



ООО Центр Метрологии «СТП»
Регистрационный № RA.RU.311229 выдан 30.07.2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Технический директор
ООО Центр Метрологии «СТП»
 И.А. Яценко
« 24 »  2015 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная РСУ и ПАЗ азотно-кислородной станции (АКС-2)
производства моторных топлив
ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» ИС АКС-2**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1-311229-2015

1.р. 62732-19

г. Казань
2015

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	3
4 Требования техники безопасности и требования к квалификации поверителей	5
5 Условия поверки	5
6 Подготовка к поверке	5
7 Проведение поверки	6
8 Оформление результатов поверки	13
Приложение А	14

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на «Систему измерительную РСУ и ПАЗ азотно-кислородной станции (АКС-2) производства моторных топлив ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» ИС АКС-2», зав. № АКС-2-ПМТ-2015, изготовленную по технической документации ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» и принадлежащую ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», г. Кстово Нижегородской области, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Система измерительная РСУ и ПАЗ азотно-кислородной станции (АКС-2) производства моторных топлив ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» ИС АКС-2 (далее – ИС АКС-2) предназначена для измерения параметров технологического процесса в реальном масштабе времени (давления, расхода с сужающими устройствами (разности давлений на стандартном сужающем устройстве – диафрагме по ГОСТ 8.586.2-2005), объемного расхода, температуры, содержания кислорода, влагосодержания).

1.3 ИС АКС-2 состоит из измерительных каналов (ИК), операторских станций управления. Для решения задач управления технологическим процессом используются контроллеры С300 системы измерительно-управляющей ExperionPKS фирмы «Honeywell», комплексы измерительно-вычислительные и управляющие В&R Х20 фирмы «В&R». Сбор информации о состоянии технологического процесса и управляющие воздействия осуществляются посредством аналоговых и дискретных сигналов, поступающих и воспроизводимых по соответствующим ИК.

1.4 Поверка ИС АКС-2 проводится поэтапно:

- поверка первичных измерительных преобразователей (далее – ИП) (средств измерений), входящих в состав ИС АКС-2, осуществляется в соответствии с их методиками поверки;

- вторичную («электрическую») часть ИС АКС-2, включая линии связи, проверяют на месте эксплуатации ИС АКС-2 в соответствии с настоящей методикой;

- метрологические характеристики ИК ИС АКС-2 определяют расчетным методом в соответствии с настоящей методикой.

1.5 Первичные ИП и измерительных каналов (далее – ИК) ИС, входящие в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений в соответствии с законом РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ, подлежат поверке в соответствии с установленным интервалом между поверками.

1.6 Первичные ИП и ИК ИС, применяемые вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат калибровке в соответствии с межкалибровочным интервалом, установленным в организации.

1.7 Интервал между поверками первичных ИП (средств измерений), входящих в состав ИС АКС-2, устанавливается в соответствии с описаниями типа на эти средства измерений (далее – СИ).

1.8 Интервал между поверками ИС АКС-2 – 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки ИС АКС-2 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Проверка технической документации	7.1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
2	Внешний осмотр	7.2
3	Опробование	7.3
4	Определение метрологических характеристик СИКНС	7.4
5	Оформление результатов поверки	8

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки ИС АКС-2 применяют эталоны и СИ, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные эталоны и СИ

Номер пункта методики	Наименование, метрологические и технические характеристики эталонного средства измерения
5.1	Барометр-анероид М-67 с пределами измерений от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность измерений $\pm 0,8$ мм рт.ст., по ТУ 2504-1797-75.
5.1	Психрометр аспирационный М34, пределы измерений влажности от 10 % до 100 %, погрешность измерений ± 5 %.
5.1	Термометр ртутный стеклянный ТЛ-4 (№ 2) с пределами измерений от 0 °С до 55 °С по ГОСТ 28498-90. Цена деления шкалы 0,1 °С.
7.4	<p>Калибратор многофункциональный MC5-R (далее – калибратор):</p> <ul style="list-style-type: none"> – диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения $\pm(0,02 \text{ \% показания} + 1 \text{ мкА})$; – диапазон измерения силы постоянного тока ± 100 мА, пределы допускаемой основной погрешности измерения $\pm(0,02 \text{ \% показания} + 1,5 \text{ мкА})$; – воспроизведение сигналов термометров сопротивления Pt100, 100П, в диапазоне температур от минус 200 до плюс 850 °С, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения в диапазоне температур от минус 200 до 0 °С $\pm 0,1$ °С, от 0 до плюс 850 °С $\pm(0,1$ °С + 0,025 % показания); – воспроизведение сигналов преобразователей термоэлектрических тип L в диапазоне температур от минус 200 до 800 °С, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения в диапазоне температур от минус 200...<0 °С $\pm(0,07$ °С + 0,07 % показания °С), 0...800 °С $\pm(0,07$ °С + 0,02 % показания °С); – воспроизведение сигналов термопар тип К, в диапазоне температур от минус 200 до 1372 °С, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения в диапазоне температур от минус 200 до 0 °С $\pm(0,1$ °С + 0,1 % показания °С), от 0 до 1000 °С $\pm(0,1$ °С + 0,02 % показания °С), от 1000 до 1372 °С $\pm(0,03$ % показания °С).
Примечание – Для проведения поверки выбирают СИ с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений ИС АКС-2.	

