



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

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная АСУТП установки обратного водоснабжения
тит. 176/2 АО «ТАНЕКО»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2810/1-311229-2025

г. Казань
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную АСУТП установки обратного водоснабжения тит. 176/2 АО «ТАНЕКО» (далее – ИС), заводской № 176/2, и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки ИС подтверждают метрологические характеристики, приведенные в таблице А.2.

1.3 Поверка ИС проводится поэлементно:

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

– вторичную часть ИС поверяют на месте эксплуатации ИС в соответствии с настоящей методикой поверки;

– метрологические характеристики измерительных каналов (далее – ИК) ИС подтверждают поэлементным способом в соответствии с настоящей методикой 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, применяемые 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).

1.6 Допускается проведение поверки отдельных ИК ИС в соответствии с заявлением владельца ИС с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средств измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средств измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средств измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Оформление результатов поверки	11	Да	Да
Примечание – При получении отрицательных результатов 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 ИС от 15 до 25 °С;
- 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 эталоны и средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств 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 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – регистрационный номер) 46434-11)
	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 $\pm 0,5$ кПа	

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2, 10.5	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»	Калибратор токовой петли Fluke 715 (регистрационный номер 29194-05) (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 Применяемые средства измерений должны быть утвержденного типа, 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

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 средств 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 средств 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 3 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 средств 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 поверки по пункту 9.1 считают положительными, если идентификационные данные ПО ИС совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

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

10.1.1 Проверяют наличие сведений о поверке средств измерений, входящих в состав ИК ИС, в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

10.1.2 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если средства измерения, входящие в состав ИК ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

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 ИК и к соответствующему каналу 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 $\gamma_{\text{IВХ}}$, %, по формуле

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

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИС в i -ой контрольной точке, мА;
 $I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока по показаниям калибратора, 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} – значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

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

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора операторской станции управления;

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

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

10.2.5 Результаты поверки по пункту 10.2 считают положительными, если рассчитанная основная приведенная погрешность не выходит за пределы, указанные в Приложении А.

10.3 Определение основной приведенной погрешности ИК генерирования силы тока от 4 до 20 мА

10.3.1 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.

10.3.2 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.

10.3.3 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 силы тока от 4 до 20 мА $\gamma_{\text{Iвых}}$, %, по формуле

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

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

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

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

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;

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

10.3.5 Результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными, если рассчитанные по формуле (4) значения основной приведенной погрешности ИК генерирования силы тока от 4 до 20 мА не выходят за пределы, указанные в Приложении А.

10.4 Определение пределов основной погрешности ИК ИС

10.4.1 При наличии сведений о поверке в ФИФОЕИ, подтверждающих пригодность первичных ИП ИК, и положительных результатах поверки по пункту 10.2 (для первичного ИП с аналоговым входным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), пределы основной погрешности ИК ИС не превышают пределов, указанных в Приложении А.

10.4.2 Результаты поверки по пункту 10.4 считают положительными, если:

– есть сведения о поверке в ФИФОЕИ, подтверждающие пригодность первичных ИП ИК, и их погрешности не превышают значений, указанных в Приложении А;

– результаты поверки по пунктам 10.2 (для первичного ИП с аналоговым входным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), 10.3 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА) положительные.

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

Метрологические характеристики вторичной части ИК ИС приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Метрологические характеристики вторичной части ИК ИС

Тип барьера искрозащиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности
HiC2025	AAI143 или SAI143	$\gamma: \pm 0,15 \%$
—		$\gamma: \pm 0,10 \%$
HiC2031	AAI543	$\gamma: \pm 0,32 \%$
—		$\gamma: \pm 0,30 \%$
Примечание – Принято следующее обозначение: γ – пределы допускаемой приведенной погрешности (нормирующим значением для приведенной погрешности является разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений), %.		

