °C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °C	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды, диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±5 %	
	Средство измерений атмосферного давления, диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,5 кПа	
10.2, 10.4	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 1 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»; соотношение показателей точности эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор давления портативный Метран-517 (регистрационный номер 39151-12 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа (зарегистрированные в ФИФОЕИ), а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

5.3 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав средств измерений и комплектность ИС;

- наличие паспортов (формуляров) на первичные ИП, входящих в состав ИС;
- отсутствие механических повреждений ИС, препятствующих ее применению;
- четкость надписей и обозначений на маркировочных табличках ИС и средств измерений, входящих в состав ИС;
- наличие и целостность пломб средств измерений, входящих в состав ИС.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- состав средств измерений и комплектность ИС соответствуют описанию типа и паспорту ИС;
- имеются паспорта (формуляры) на средства измерений, входящие в состав ИС;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты ИС, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на маркировочных табличках ИС и средств измерений, входящих в состав ИС, четкие и хорошо читаемые;
- средства измерений, входящие в состав ИС, опломбированы в соответствии с описаниями типа и (или) эксплуатационными документами данных средств измерений.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию ИС;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и ИС устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- устанавливают соответствие параметров конфигурации ИС данным, зафиксированным в описании типа и эксплуатационных документах ИС.

8.2 Средства поверки и комплексный компонент ИС выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

8.3 Приводят ИС в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационными документами. Проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы вторичной части ИК ИС.

8.4 Допускается проводить проверку работоспособности ИС одновременно с определением метрологических характеристик по пункту 10 настоящей методики поверки.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на мониторе рабочей станции.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем сравнения идентификационных данных прикладного 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 эксплуатационной документацией на ИС.

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

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

10.1 Проверка результатов поверки первичных ИП, входящих в состав ИК ИС

Проверяют наличие сведений о поверке средств измерений в ФИФОЕИ, применяемых в качестве первичных ИП ИК ИС.

10.2 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА в значение измеряемого параметра

10.2.1 Отключают первичный ИП (при наличии) от вторичной части ИК. Ко вторичной части ИК подключают калибратор, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.2.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

10.2.3 Считывают значения входного сигнала с монитора операторской станции управления и в каждой реперной точке рассчитывают основную приведенную погрешность преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА в значение измеряемого параметра $\gamma_{I_{\text{вх}}}$, %, по формуле

$$\gamma_{I_{\text{вх}}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИС в i-ой контрольной точке, мА;

$I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в i-ой контрольной точке, мА.

10.2.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то:

а) при линейной функции преобразования значение силы постоянного тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (2)$$

где X_{max} – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 4 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, считывающее с монитора рабочей станции и соответствующее заданному калибратором аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;

б) при функции преобразования значение силы постоянного тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \left(\frac{4 \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}})}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \right)^2 + 4. \quad (3)$$

10.3 Определение основной погрешности ИК ИС

При наличии сведений о поверке в ФИФОЕИ, подтверждающих пригодность первичных ИП¹⁾, входящих в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по пункту 10.2 настоящей методики поверки основная погрешность ИК ИС не превышает пределов, указанных в приложении А.

¹⁾ Погрешности первичных ИП не должны превышать значений, указанных в приложении А.

10.4 Определение основной приведенной погрешности ИК воспроизведения аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА

10.4.1 Отключают управляемое устройство от вторичной части ИК и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим измерения сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.4.2 С операторской станции управления задают не менее пяти значений управляемого параметра. В качестве реперных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона выходного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА.

10.4.3 С экрана калибратора считывают значения воспроизводимого аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА и в каждой реперной точке рассчитывают основную приведенную погрешность ИК воспроизведения аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА $\gamma_{I_{\text{вых}}}$, %, по формуле

$$\gamma_{I_{\text{вых}}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (4)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы тока, соответствующее воспроизводимому параметру ИС в i-ой контрольной точке, мА.