3.2 Допускается использование других эталонных и вспомогательных СИ по своим характеристикам не уступающим указанным в таблице 3.1.

3.3 Все применяемые СИ должны иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпуса применяемых СИ должны быть заземлены в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- ко всем используемым СИ должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению вспомогательных устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- обеспечивающие безопасность труда, производственную санитарию и охрану окружающей среды;
- предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также эксплуатационной документацией оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

4.2 К работе по поверке должны допускаться лица:

- достигшие 18-летнего возраста;
- прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверения на право проведения поверки;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке;
- изучившие эксплуатационную документацию на ИС АКС-2, СИ, входящие в состав ИС АКС-2, и средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | (20±5) ¹⁾ |
| – относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |

Примечание «1» – Поверку по пункту (7.4) допускается проводить в рабочих условиях ИС АКС-2, при этом необходимо учитывать условия эксплуатации применяемых эталонов и поверяемых СИ, а так же их дополнительные погрешности.

5.2 Вибрация, тряска, удары, наклоны, электрические и магнитные поля, кроме Земного, влияющие на работу приборов, должны отсутствовать.

5.3 Параметры электропитания СИ и ИС АКС-2 должны соответствовать условиям применения, указанным в эксплуатационной документации СИ и ИС АКС-2.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- эталонные СИ и вторичную электрическую часть ИС АКС-2 устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- эталонные СИ и вторичную электрическую часть ИС АКС-2 выдерживают при температуре, указанной в п. 5.1, не менее 30 минут, если время их выдержки не указано в эксплуатационной документации;
- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений эталонных СИ и ИС АКС-2 в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на эталонные СИ и ИС АКС-2.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Проверка технической документации

7.1.1 Проверяют наличие следующей технической документации:

- эксплуатационной документации на ИС АКС-2;
- паспорта на ИС АКС-2;
- методики поверки на ИС АКС-2;
- свидетельства о предыдущей поверке ИС АКС-2 (при периодической поверке);
- действующих свидетельств о поверке первичных ИП (СИ), входящих в состав ИС АКС-2.

7.1.2 Результаты проверки считают положительными при наличии всей технической документации по п. 7.1.1.

7.2 Внешний осмотр ИС АКС-2

7.2.1 При проведении внешнего осмотра ИС АКС-2 контролируют:

- соответствие нанесенной маркировки на ИС АКС-2 данным паспорта ИС АКС-2;
- выполнение требований технической документации к монтажу СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов ИС АКС-2;
- отсутствие вмятин и механических повреждений СИ и вспомогательных устройств, входящих в состав ИС АКС-2.

7.2.2 Проверяют состав и комплектность ИС АКС-2 на основании сведений, содержащихся в паспорте на ИС АКС-2. При этом контролируют соответствие типа СИ, указанного в паспортах составных частей, записям в паспорте на ИС АКС-2.

7.2.3 Результаты проверки считают положительными, если внешний вид, маркировка, комплектность ИС АКС-2, а также монтаж СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов ИС АКС-2 соответствует требованиям технической документации.

7.3 Опробование ИС АКС-2

7.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения ИС АКС-2

7.3.1.1 Подлинность и целостность программного обеспечения (далее – ПО) ИС АКС-2 проверяют сравнением идентификационных данных (идентификационное наименование, номер версии, контрольная сумма) ПО ИС АКС-2 с исходными, указанными в паспорте ИС АКС-2.

