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
«13» октября 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная АСУТП установки замедленного коксования тит. 091/12 АО «ТАНЕКО»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1310/2-311229-2023

г. Казань
2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную АСУТП установки замедленного коксования тит. 091/12 АО «ТАНЕКО» (далее – ИС), заводской № 091/12, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Поверка ИС проводится поэлементно:

– поверка первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав ИС, осуществляется в соответствии с их методиками поверки;

– вторичную («электрическую») часть ИС поверяют на месте эксплуатации ИС в соответствии с настоящей методикой поверки;

– метрологические характеристики измерительных каналов (далее – ИК) ИС определяют в соответствии с настоящей методикой поверки.

1.3 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 $1\cdot10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта от 1 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1\cdot10^{-16}$ до 100 А»;

– 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, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению).

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

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

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1. При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (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	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (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 пределов основной погрешности ИК ИС	Да	Да	10.3
Определение основной приведенной погрешности ИК генерирования 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 поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха в местах установки вторичной части ИК, °С — от 15 до 25

– относительная влажность, % — от 20 до 80

– атмосферное давление, кПа — от 84 до 106

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

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7–10	Средство измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений от плюс 15 до плюс 30 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °С	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (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	
8, 10.2, 10.4	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной 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 использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа (зарегистрированные в ФИФОЕИ), 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

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 поверки по пункту 7 считают положительными, если:

– состав СИ и комплектность ИС соответствуют описанию типа и паспорту ИС;

– имеются паспорта (формуляры) на средства измерений, входящие в состав ИС;

– отсутствуют механические повреждения 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;

– средства поверки выдерживают при температуре, указанной в разделе 3, не менее двух часов;

– 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 поверки по пункту 8 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 по пункту 9 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 информацию о результатах поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

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

$$\gamma_{I\text{вх}}=\frac{I_{\text{изм}}-I_{\text{эт}}}{16}\cdot 100, \tag{1}$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы 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

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

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, соответствующее заданному калибратором аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора рабочей станции;

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

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

10.3 **Определение пределов основной погрешности ИК ИС**

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

– первичные ИП ИК ИС поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и имеют положительные результаты поверки (при наличии в составе ИК первичного ИП);

– погрешность вторичной части ИК ИС в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

10.4 **Определение основной приведенной погрешности ИК генерирования 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 контрольных 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 генерирования аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА $\gamma_{I\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{I_{вых}} = \frac{I_{зад} - I_{эт}}{16} \cdot 100, \tag{4}$$

где $I_{зад}$ – значение силы постоянного 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 постоянного тока $I_{зад}$, мА, рассчитывают по формуле

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

где Y_{max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

Y_{min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

$Y_{изм}$ – значение воспроизводимого параметра, в единицах измеряемой величины. Считывают с монитора операторской станции управления.

10.5 **Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

ИС соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки ИС считают 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 генерирования 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 поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

11.2 Результаты поверки оформляют в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и протокол поверки 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
(справочное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики ИК 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 искрозащиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности[1)]
1	2	3	4	5	6	7	8
ИК давления	от 0 до 160 кПа	γ: ±0,33 %	Сапфир-22МП-ВН-ДИ (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 250 кПа; от 0 до 300 кПа; от 0 до 400 кПа; от 0 до 2,5 МПа	γ: ±0,24 %		γ: ±0,15 %			
	от 0 до 500 кПа; от 0 до 600 кПа; от 0 до 1 МПа; от 0 до 1,6 МПа; от 0 до 2,5 МПа; от 0 до 4 МПа; от 0 до 6 МПа	γ: ±0,2 %		γ: ±0,1 %			
	от -2,5 до 2,5 кПа	γ: ±0,28 %	Сапфир-22МП-ВН-ДИВ (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,2 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -6 до 6 кПа	γ: ±0,24 %		γ: ±0,15 %			
	от 0 до 160 кПа;	γ: ±0,33 %	EJX 530A (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 250 кПа; от 0 до 400 кПа; от 0 до 600 кПа; от 0 до 1 МПа; от 0 до 1,6 МПа; от 0 до 2 МПа; от 0 до 6 МПа	γ: ±0,58 %		γ: ±0,5 %			