10.4.4 Если показания ИС нельзя просмотреть в мА, то при линейной функции преобразования значение силы тока $I_{\text{зад}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{зад}} = \frac{16}{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}} \cdot (Y_{\text{зад}} - Y_{\text{мин}}) + 4, \quad (5)$$

где Y_{max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

Y_{min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

$Y_{\text{зад}}$ – значение воспроизводимого параметра, считываемое с монитора операторской станции управления, в единицах измеряемой величины.

10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

ИС соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки ИС считаются положительными, если:

– получены положительные результаты поверки по пунктам 7 – 9 настоящей методики поверки;

– первичные ИП, входящие в состав ИК ИС, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению;

– рассчитанные по формуле (1) значения основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА в значение измеряемого параметра не выходят за пределы, указанные в приложении А;

– рассчитанные по формуле (4) значения основной приведенной погрешности ИК воспроизведения аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА не выходят за пределы, указанные в приложении А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки, технологической позиции ИК.

11.2 Результаты поверки оформляют в соответствии с порядком, утвержденным

законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца ИС или лица, представившего ее на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке ИС (знак поверки наносится на свидетельство о поверке ИС), при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению ИС.

11.4 Пломбирование ИС не предусмотрено.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики ИК ИС

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
		Первичный ИП			Вторичный ИП		
Наимено- вание 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
1	2	3	4	5	6	7	8
ИК давления	от 0 до 0,25 МПа	$\gamma: \pm 0,33\%$	EJA 430 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 0 до 0,25 МПа	$\gamma: \pm 0,33\%$	EJA 530 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 0 до 245,17 кПа; от 0 до 250 кПа; от 0 до 400 кПа; от 0 до 600 кПа; от 0 до 800 кПа; от 0 до 980,67 кПа; от 0 до 1 МПа; от 0 до 1,6 МПа; от 0 до 2 МПа	$\gamma: \pm 0,33\%$	EJX 530 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25\%$	HiC2025	AAI143 или SAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 0 до 0,6 МПа	$\gamma: \pm 0,2\%$	Сапфир-22МП- ВН (от 4 до 20 мА)	$\gamma': \pm 0,1\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
ИК перепада давления	от 0 до 0,016 МПа; от 0 до 100 кПа	$\gamma: \pm 0,33\%$	EJX 110 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК перепада давления	от 0 до 160 кПа	$\gamma: \pm 0,2\%$	Сапфир-22МП- ВН (от 4 до 20 мА)	$\gamma': \pm 0,1\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
ИК уровня ¹⁾	от 0 до 18900 мм	$\Delta: \pm 31,36\text{ мм}$	VEGAPULS 62 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 3\text{ мм}$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 0 до 18943 мм	$\Delta: \pm 31,43\text{ мм}$					
	от 0 до 18950 мм	$\Delta: \pm 31,45\text{ мм}$					
	от 0 до 19100 мм	$\Delta: \pm 31,69\text{ мм}$					
	от 0 до 19134 мм	$\Delta: \pm 31,75\text{ мм}$					
	от 28 до 19128 мм	$\Delta: \pm 31,69\text{ мм}$					
	от 34 до 19134 мм	$\Delta: \pm 31,69\text{ мм}$					
	от 138 до 19238 мм	$\Delta: \pm 31,69\text{ мм}$					
ИК уровня ¹⁾	от 184 до 19284 мм	$\Delta: \pm 31,69\text{ мм}$	VEGAFLEX 61 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 3\text{ мм}$	HiC2025	AAI143 или SAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 80 до 3880 мм	$\Delta: \pm 7,09\text{ мм}$					
	от 80 до 3800 мм	$\Delta: \pm 6,97\text{ мм}$					
	от 240 до 2040 мм	$\Delta: \pm 4,44\text{ мм}$					
	от 1065 до 3300 мм	$\Delta: \pm 4,95\text{ мм}$					
	от 1225 до 3300 мм	$\Delta: \pm 4,76\text{ мм}$					
	от 0 до 750 мм	$\gamma: \pm 0,33\%$	VEGACAL 63 (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25\%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$
	от 0 до 845 мм						
ИК объемного расхода	от 0 до 2 м ³ /ч; от 0 до 200 м ³ /ч; от 0 до 250 м ³ /ч	см. примечание 3	YEWFLO DY (от 4 до 20 мА)	в зависимости от D_u δ: – жидкость: а) 25 мм: $\pm 1,0\%$ при $20000 \leq Re < 1500D$ и $\pm 0,75\%$ при $1500D \leq Re$; б) от 150 до 400 мм: $\pm 1,0\%$ при $40000 \leq Re < 1000D$ и $\pm 0,75\%$ при $1000D \leq Re$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15\%$