7.3.1.2 Проверяют возможность несанкционированного доступа к ПО ИС АКС-2 и наличие авторизации (введение пароля, возможность обхода авторизации, проверка реакции ПО ИС АКС-2 на неоднократный ввод неправильного пароля).

7.3.1.3 Результаты опробования считают положительными, если:

- идентификационные данные ПО ИС АКС-2 совпадают с исходными, указанными в паспорте на ИС АКС-2;
- исключается возможность несанкционированного доступа к ПО ИС АКС-2, обеспечивается авторизация.

7.3.2 Проверка работоспособности ИС АКС-2

7.3.2.1 Приводят ИС АКС-2 в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационной документацией. Проверяют прохождение сигналов средств поверки, имитирующих измерительные сигналы (от 4 до 20 мА, термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, термопар по ГОСТ 8.585-2001). Проверяют на дисплее монитора операторской станции управления ИС АКС-2 показания по регистрируемому в соответствии с конфигурацией ИС АКС-2 параметрам технологического процесса.

7.3.2.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала (от 4 до 20 мА, термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, термопар по ГОСТ 8.585-2001) соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на дисплее монитора операторской станции управления.

7.4 Определение метрологических характеристик ИС АКС-2

7.4.1 Определение основной погрешности ИК давления и разности давлений, входящих в состав ИС АКС-2

7.4.1.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК давления и разности давлений

7.4.1.1.1 Отключают первичные измерительные преобразователи ИК давления или разности давлений ИС АКС-2 и подключают средства поверки к соответствующим каналам, включая линии связи и, при наличии, промежуточные измерительные преобразователи (барьеры искрозащиты). С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2 электрический сигнал, соответствующий значениям измеряемого параметра. Задается не менее пяти значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона. В качестве реперных точек принимаются точки соответствующие 0 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100* % диапазона входного аналогового сигнала (от 4 до 20 мА).

Примечание «*» – Здесь и далее по тексту в качестве крайних реперных точек указаны 0 % и 100 % диапазона. Допускается применять любое другое значение в диапазоне от 0 до 1 % (в долях от 0 до 0,01) для нижней реперной точки и от 99 до 100% (в долях от 0,99 до 1,0) для верхней реперной точки.

С дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2 считывают значения входного сигнала (в единицах измеряемого физического параметра).

7.4.1.1.2 По результатам измерений, выполненных в соответствии с п. 7.4.1.1.1, в каждой реперной точке вычисляют погрешность по формуле

$$\gamma_{\text{ВП.осн}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $\gamma_{\text{ВП.осн}}$ – основная приведенная погрешность канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2, %;

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

I_{max} – максимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;

I_{min} – минимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;

$I_{\text{изм}}$ – значение тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИС АКС-2 в i -ой реперной точке, мА. Рассчитывают по формуле (2) при линейной функции преобразования:

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

где y_{max} – максимальное значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала (I_{max}), в абсолютных единицах измерений;

y_{min} – минимальное значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала (I_{min}), в абсолютных единицах измерений;

$y_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу (силы постоянного тока от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений. Считывают с дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2.

7.4.1.1.3 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до

20 мА) ИС АКС-2, соответствующего давлению или разности давлений, не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.1.2 Определение основной приведенной погрешности ИК давления и разности давлений

7.4.1.2.1 Основную приведенную погрешность ИК давления и разности давлений ИС АКС-2 определяют по следующей формуле

$$\gamma_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\gamma_{\text{ПП.осн}})^2 + (\gamma_{\text{ВП.осн}})^2}, \quad (3)$$

где $\gamma_{\text{ПП.осн}}$ — основная приведенная погрешность первичного измерительного преобразователя (давления или разности давлений), %;

$\gamma_{\text{ВП.осн}}$ — основная приведенная погрешность преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК давления и разности давлений, соответствующего значению измеряемого давления или разности давлений, %. Определяют согласно п. (7.4.1.1)

7.4.1.2.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого ИК давления и разности давлений ИС АКС-2 не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.2 Определение основной погрешности ИК температуры, входящих в состав ИС АКС-2

7.4.2.1 Определение основной абсолютной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (термоэлектрического преобразователя по ГОСТ 6616-94 и ГОСТ Р 8.585-2001 с номинальной статической характеристикой «К» или «L» (далее НСХ «К» или «L»)) в цифровой сигнал ИК температуры