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК давления	от -1 до 1,5 Мпа; от 0 до 5 МПа	γ: ±0,33 %	PAS-R (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
ИК перепада давления	от 0 до 0,16 кПа	γ: ±0,28 %	Сапфир-22МП-ВН-ДД (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,2 %	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 4,35 кПа; от 0 до 18,49 кПа; от 0 до 25 кПа; от 0 до 31,07 кПа	γ: ±0,24 %		γ: ±0,15 %			
	от 0 до 16 кПа; от 0 до 50 кПа; от 0 до 63 кПа; от 0 до 167,45 кПа	γ: ±0,2 %		γ: ±0,1 %			
	от -100 до 100 кПа	γ: ±0,33 %	EJA 110E (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -100 до 100 кПа; от -10 до 10 кПа; от 0 до 1,6 МПа	γ: ±0,33 %	EJX 110A (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -100 до 100 кПа; от 0 до 34,25 кПа	γ: ±0,58 %		γ: ±0,5 %	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -100 до 10 Па; от -160 до 10 Па; от -400 до 10 Па; от -600 до 10 Па; от -630 до 10 Па; от -100 до 16 Па; от -60 до 30 Па; от -600 до 100 Па	γ: ±0,33 %	EJX 120A (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 100 Па	γ: ±0,18 %	EJX 910A (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,04 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК массового расхода	от 0 до 5000 кг/ч; от 0 до 5500 кг/ч; от 0 до 16000 кг/ч	См. примечание 3	YEWFLO DY (от 4 до 20 мА)	Жидкость: – 25 мм: δ: ±2,0 % при 20000≤Re<1500D, δ: ±1,5 % при 1500D≤Re; – от 40 до 100 мм: δ: ±2,0 % при 20000≤Re<1000D, δ: ±1,5 % при 1000D≤Re; – от 150 до 400 мм: δ: ±2,0 % при 40000≤Re<1000D, δ: ±1,5 % при 1000D≤Re; Пар: δ: ±2,0 % для V≤35 м/с, δ: ±2,5 % для 35<V≤80 м/с	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 70000 кг/ч; от 0 до 800000 кг/ч	См. примечание 3	Promass F500 (от 4 до 20 мА)	δ: ±0,35 %	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 70000 кг/ч; от 0 до 180000 кг/ч; от 0 до 350000 кг/ч; от 0 до 800000 кг/ч			δ: ±0,1 %		AAI143	
	от 0 до 1250 кг/ч; от 0 до 2500 кг/ч; от 0 до 12500 кг/ч	См. примечание 3	3051SFC (от 4 до 20 мА)	δ: ±1,45 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 5700 кг/ч	См. примечание 3	OPTIMASS 6400 (от 4 до 20 мА)	δ: ±0,1 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 3000 кг/ч	См. примечание 3	TMU-R (от 4 до 20 мА)	δ: $\pm\left(0{,}5 + \frac{Z}{Q_M}100\right)$ %	–	AAI143	γ: ±0,1 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК объемного расхода	от 0 до 1600 м^3/ч	См. примечание 3	OPTISONIC 6300 (от 4 до 20 мА)	δ: ±1 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 10500 м^3/ч; от 0 до 13500 м^3/ч	См. примечание 3	XGF868i (от 4 до 20 мА)	δ: ±1,4 %; γ_{AO}: ±0,1 %	–	AAI143	γ: ±0,1 %
	от 0 до 800 м^3/ч	См. примечание 3	3051SFC (от 4 до 20 мА)	δ: ±2,35 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 2,5 м^3/ч; от 0 до 20 м^3/ч; от 0 до 40 м^3/ч; от 0 до 45 м^3/ч; от 0 до 60 м^3/ч; от 0 до 100 м^3/ч; от 0 до 150 м^3/ч; от 0 до 200 м^3/ч	См. примечание 3	OPTISONIC 3400 (от 4 до 20 мА)	δ: ±0,3 %	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 2,828 до 282,74 м^3/ч	См. примечание 3	ADMAG AXF (от 4 до 20 мА)	Δ: ±(от 0,5 до 8,5) мм/с при V<0,15 м/с; δ: ±0,35 % при 0,15≤V<10 м/с	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0,707 до 70,68 м^3/ч; от 1,81 до 180,95 м^3/ч; от 2,828 до 282,74 м^3/ч; от 6,362 до 636,1 м^3/ч; от 11,31 до 1130,9 м^3/ч				–		γ: ±0,1 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК объемного расхода	от 0 до 5 м^3/ч; от 0 до 6,3 м^3/ч; от 0 до 18 м^3/ч; от 0 до 20 м^3/ч; от 0 до 40 м^3/ч; от 0 до 80 м^3/ч; от 0 до 125 м^3/ч; от 0 до 1100 м^3/ч; от 0 до 4350 м^3/ч	См. примечание 3	YEWFLO DY (от 4 до 20 мА)	Жидкость: – 15 мм: δ: ±1,0 % при 20000≤Re<2000DN, δ: ±0,75 % при 2000DN≤Re; – 25 мм: δ: ±1,0 % при 20000≤Re<1500DN, δ: ±0,75 % при 1500DN≤Re; – от 40 до 100 мм: δ: ±1,0 % при 20000≤Re<1000DN, δ: ±0,75 % при 1000DN≤Re; – от 150 до 400 мм: δ: ±1,0 % при 40000≤Re<1000DN, δ: ±0,75 % при 1000DN≤Re; Газ и пар: δ: ±1,0 % для V≤35 м/с, δ: ±1,5 % для 35<V≤80 м/с	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 10 м^3/ч; от 0 до 20 м^3/ч; от 0 до 25 м^3/ч; от 0 до 32 м^3/ч; от 0 до 40 м^3/ч; от 0 до 50 м^3/ч; от 0 до 56 м^3/ч; от 0 до 60 м^3/ч; от 0 до 63 м^3/ч; от 0 до 80 м^3/ч; от 0 до 100 м^3/ч; от 0 до 120 м^3/ч; от 0 до 125 м^3/ч; от 0 до 160 м^3/ч;	См. примечание 3	FLUXUS (от 4 до 20 мА)	Жидкость: δ: ±(2,0+0,1/V) % при V<0,5 м/с; δ: ±1,0 % при V≥0,5 м/с; Газ: δ: ±2,0 %	–	AAI143 или SAI143	γ: ±0,1 %