Метрологические характеристики ИК ИС приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики ИК ИС

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Промежуточный ИП, модули ввода/вывода сигналов и обработки данных		
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 60 кПа; от 0 до 1,6 МПа	$\gamma: \pm 0,3 \%$	EJX 530A (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25 \%$	—	AAI143	$\gamma: \pm 0,1 \%$
	от 0 до 1 МПа; от 0 до 1,6 МПа	$\gamma: \pm 0,33 \%$			HiC2025		$\gamma: \pm 0,15 \%$
	от 0 до 1 МПа	$\gamma: \pm 0,33 \%$	ПД EJX 530A (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25 \%$	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15 \%$
ИК перепада давления	от 0 до 16 кПа; от 13,0 до 21,5 кПа; от 13,3 до 21,8 кПа; от 13,65 до 22,15 кПа; от 13,8 до 22,3 кПа; от 14,1 до 22,6 кПа; от 14,5 до 23,0 кПа; от 14,7 до 23,2 кПа; от 17,5 до 26,0 кПа	$\gamma: \pm 0,33 \%$	EJX 110A (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \pm 0,25 \%$	HiC2025	SAI143	$\gamma: \pm 0,15 \%$

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК уровня ²⁾	от 150 до 1000 мм	Δ : $\pm 5,68$ мм (до 0,3 м); Δ : $\pm 2,61$ мм (св. 0,3 м)	VEGAFLEX 81 (от 4 до 20 мА)	Δ : ± 5 мм (до 0,3 м); Δ : ± 2 мм (св. 0,3 м)	HiC2025	AAI143 или SAI143	γ : $\pm 0,15$ %
	от 800 до 2600 мм	Δ : $\pm 3,7$ мм					
ИК виброскорости	от 0 до 25,4 мм/с	см. примечание 3	DVA (от 4 до 20 мА)	см. примечание 5	HiC2025	SAI143	γ : $\pm 0,15$ %
	от 0 до 25,4 мм/с	см. примечание 3	V-318 (от 4 до 20 мА)	см. примечание 5	HiC2025	SAI143	γ : $\pm 0,15$ %
ИК температуры	от -50 до +50 °C	Δ : $\pm 0,33$ °C	TR88/TMT82 (НСХ тип Pt100; от 4 до 20 мА)	– TR88: Δ : $\pm(0,1+0,0017 \cdot t)$ °C; – TMT82: Δ : $\pm 0,14$ °C (АЦП); γ : $\pm 0,03$ % (ЦАП)	HiC2025	AAI143	γ : $\pm 0,15$ %
	от 0 до +100 °C	Δ : $\pm 0,39$ °C					
	от -50 до +150 °C	Δ : $\pm 1,2$ °C	ТСПТ 301 (НСХ тип Pt100); TMT 82 (от 4 до 20 мА)	– ТСПТ 301: Δ : $\pm(0,3+0,005 \cdot t)$ °C; – TMT 82: Δ : $\pm 0,14$ °C (АЦП); γ : $\pm 0,03$ % (ЦАП)	–	SAI143	γ : $\pm 0,1$ %
ИК концентрации	от 0 до 10 млн ⁻¹ (C ₆ H ₆)	γ : $\pm 22,01$ % (от 0 до 2 млн ⁻¹); δ : $\pm 22,01$ % (св. 2 до 10 млн ⁻¹)	ДГС ЭРИС-ФИД (от 4 до 20 мА)	γ : ± 20 % (от 0 до 2 млн ⁻¹); δ : ± 20 % (св. 2 до 10 млн ⁻¹)	–	SAI143	γ : $\pm 0,1$ %

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК объемного расхода	от 0 до 150 м ³ /ч; от 0 до 190 м ³ /ч; от 0 до 250 м ³ /ч	см. примечание 3	ADMAG (от 4 до 20 мА)	$\delta: \pm 0,35 \%$	—	AAI143	$\gamma: \pm 0,1 \%$
	от 0 до 150 м ³ /ч; от 0 до 1100 м ³ /ч; от 0 до 2300 м ³ /ч; от 0 до 3300 м ³ /ч; от 0 до 5000 м ³ /ч	см. примечание 3	OPTISONIC 6300 (от 4 до 20 мА)	$\delta: \pm 1 \%$ (при $V > 0,5$ м/с и $D_y \geq 50$ мм); $\delta: \pm 3 \%$ (при $V \leq 0,5$ м/с и $D_y < 50$ мм)	—	AAI143	$\gamma: \pm 0,1 \%$
	от 0 до 100 м ³ /ч	см. примечание 3	Promass (от 4 до 20 мА)	$\delta: \pm 0,35 \%$	—	AAI143	$\gamma: \pm 0,1 \%$
ИК силы тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,15 \%$	—	—	HiC2025	AAI143	$\gamma: \pm 0,15 \%$
		$\gamma: \pm 0,10 \%$			—	или SAI143	$\gamma: \pm 0,10 \%$
ИК генерирования силы тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,30 \%$	—	—	—	AAI543	$\gamma: \pm 0,30 \%$
		$\gamma: \pm 0,32 \%$			HiC2031		$\gamma: \pm 0,32 \%$