7.4.2.1.1 Поверка ИК ИС АКС-2 по каналам ввода аналогового сигнала (термоэлектрического преобразователя по ГОСТ 6616-94 и ГОСТ Р 8.585-2001 с НСХ «К» или «L»)) проводят в следующих реперных точках $T_{\min}+0,01(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,25(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,50(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,75(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,99(T_{\max} - T_{\min})$. Значения T_{\min} (°C) и T_{\max} (°C) соответствуют нижнему и верхнему пределу диапазона преобразования температуры. Для каждой реперной точки определяют значение ТЭДС (термоэлектродвижущая сила, $U_{\text{ТЭДС}}$, мВ) в соответствии с ГОСТ 8.585-2001 для сигналов термоэлектрических преобразователей с НСХ «К» или «L». Термометром измеряют температуру $T_{\text{хс}}$ (°C) вблизи места подключения холодных спаев термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6616-94 поверяемого канала. Для температуры холодного спая $T_{\text{хс}}$ определяют значение ТЭДС ($U_{\text{хс}}$, мВ) в соответствии с ГОСТ 8.585-2001 для сигналов термоэлектрических преобразователей с НСХ «К» или «L». Для каждой реперной точки рассчитывают значения подаваемых входных сигналов $U_{\text{зад}(i)} = U_{\text{ТЭДС}} - U_{\text{хс}}$.

С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала (термоэлектрического преобразователя с НСХ «К» или «L»)) ИК ИС АКС-2 рассчитанное значение подаваемого входного сигнала $U_{\text{зад}(i)}$ в каждой реперной точке, имитирующего задаваемую температуру $T_{\text{зад}}$ (°C).

С дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2 считывают измеренную температуру $T_{\text{изм}}$ (°C).

7.4.2.1.2 По результатам измерений, выполненных в соответствии с п. 7.4.2.1.1 настоящей методики, в каждой реперной точке вычисляют погрешность по формуле

$$\Delta_{\text{ВП.осн}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{зад}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{изм}}$ — измеренное значение температуры, °C, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу (термоэлектрического преобразователя с НСХ «К» или «L»). Считывают с дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2;

$T_{\text{зад}}$ – заданное значение температуры, °С.

7.4.2.1.3 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого канала ввода аналогового сигнала (термоэлектрического преобразователя с НСХ «К» или «L») ИС АКС-2, соответствующего температуре, не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.2.2 Определение основной абсолютной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (термопреобразователей сопротивления типа «Pt100» по ГОСТ 6651-2009) в цифровой сигнал ИК температуры

7.4.2.2.1 Поверка ИК ИС АКС-2 по каналам ввода аналогового сигнала (термопреобразователей сопротивления типа «Pt100» по ГОСТ 6651-2009) проводят в следующих реперных точках $T_{\min}+0,01(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,25(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,50(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,75(T_{\max} - T_{\min})$, $T_{\min}+0,99(T_{\max} - T_{\min})$. Значения T_{\min} (°С) и T_{\max} (°С) соответствуют нижнему и верхнему пределу диапазона преобразования температуры. Для каждой реперной точки определяют значение сопротивления ($R_{\text{зад}(i)}$, Ом) в соответствии с ГОСТ 6651-2009.

С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала (термопреобразователей сопротивления типа «Pt100» по ГОСТ 6651-2009) ИК ИС АКС-2 определенное по ГОСТ 6651-2009 значение подаваемого входного сигнала ($R_{\text{зад}(i)}$, Ом) в каждой реперной точке, имитирующего задаваемую температуру $T_{\text{зад}(i)}$ (°С).

С дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2 считывают измеренную температуру $T_{\text{изм}}$ (°С).

7.4.2.2.2 По результатам измерений, выполненных в соответствии с п. 7.4.2.2.1 настоящей методики, в каждой реперной точке вычисляют погрешность по формуле

$$\Delta_{\text{ВП.осн}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{зад}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры, °С, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу (термопреобразователей сопротивления типа «Pt100»). Считывают с дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2;

$T_{\text{зад}}$ – заданное значение температуры, °С.