<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td>ИК объемного расхода</td><td>от 0 до 200 м³/ч;
от 0 до 320 м³/ч;
от 0 до 400 м³/ч;
от 0 до 600 м³/ч</td><td>См. примечание 3</td><td>FLUXUS
(от 4 до 20 мА)</td><td>Жидкость:
δ: ±(2,0+0,1/V) %
при V<0,5 м/с;
δ: ±1,0 % при V≥0,5 м/с;
Газ:
δ: ±2,0 %</td><td>–</td><td>AAI143 или SAI143</td><td>γ: ±0,1 %</td></tr>
<tr><td rowspan="25">ИК уровня[2)]</td><td>от 1150 до 22150 мм</td><td>Δ: ±35,75 мм</td><td rowspan="2">VEGAPULS 66
(от 4 до 20 мА)</td><td rowspan="2">Δ: ±8 мм</td><td rowspan="2">HiC2025</td><td rowspan="2">AAI143 или SAI143</td><td rowspan="2">γ: ±0,15 %</td></tr>
<tr><td>от 1700 до 4600 мм</td><td>Δ: ±10,02 мм</td></tr>
<tr><td>от 160 до 1110 мм</td><td>Δ: ±2,71 мм</td><td rowspan="23">VEGAFLEX 81
(от 4 до 20 мА)</td><td rowspan="13">Δ: ±2 мм</td><td rowspan="23">HiC2025</td><td rowspan="23">AAI143 или SAI143</td><td rowspan="23">γ: ±0,15 %</td></tr>
<tr><td>от 160 до 1440 мм</td><td>Δ: ±3,05 мм</td></tr>
<tr><td>от 160 до 1800 мм</td><td>Δ: ±3,49 мм</td></tr>
<tr><td>от 270 до 3970 мм</td><td>Δ: ±6,49 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2130 мм</td><td>Δ: ±3,7 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2430 мм</td><td>Δ: ±4,11 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2980 мм</td><td>Δ: ±4,9 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 3030 мм</td><td>Δ: ±4,97 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 4830 мм</td><td>Δ: ±7,05 мм</td></tr>
<tr><td>от 630 до 2610 мм</td><td>Δ: ±3,94 мм</td></tr>
<tr><td>от 1200 до 4050 мм</td><td>Δ: ±5,2 мм</td></tr>
<tr><td>от 1750 до 3450 мм</td><td>Δ: ±3,57 мм</td></tr>
<tr><td>от 1750 до 3900 мм</td><td>Δ: ±4,18 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 830 мм</td><td>Δ: ±5,57 мм</td><td rowspan="10">Δ: ±5 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 1330 мм</td><td>Δ: ±5,75 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 1730 мм</td><td>Δ: ±5,97 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 1780 мм</td><td>Δ: ±6 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 1830 мм</td><td>Δ: ±6,04 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2080 мм</td><td>Δ: ±6,22 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2130 мм</td><td>Δ: ±6,26 мм</td></tr>
<tr><td>от 330 до 2430 мм</td><td>Δ: ±6,51 мм</td></tr>
<tr><td>от 1750 до 3450 мм</td><td>Δ: ±6,18 мм</td></tr>
</table>