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК температуры	от -50 до +150 °C	Δ: ±1,23 °C	ТСП Метран-256 (HCX Pt 100) ПИ 644 (от 4 до 20 мА)	ТСП Метран-256: Δ: $\pm(0,3+0,005 \cdot t) ^\circ\text{C}$; ПИ 644: Δ: ±0,15 °C (цифровой сигнал) и γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -40 до +120 °C	Δ: ±3,77 °C	ТХА Метран-241 (HCX K) ПИ 644 (от 4 до 20 мА)	ТХА Метран-241: Δ: ±3,25 °C; ПИ 644: Δ: ±0,5 °C (цифровой сигнал) и γ: ±0,03 % (ЦАП);	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -40 до +150 °C	Δ: ±3,78 °C		Δ: ±0,5 °C (компенсация температуры холодных концов)			
	от -50 до +120 °C	Δ: ±1,06 °C	ТСП Метран-246 (HCX Pt 100) ПИ 644 (от 4 до 20 мА)	ТСП Метран-246: Δ: $\pm(0,3+0,005 \cdot t) ^\circ\text{C}$; ПИ 644: Δ: ±0,15 °C (цифровой сигнал) и γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до +150 °C	Δ: ±1,23 °C	ТСПТ (HCX Pt 100) ПИ 644 (от 4 до 20 мА)	ТСПТ: Δ: $\pm(0,3+0,005 \cdot t) ^\circ\text{C}$; ПИ 644: Δ: ±0,15 °C (цифровой сигнал) и γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -40 до +120 °C	Δ: ±1,1 °C	ТСП 002 (HCX Pt 100) ИПМ 0399 (от 4 до 20 мА)	ТСП 002: Δ: $\pm(0,3+0,005 \cdot t) ^\circ\text{C}$; ИПМ 0399: γ: $\pm(0,2/\Delta t \cdot 100 + 0,1) \%$	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК температуры	от 0 до +50 °C	Δ: ±0,45 °C	Метран-286 (от 4 до 20 мА)	Δ: ±0,4 °C или γ: ±0,15 % (берут большее значение)	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до +150 °C	Δ: ±0,51 °C					
	от -50 до +150 °C	Δ: ±0,55 °C					
	от 0 до +120 °C	Δ: ±0,49 °C	ПТ Метран-286 (от 4 до 20 мА)	Δ: ±0,4 °C или γ: ±0,15 % (берут большее значение)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до +200 °C	Δ: ±0,61 °C					
	от -50 до +100 °C	Δ: ±0,95 °C	TC 65 (HCX Pt 100) ПИ 248 (от 4 до 20 мА)	TC 65: Δ: ±(0,3+0,005· t) °C; ПИ 248: γ: ±0,1 % или Δ: ±0,2 °C (берут большее значение)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до +150 °C	Δ: ±0,64 °C					
	от 0 до +100 °C	Δ: ±0,48 °C	ТСП 65 (HCX Pt 100) ПИ 248 (от 4 до 20 мА)	ТСП 65: Δ: ±(0,15+0,002· t) °C; ПИ 248: γ: ±0,1 % или Δ: ±0,2 °C (берут большее значение)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до +60 °C	Δ: ±0,39 °C					
	от 0 до +100 °C	Δ: ±0,46 °C	ТСП 65 (HCX Pt 100) Rosemount 248 (от 4 до 20 мА)	ТСП 65: Δ: ±(0,15+0,002· t) °C; Rosemount 248: γ: ±0,15 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до +200 °C	Δ: ±0,77 °C					
	от 0 до +50 °C	Δ: ±0,62 °C	ТСП-02 (HCX Pt 100) Rosemount 248 (от 4 до 20 мА)	ТСП-02: Δ: ±(0,3+0,005· t) °C; Rosemount 248: γ: ±0,15 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до +100 °C	Δ: ±0,92 °C					