7.4.2.2.3 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность преобразования входного аналогового сигнала (термопреобразователей сопротивления типа «Pt100») в цифровой сигнал ИК температуры ИС АКС-2, не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.2.3 Определение основной абсолютной погрешности преобразования аналоговых сигналов (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровое значение температуры

7.4.2.3.1 Отключают первичные измерительные преобразователи ИК температуры ИС АКС-2 и подключают калибратор к соответствующим каналам, включая линии связи и промежуточный измерительный преобразователь (барьер искрозащиты). В качестве реперных точек принимаются точки соответствующие 0 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % диапазона входного аналогового сигнала (от 4 до 20 мА). Для каждой реперной точки определяют значение аналогового сигнала тока ($I_{\text{зад}}$) в соответствии с формулой

$$I_{\text{зад}} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \cdot (T_{\text{зад}} - T_{\min}) + I_{\min}, \quad (6)$$

где I_{\max} – максимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;

I_{\min} – минимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;

$T_{\text{зад}}$ – значение температуры в i -ой реперной точке, °С, которое необходимо воспроизводить;

- T_{\max} – максимальное значение границы диапазона температуры, °С;
 T_{\min} – минимальное значение границы диапазона температуры, °С.

С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2 определенное по формуле (6) значение входного сигнала ($I_{\text{зад}}$) в каждой реперной точке, имитирующей задаваемую температуру. С дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2 считывают значение температуры.

7.4.2.3.2 По результатам измерений, выполненных в соответствии с п. 7.4.2.3.1, в каждой реперной точке рассчитывают абсолютную погрешность преобразования аналогового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение температуры по формуле

$$\Delta_{\text{ВП.осн}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{зад}}, \quad (7)$$

- где $T_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры, °С, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу (от 4 до 20 мА). Считывают с дисплея монитора операторской станции управления ИС АКС-2;
 $T_{\text{зад}}$ – заданное значение температуры, °С.

7.4.2.3.3 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность преобразования аналоговых сигналов (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровое значение ИК температуры, не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.2.4 Определение основной абсолютной погрешности ИК температуры

7.4.2.4.1 Основную абсолютную погрешность ИК температуры ИС АКС-2 определяют по формуле

$$\Delta_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\Delta_{\text{ПП.осн}})^2 + (\Delta_{\text{ВП.осн}})^2}, \quad (8)$$

- где $\Delta_{\text{ПП.осн}}$ – основная абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя температуры, °С;
 $\Delta_{\text{ВП.осн}}$ – основная абсолютная погрешность канала ввода аналогового сигнала ИК, соответствующего значению измеряемой температуры, °С. Определяют согласно п.(7.4.2.1) – (7.4.2.3).

7.4.2.4.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная основная абсолютная погрешность для каждого ИК температуры ИС АКС-2 не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.3 Определение основной погрешности ИК объемного расхода (объема), входящих в состав ИС АКС-2

7.4.3.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК объемного расхода (объема)

7.4.3.1.1 Основную приведенную погрешность преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК объемного расхода (объема) определяют согласно п. 7.4.1.1.1 и 7.4.1.1.2 настоящей методики.

7.4.3.1.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИС АКС-2, соответствующего объемному расходу (объему), не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.3.2 Определение основной приведенной погрешности ИК объемного расхода (объема)

7.4.3.2.1 Основную приведенную погрешность ИК объемного расхода (объема) ИС АКС-2 определяют по следующей формуле

$$\gamma_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\gamma_{\text{ПП.осн}})^2 + (\gamma_{\text{ВП.осн}})^2}, \quad (9)$$

где $\gamma_{\text{ПП.осн}}$ – основная приведенная погрешность первичного измерительного преобразователя объемного расхода (объема), %;

$\gamma_{\text{ВП.осн}}$ – основная приведенная погрешность канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2, соответствующего значению измеряемого объемного расхода (объема), %.

7.4.3.2.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого ИК объемного расхода (объема) ИС АКС-2, не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.4 Определение основной погрешности ИК содержания кислорода, входящих в состав ИС АКС-2

7.4.4.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК содержания кислорода

7.4.4.1.1 Для определения основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК содержания кислорода продельывают операции, указанные в пунктах 7.4.1.1.1 и 7.4.1.1.2 настоящей методики.

7.4.4.1.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК содержания кислорода ИС АКС-2 не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.4.2 Определение основной приведенной погрешности ИК содержания кислорода

7.4.4.2.1 Основную приведенную погрешность ИК содержания кислорода ИС АКС-2, при линейной функции преобразования, определяют по следующей формуле

$$\gamma_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\gamma_{\text{ПП.осн}})^2 + (\gamma_{\text{ВП.осн}})^2}, \quad (10)$$

где $\gamma_{\text{ПП.осн}}$ – основная приведенная погрешность первичного измерительного преобразователя объемной доли кислорода, %;

$\gamma_{\text{ВП.осн}}$ – основная приведенная погрешность канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2, соответствующего значению измеряемой объемной доли кислорода, %.