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК уровня[2)]	от 330 до 1930 мм	Δ: ±3,44 мм	VEGAFLEX 86 (от 4 до 20 мА)	Δ: ±2 мм	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 1750 до 3500 мм	Δ: ±3,64 мм					
	от 330 до 2130 мм	Δ: ±3,7 мм					
	от 330 до 2330 мм	Δ: ±3,97 мм					
	от 330 до 2730 мм	Δ: ±4,54 мм					
	от 260 до 2760 мм	Δ: ±4,68 мм					
	от 330 до 4530 мм	Δ: ±7,28 мм					
	от 330 до 4630 мм	Δ: ±7,43 мм					
	от 330 до 4930 мм	Δ: ±7,91 мм					
	от 330 до 5980 мм	Δ: ±9,58 мм					
	от 330 до 7360 мм	Δ: ±11,76 мм					
	от 330 до 930 мм	Δ: ±5,59 мм		Δ: ±5 мм			
	от 330 до 980 мм	Δ: ±5,61 мм					
	от 330 до 1030 мм	Δ: ±5,62 мм					
	от 270 до 1270 мм	Δ: ±5,75 мм			HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 330 до 1580 мм	Δ: ±5,88 мм					
	от 330 до 1830 мм	Δ: ±6,04 мм					
	от 1750 до 3500 мм	Δ: ±6,22 мм					
	от 1450 до 6000 мм	Δ: ±7,83 мм	VEGAPULS 63 (от 4 до 20 мА)	Δ: ±2 мм	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от 150 до 2850 мм	Δ: ±5,55 мм	LLT-MS (от 4 до 20 мА)	Δ: ±3 мм	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
ИК температуры	от -50 до 120 °C	Δ: ±1,11 °C	TC-1388 (НСХ Pt100) ИПМ 0399/М0-Н (от 4 до 20 мА)	TC-1388: Δ: ±(0,3+0,005·|t|) °C; ИПМ 0399/М0-Н: Δ: ±(0,2+0,001·Δt) °C	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до 150 °C	Δ: ±1,28 °C					
	от -50 до 500 °C	γ: ±0,24 %	Метран-286 (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,15 % или Δ: ±0,4 °C (выбирают большее значение)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до 100 °C	γ: ±0,35 %	ТПУ 0304 (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,25 %	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК температуры	от -40 до 150 °С	Δ: ±1,48 °С	КТХА Ex (НСХ K) Rosemount 644 (от 4 до 20 мА)	КТХА Ex: Δ: ±1,1°С; Rosemount 644: Δ: ±0,5°С; Δ: ±0,5 °С (КХС); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -40 до 150 °С	Δ: ±3,54 °С	КТХА Ex (НСХ K) TMT182 (от 4 до 20 мА)	КТХА Ex: Δ: ±1,1°С; TMT182: γ: ±0,08 % или Δ: ±0,5 °С (выбирают большее значение); Δ: ±1°С (КХС)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от -50 до 150 °С	Δ: ±0,64 °С	ТСПТ Ex (НСХ Pt100) TMT82 (от 4 до 20 мА)	ТСПТ Ex: Δ: ±(0,15+0,002·|t|) °С; TMT82: Δ: ±0,14 °С (АЦП); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 150 °С	Δ: ±1,2 °С	TC-1388 (НСХ Pt100) TMT82 (от 4 до 20 мА)	TC-1388: Δ: ±(0,3+0,005·|t|) °С; TMT82: Δ: ±0,14 °С (АЦП); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 100 °С	Δ: ±0,51 °С	TC-1388 (НСХ Pt100) YTA610 (от 4 до 20 мА)	TC-1388: Δ: ±(0,15+0,002·|t|) °С; YTA610: Δ: ±0,14 °С (АЦП); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 100 °С	Δ: ±0,51 °С	CSI (НСХ Pt100) YTA610 (от 4 до 20 мА)	CSI: Δ: ±(0,15+0,002·|t|) °С; YTA610: Δ: ±0,14 °С (АЦП); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК температуры	от -40 до 150 °C	Δ: ±1,52 °C	КТХА Ex (НСХ K) Метран-2700ЕТ (от 4 до 20 мА)	КТХА Ex: Δ: ±1,1 °C; Метран-2700ЕТ: Δ: ±0,5°C; Δ: ±0,5 °C (КХС); γ: ±0,05 % (ЦАП)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 1000 °C	Δ: ±4,93 °C	КТХА Ex (НСХ K) PR5335D (от 4 до 20 мА)	КТХА Ex: Δ: ±0,004·|t| °C; PR5335D: Δ: ±0,5 °C (АЦП); γ: ±0,05+0,025 % (ЦАП); Δ: ±0,5 °C (КХС)	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 50 °C;	Δ: ±0,34 °C	TR/TMT82 (НСХ Pt100 / от 4 до 20 мА)	TR/TMT82: от -50 до 250 °C Δ: ±(0,15+0,002·|t|) °C; св. 250 до 400 °C Δ: ±(0,3+0,005·|t|) °C; Δ: ±0,14 °C (АЦП); γ: ±0,03 % (ЦАП)	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ: ±0,15 %
	от 0 до 100 °C	Δ: ±0,46 °C					
	от 0 до 150 °C	Δ: ±0,59 °C					
	от 0 до 180 °C	Δ: ±0,67 °C					
	от 0 до 200 °C	Δ: ±0,73 °C					
	от 0 до 250 °C	Δ: ±0,86 °C					
	от 0 до 300 °C	Δ: ±2,06 °C					
	от 0 до 350 °C	Δ: ±2,35 °C					
	от 0 до 400 °C	Δ: ±2,64 °C					
	от 0 до 500 °C	Δ: ±3,21 °C					
	от -50 до 100 °C	Δ: ±0,51 °C					
	от -50 до 150 °C	Δ: ±0,64 °C					
	от -50 до 400 °C	Δ: ±2,66 °C					
	от -196 до 600 °C	Δ: ±3,89 °C					