1	2	3	4	5	6	7	8	
ИК НКПР	от 0 до 50 % НКПР (C ₃ H ₈ , CH ₄) (шкала от 0 до 50 % НКПР (C ₉ H ₂₀))	Δ: ±5,51 % НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР включ.)	ULTIMA XIR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР включ.)	—	SAI143	γ: ±0,1 %	
	от 0 до 50 % НКПР (C ₃ H ₈) (шкала от 0 до 50 % НКПР (C ₉ H ₂₀ , C ₈ H ₁₈ , пары нефтепродуктов))	Δ: ±5,51 % НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР включ.)	Dräger Polytron 2IR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР (в диапазоне от 0 до 50 % НКПР включ.)	—	SAI143	γ: ±0,1 %	
	от 0 до 50 % НКПР (диапазон показаний от 0 до 100 % НКПР) (пары нефтепродуктов)	Δ: ±5,51 % НКПР	ДГС ЭРИС-210IR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР	HiC2025		γ: ±0,15 %	
	от 0 до 50 % НКПР (диапазон показаний от 0 до 100 % НКПР) (C ₉ H ₂₀)	Δ: ±5,51 % НКПР		Δ: ±5 % НКПР	—	SAI143	γ: ±0,1 %	
	от 0 до 50 % НКПР (диапазон показаний от 0 до 100 % НКПР) (C ₈ H ₁₈)	Δ: ±3,31 % НКПР		Δ: ±3 % НКПР	—		γ: ±0,15 %	
	от 0 до 50 % НКПР (диапазон показаний от 0 до 100 % НКПР) (C ₉ H ₂₀)	Δ: ±5,51 % НКПР	ДГС ЭРИС-210IR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР	—		γ: ±0,1 %	
	ИК силы тока	от 4 до 20 мА	γ: ±0,15 %	—	—	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	γ: ±0,1 %	—	SAI143			γ: ±0,1 %		

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК воспроизведения силы тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,32 \%$	—	—	HiC2031	AAI543	$\gamma: \pm 0,32 \%$
		$\gamma: \pm 0,3 \%$					$\gamma: \pm 0,3 \%$

¹⁾ Шкала ИК установлена в ИС в процентах (от 0 до 100 %).

П р и м е ч а н и я

1 Приняты следующие сокращения и обозначения:

НСХ – номинальная статическая характеристика;

ЦАП – цифро-аналоговое преобразование;

Δ – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины;

δ – относительная погрешность, %;

γ – приведенная погрешность, % (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений);

γ' – приведенная погрешность, % (нормирующим значением принял верхний предел диапазона измерений);

t – измеренная температура, °C;

Δt – настроенный диапазон температур, °C;

D – внутренний диаметр детектора, мм;

Dу – диаметр условного прохода, мм;

Re – число Рейнольдса;

CH₄ – химическая формула метана;

C₃H₈ – химическая формула пропана;

C₈H₁₈ – химическая формула октана;

C₉H₂₀ – химическая формула нонана.

2 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам:

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

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

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

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

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

– относительная $\delta_{ИК}$, %

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

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

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

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

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

где $\gamma'_{пп}$ – пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности первичного ИП ИК, %.

3 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 рассчитывают по формуле

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

где Δ_0 – пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента, в единицах измерений измеряемой величины;
 Δ_i – погрешности измерительного компонента от i -го влияющего фактора в условиях эксплуатации при общем числе n учитываемых влияющих факторов, в единицах измерений измеряемой величины.

1

2

3

4

5

6

7

8

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

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

где $\Delta_{СИj}$ – пределы допускаемых значений погрешности $\Delta_{СИ}$ j-го измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации, в единицах измерений измеряемой величины.