7.4.4.2.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого ИК содержания кислорода ИС АКС-2 не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.4.3 Определение основной относительной погрешности ИК содержания кислорода

7.4.4.3.1 Основную относительную погрешность ИК содержания кислорода ИС АКС-2 определяют по следующей формуле

$$\delta_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ПП.осн}})^2 + \left(\frac{\gamma_{\text{ВП.осн}}}{I_{\text{изм}} - I_{\text{мин}}} \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \right)^2}, \quad (11)$$

где $\delta_{\text{ПП.осн}}$ – основная относительная погрешность первичного измерительного преобразователя объемной доли кислорода, %;

$\gamma_{\text{ВП.осн}}$ – основная приведенная погрешность канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК ИС АКС-2, соответствующего значению измеряемой объемной доли кислорода, %;

- I_{\max} – максимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;
- I_{\min} – минимальное значение границы диапазона аналогового сигнала, мА;
- $I_{\text{изм}}$ – значение тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИС АКС-2 в i -ой реперной точке, мА.

7.4.4.3.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого ИК содержания кислорода ИС АКС-2 не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.5 Определение основной погрешности ИК влагосодержания (температуры точки росы), входящих в состав ИС АКС-2

7.4.5.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК влагосодержания (температуры точки росы)

7.4.5.1.1 Для определения основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) в цифровой сигнал ИК влагосодержания (температуры точки росы) продельывают операции, указанные в пунктах 7.4.1.1.1 и 7.4.1.1.2 настоящей методики.

7.4.5.1.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИК влагосодержания (температуры точки росы) ИС АКС-2 не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.5.2 Определение основной абсолютной погрешности ИК влагосодержания (температуры точки росы)

7.4.5.2.1 Основную абсолютную погрешность ИК влагосодержания (температуры точки росы) ИС АКС-2, при линейной функции преобразования, определяют по следующей формуле

$$\Delta_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{(\Delta_{\text{ПП.осн}})^2 + \left(\frac{\gamma_{\text{ВП.осн}}}{100\%} \cdot (T_{\text{ТРmax}} - T_{\text{ТРmin}}) \right)^2}, \quad (14)$$

где $\Delta_{\text{ПП.осн}}$ – абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя, в абсолютных единицах измерения;

$\gamma_{\text{ВП.осн}}$ – основная приведенная погрешность канала ввода аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИС АКС-2, %;

$T_{\text{ТРmax}}$ – максимальное и минимальное значения влагосодержания (температуры точки росы), соответствующие максимальному и минимальному значениям границы диапазона аналогового сигнала.

7.4.5.2.2 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого ИК влагосодержания (температуры точки росы) ИС АКС-2 не выходит за пределы указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

7.4.6 Определение основной погрешности воспроизведения аналоговых сигналов управления, входящих в состав ИС АКС-2

7.4.6.1 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА)

7.4.6.1.1 Отключают от поверяемого канала соответствующее управляемое устройство.

Подключают калибратор к соответствующему каналу, включая линии связи и промежуточный измерительный преобразователь (барьер икрозащиты). Калибратор устанавливают в режим измерения тока.

С операторской станции управления ИС АКС-2 задается не менее пяти значений управляемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона. В качестве

реперных точек принимаются точки соответствующие 0 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % диапазона выходного аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА).

С дисплея калибратора считывают измеренное значение воспроизводимого аналогового сигнала.

7.4.6.1.2 По результатам измерений, выполненных в соответствии с п. 7.4.6.1.1 настоящей методики, в каждой реперной точке вычислить погрешность по формуле

$$\gamma_{\text{ВП.осн}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{изм}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100\%, \quad (15)$$

- где $\gamma_{\text{ВП.осн}}$ — основная приведенная погрешность канала воспроизведения аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИС АКС-2, %;
- $I_{\text{изм}}$ — показание калибратора в i -ой реперной точке, мА;
- I_{max} — максимальное значение границы диапазона воспроизводимого аналогового сигнала, мА;
- I_{min} — минимальное значение границы диапазона воспроизводимого аналогового сигнала, мА;
- $I_{\text{зад}}$ — значение тока, соответствующее воспроизводимому параметру ИС АКС-2 в i -ой реперной точке, мА. Рассчитывают по формуле (22) при линейной функции преобразования:

$$I_{\text{зад}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{y_{\text{max}} - y_{\text{min}}} \cdot (y_{\text{зад}} - y_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (16)$$

- где y_{max} — максимальное значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона выходного аналогового сигнала (I_{max}), в абсолютных единицах измерений;
- y_{min} — минимальное значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона выходного аналогового сигнала (I_{min}), в абсолютных единицах измерений;
- $y_{\text{зад}}$ — значение воспроизводимого параметра, соответствующее выходному аналоговому сигналу (силы постоянного тока от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений. Задается с операторской станции управления ИС АКС-2.