<table>
<tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th></tr>
<tr><td rowspan="9">ИК темпера-туры</td><td>от 0 до 150 °C</td><td>Δ: ±0,59 °C</td><td rowspan="2">TR65/TMT82 (НСХ Pt100 / от 4 до 20 мА)</td><td rowspan="2">TR65/TMT82:
Δ: ±(0,15+0,002·|t|) °C;
Δ: ±0,14°C (АЦП);
γ: ±0,03 % (ЦАП)</td><td rowspan="2">HiC2025</td><td rowspan="2">SAI143</td><td rowspan="2">γ: ±0,15 %</td></tr>
<tr><td>от -50 до 150 °C</td><td>Δ: ±0,64 °C</td></tr>
<tr><td>от 0 до 450 °C</td><td>Δ: ±4,68 °C</td><td rowspan="7">TC/TMT82 (НСХ K / от 4 до 20 мА)</td><td rowspan="7">TC/TMT82:
Δ: ±(1,5+0,004·|t|) °C;
Δ: ±0,32°C (АЦП);
γ: ±0,03 % (ЦАП);
Δ: ±(0,3+0,005·|t|) °C (КХС)</td><td rowspan="7">HiC2025</td><td rowspan="7">AAI143 или SAI143</td><td rowspan="7">γ: ±0,15 %</td></tr>
<tr><td>от 0 до 500 °C</td><td>Δ: ±5,03 °C</td></tr>
<tr><td>от 0 до 600 °C</td><td>Δ: ±5,74 °C</td></tr>
<tr><td>от 0 до 800 °C</td><td>Δ: ±7,16 °C</td></tr>
<tr><td>от 0 до 1100 °C</td><td>Δ: ±9,31 °C</td></tr>
<tr><td>от -40 до 600 °C</td><td>Δ: ±5,75 °C</td></tr>
<tr><td>от -40 до 700 °C</td><td>Δ: ±6,46 °C</td></tr>
<tr><td rowspan="5">ИК концент-рации</td><td>от 0 до 500 ppm (продукты неполного сгорания)</td><td>γ: ±6,61 %</td><td>Thermox WDG-V (от 4 до 20 мА)</td><td>γ: ±6 %</td><td>–</td><td>AAI143</td><td>γ: ±0,1 %</td></tr>
<tr><td>от 0 до 10 % (O_2)</td><td>См. примечание 2</td><td>Thermox WDG-V (от 4 до 20 мА)</td><td>δ: ±3%</td><td>–</td><td>SAI143</td><td>γ: ±0,15 %</td></tr>
<tr><td>от 0 до 50 ppm</td><td>γ: ±13,21 %</td><td>АГ4080 (от 4 до 20 мА)</td><td>γ: ±12 %</td><td>–</td><td>AAI143</td><td>γ: ±0,1 %</td></tr>
<tr><td>от 0 до 30 % (O_2)</td><td>См. примечание 2</td><td rowspan="2">ДГС ЭРИС-210ЕС-1 (от 4 до 20 мА)</td><td>δ: ±5%</td><td rowspan="2">–</td><td rowspan="2">SAI143</td><td rowspan="2">γ: ±0,1 %</td></tr>
<tr><td>от 0 до 14 мг/м^3 (H_2S)</td><td>γ: ±16,52 % (в диапазоне измерений от 0 до 7,1 мг/м^3);
δ: ±16,52 % (в диапазоне измерений от 7,1 до 71 мг/м^3)</td><td>γ: ±15 % (в диапазоне измерений от 0 до 7,1 мг/м^3);
δ: ±15 % (в диапазоне измерений от 7,1 до 71 мг/м^3)</td></tr>
</table>