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:

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

δ – пределы допускаемой относительной погрешности, %;

γ – пределы допускаемой приведенной погрешности (нормирующим значением для приведенной погрешности является разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений), %;

t – измеренная температура, °C;

НСХ – номинальная статическая характеристика;

АЦП – аналого-цифровое преобразование;

ЦАП – цифро-аналоговое преобразование;

V – скорость рабочей среды, м/с;

D_y – условный диаметр, мм;

C_6H_6 – химическая формула бензола.

1	2	3	4	5	6	7	8
2 Шкала ИК давления и перепада давления, применяемых для измерения перепада давления на сужающем устройстве и уровня, установлена в ИС в единицах измерения расхода и в процентах соответственно. Пределы допускаемой основной погрешности данных ИК нормированы по диапазону измерений давления (перепада давления). 3 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 измерения 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 измерения измеряемой величины; $X_{\min}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала, в единицах измерения 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, %; – 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 измерения измеряемой величины. 4 Для расчета погрешности ИК в условиях эксплуатации: – приведут 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 $\Delta_{СИ}$ рассчитывают по формуле $\Delta_{СИ} = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \sum_{i=1}^n \Delta_i^2},$ 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							

1	2	3	4	5	6	7	8
			$\Delta_{ик} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{j=0}^k (\Delta_{сиj})^2},$				
где	$\Delta_{сиj}$	– пределы допускаемых значений погрешности $\Delta_{си}$ j-го измерительного компонента при общем числе k измерительных компонентов ИК в условиях эксплуатации.					
	5 Границы основной относительной погрешности вибропреобразователя $\delta_{вп}$, %, при доверительной вероятности 0,95 рассчитывают по формуле						
	$\delta_{вп} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta K_d^2 + \Delta_{п}^2 + (\delta_a^{вп})^2 + \gamma_1^2 + \Delta_{кг}^2 + \Delta_B^2},$						
где	δ_0	– относительная погрешность эталонного средства измерений параметров вибрации, входящего в состав поверочной виброустановки, %;					
	δK_d	– относительная разность между действительным значением коэффициента преобразования и номинальным значением, указанным в паспорте вибропреобразователя, %;					
	$\Delta_{п}$	– погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола поверочной виброустановки, %;					
	$\delta_a^{вп}$	– нелинейность амплитудной характеристики вибропреобразователя, %;					
	γ_1	– неравномерность амплитудно-частотной характеристики вибропреобразователя, %;					
	$\Delta_{кг}$	– погрешность, вызванная наличием высших гармонических составляющих в законе движения вибростола поверочной виброустановки, %;					
	Δ_B	– погрешность средства измерений электрического сигнала с выхода поверяемого вибропреобразователя (или согласующего усилителя), %.					
Относительную разность между действительным значением коэффициента преобразования и номинальным значением, указанным в паспорте вибропреобразователя, δK_d , %, рассчитывают по формуле							
	$\delta K_d = \frac{ K_d - K_n }{K_n} \cdot 100,$						
где	K_d	– действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, мА·с/мм;					
	K_n	– номинальное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, мА·с/мм.					
	Погрешность, вызванную наличием поперечного движения вибростола поверочной виброустановки, $\Delta_{п}$, %, рассчитывают по формуле						
	$\Delta_{п} = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{K_{г}}{100} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100,$						
где	$K_{г}$	– коэффициент гармоник в задаваемом режиме движения вибростола поверочной виброустановки, %.					
При условии записи в свидетельстве о поверке действительного значения коэффициента преобразования K_d , определенного при поверке, границы основной относительной погрешности вибропреобразователя $\delta_{вп}$, %, определяют по формуле							
	$\delta_{вп} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \Delta_{п}^2 + (\delta_a^{вп})^2 + \gamma_1^2 + \Delta_{кг}^2 + \Delta_B^2}.$						