7.4.6.1.3 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность для каждого канала воспроизведения аналогового сигнала (силы постоянного тока от 4 до 20 мА) ИС АКС-2 не выходит за пределы, указанные в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ИС АКС-2 в соответствии с ПР 50.2.006-94. К свидетельству о поверке прилагаются протоколы с результатами поверки ИС АКС-2.

8.2 Отрицательные результаты поверки ИС АКС-2 оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94. При этом свидетельство аннулируется, клеймо гасится, и ИС АКС-2, не прошедшая поверку, бракуется.

Таблица А.1 – Метрологические и технические характеристики ИС АКС-2 (измерительные каналы на основе контроллеров С300 системы измерительно-управляющей Exregion PKS)

Метрологические и технические характеристики измерительных компонентов ИК ИС АКС-2												
Метрологические и технические характеристики ИК ИС АКС-2				Первичный измерительный преобразователь				Промежуточный измерительный преобразователь		Контроллер программируемый, измерительный модуль ввода/вывода аналоговых сигналов		
Наименование ИК ИС	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой погрешности		Тип	Диапазон выходного сигнала	Пределы допускаемой погрешности		Тип	Диапазон выходного сигнала	Диапазон входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	
		основной	в усл. эксплуатации			основной	дополнительной				основной	в условиях эксплуатации
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИК давления	0...0,16; 0...1; 0...1,6; 0...2; 0...4; 0...6; 0...10; 0...16; МПа (кгс/см ²)	±0,15 % диапазон на изменений	±0,65 % диапазон на изменений	EJX 530A	4...20 мА	±0,1 % диапазон на изменений	±0,08 % диапазон на изменений на 10 °С	-	-	4...20 мА	±0,075 % диапазон преобразования	±0,31 % диапазон преобразования

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
ИК объ- емного расхода (объема) со стан- дартными сужаю- щими устрой- ствами	до 320 ¹⁾ ; до 500 ¹⁾ ; до 1000 ¹⁾ ; до 1250 ¹⁾ ; до 1600 ¹⁾ ; до 2000 ¹⁾ ; до 2500 ¹⁾ ; до 6300 ¹⁾ ; до 12500 ¹⁾ ; до 20000 ¹⁾ м ³ /ч	± 4,0 % измеряемой вели- чины	± 5,0 % измеряемой вели- чины	Сужающее устройство – диафрагма с угле- вым способом отбора давления по ГОСТ 8.586.2-2005, EJX 110A (выходной сигнал 4...20 мА), основная приведенная погрешность ±0,04 % диапазона измерений, дополнительная приведенная погрешность ±0,08 % диапазона измерений на 10 °С	–	–	–	–	Контроллер C300, измерительный модуль ввода серии I/O Modules- Series C, CC-PAIH01	4...20 мА	±0,075 % диапазона преобразо- вания	±0,31 % диапазона преобра- зования			
													до 120 ¹⁾ ; до 630 ¹⁾ м ³ /ч		
	ИК темпе- ратуры	0...100 °С	±2,97 °С	±3,0 °С	1) КТХК 01.04	4...20 мА	1) ±2,5 °С 2) ±[0,1% диапазона измерений +1 °С]	1) – 2) ±0,005 % диапа- зона изме- рений на 1 °С	–	Контроллер C300, измерительный модуль ввода серии I/O Modules- Series C, CC-PAIH01	4...20 мА	±0,075 °С	±0,31 °С		
		0...200 °С	±2,98 °С	±3,07 °С	2) dTRANS T02						4...20 мА	±0,15 °С	±0,62 °С		
-50...100 °С		±1,8 °С	±1,95 °С	TC-1088	Pt100	±[0,6+ 0,01× t] °С	–	MTL 4575	4...20 мА	4...20 мА	±0,3 ²⁾ °С	±0,7 ²⁾ °С			
										-50...100 °С	±0,51 °С	±0,9 °С	4...20 мА	±0,3 ²⁾ °С	±0,7 ²⁾ °С
										0...100 °С	±0,5 °С	±0,7 °С	4...20 мА	±0,25 ²⁾ °С	±0,5 ²⁾ °С
0...150 °С		±0,6 °С	±1,0 °С						4...20 мА	±0,3 ²⁾ °С	±0,75 ²⁾ °С				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИК температуры	-50...120 °C	±0,55 °C	±0,95 °C	Метран-226	Pt100	±[0,15+0,002× t] °C	–	MPL 4575	4...20 мА	4...20 мА	±0,3 ²⁾ °C	±0,75 ²⁾ °C
	-50...100 °C	±0,51 °C	±0,9 °C	Метран-206	Pt100	±[0,15+0,002× t] °C	–	MPL 4575	4...20 мА	4...20 мА	±0,3 ²⁾ °C	±0,7 ²⁾ °C
	0...100 °C	±0,95 °C	±1,05 °C	ТСПТ	Pt100	±[0,3+0,005× t] °C	–	MPL 4575	4...20 мА	4...20 мА	±0,25 ¹⁾ °C	±0,5 ¹⁾ °C
	0...100 °C	±3,3 °C	±3,4 °C	ТП	Тип К	±2,5 °C	–	MPL 4575	4...20 мА	4...20 мА	±1,55 ²⁾ °C	±1,75 ²⁾ °C
	ИК содержания кислорода в воздухе рабочей зоны	±5,5 % диапазона измерений ⁴⁾ , 0...25 % об. доли	±19,5 % диапазона измерений ⁴⁾ , ±19,5 % измеряемой величины ^{3) 5)}	Polytron 3000	4...20 мА	±5 % диапазона измерений ⁴⁾ , ±5 % измеряемой величины ⁵⁾	±0,5 (в долях от основной погрешности) на 10 °C; ±0,4 ⁶⁾ на 3,3 кПа	–	–	4...20 мА	±0,075 % диапазона преобразования	±0,31 % диапазона преобразования