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК концент-рации	от 0 до 14 мг/м^3 (H_2S)	γ: ±11,01 %	ДГС ЭРИС-230ЕС-3 (от 4 до 20 мА)	γ: ±10 %	–	SAI143	γ: ±0,1 %
ИК ДКГГ	от 0 до 100 % НКПР (CH_4; C_3H_8)	Δ: ±5,51 % НКПР	ДГС ЭРИС-210IR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР (в диапазоне измерений от 0 до 50 % НКПР включ.)	–	SAI143	γ: ±0,15 %
		CH_4: Δ: ±4,1 % НКПР; C_3H_8: Δ: ±4,04 % НКПР		Δ: ±(0,02·X+4) % НКПР (в диапазоне измерений св. 50 до 100 % НКПР)			
	от 0 до 100 % НКПР (C_2H_6; C_6H_{14}; пары нефтепродуктов)	Δ: ±5,51 % НКПР	ДГС ЭРИС-210IR (от 4 до 20 мА)	Δ: ±5 % НКПР	–	SAI143	γ: ±0,15 %
ИК силы тока	от 4 до 20 мА	γ: ±0,15 %	–	–	HiC2025	AAI143	γ: ±0,15 %
	от 4 до 20 мА	γ: ±0,15 %	–	–	HiC2025	SAI143	γ: ±0,15 %
ИК генериро-вания силы постоянно-го тока	от 4 до 20 мА	γ: ±0,32 %	–	–	HiC2031	AAI543	γ: ±0,32 %
		γ: ±0,3 %	–	–	–	AAI543	γ: ±0,3 %
		γ: ±0,32 %	–	–	HiC2031	SAI533	γ: ±0,32 %

[1)] Нормированы с учетом погрешностей промежуточных ИП (барьеры искрозащиты) и модулей ввода/вывода сигналов.
[2)] Шкала ИК установлена в ИС в процентах (от 0 до 100 %).

Примечания

1 Приняты следующие обозначения и сокращения:

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

δ – относительная погрешность, %;

Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемой величины;

1	2	3	4	5	6	7	8

Re – число Рейнольдса;
D – диаметр условного прохода, мм;
V – скорость потока, м/с;
Z – стабильность нуля, кг/ч;
$Q_М$ – измеренное значение расхода, кг/ч;
|t| – абсолютное значение температуры, °С;
$\gamma_{АО}$ – предел допускаемой приведенной погрешности аналоговых каналов вывода, %;
Δt – нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего пределов преобразования, °С;
X – объемная доля, $млн^{-1}$;
O_2 – химическая формула кислорода;
H_2S – химическая формула сероводорода;
CH_4 – химическая формула метана;
C_3H_8 – химическая формула пропана;
C_2H_6 – химическая формула этана;
C_6H_{14} – химическая формула гексана;
НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени;
КХС – компенсация холодного спая;
НСХ – номинальная статическая характеристика;
АЦП – аналого-цифровое преобразование;
ЦАП – цифро-аналоговое преобразование.

2 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам:

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

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

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 границы диапазона аналогового сигнала, в единицах измерений измеряемой величины;

– 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, %;

1	2	3	4	5	6	7	8

$X_{изм}$ – 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, %.

1. 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 допускаемых значений погрешности измерительного компонента ИК в условиях эксплуатации рассчитывают $\Delta_{СИ}$ по формуле

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

где Δ_0 – пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента;

Δ_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 $\Delta_{ИК}$ 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.
2.