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИК содержания кислорода в газах	0...1 % об. доли	±11,1 % измеряемой величины ^{3) 7)}	±15,6 % измеряемой величины ^{3) 7)}	Thermox GC-1000	4...20 мА	±10 % измеряемой величины ⁷⁾	±0,2 (в долях от основной погрешности) на 10 °С; ±0,2 ⁶⁾ на 3,3кПа	–	–	Контроллер С300, измерительный модуль ввода серии I/O Modules-Series C, CC-PAIH01		
		±2,3 % диапазона измерения ⁸⁾	±3,2 % диапазона измерения ⁸⁾			±2,0 % диапазона измерения ⁸⁾				4...20 мА	±0,075 % диапазона преобразования	±0,31 % диапазона преобразования
ИК влагосодержания (температуры точки росы)	-60...20 °С	±2,2 °С	±2,22 °С	Easidew	4...20 мА	±2 °С	–	–	–	Контроллер С300, измерительный модуль ввода серии I/O Modules-Series C, CC-PAIH01		
										4...20 мА	±0,075 % диапазона преобразования	±0,31 % диапазона преобразования
ИК вывода аналоговых сигналов управления	4...20 мА (0...100% состояния открытия/закрытия клапана)	±0,35 % диапазона преобразования	±0,37 % диапазона преобразования	–	–	–	–	–	–	Контроллер С300, измерительный модуль вывода Серия I/O Modules-Series C, CC-PAOH01		
										4...20 мА	±0,35 % диапазона преобразования	±0,37 % диапазона преобразования

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<p>1) Нижний предел диапазона измерения расхода ограничивается основной погрешностью ИК.</p> <p>2) Значения пределов допускаемой погрешности измерительных модулей ввода-вывода нормированы с учетом пределов допускаемых погрешностей промежуточных преобразователей и барьеров искрозащиты.</p> <p>3) Указанные значения погрешностей рассчитаны для нижней границы диапазона измерений. Погрешности для других значений диапазона могут отличаться от указанных и рассчитываются по формуле:</p> $\delta_{\text{ИК}} = 1,1 \sqrt{(\delta_{\text{ПП}})^2 + \left(\frac{\gamma_{\text{ВП}}}{I_{\text{изм}} - I_{\text{мин}}} \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \right)^2},$ <p>где $\delta_{\text{ПП}}$ - погрешность первичного измерительного преобразователя, %; $\gamma_{\text{ВП}}$ - погрешность вторичного измерительного преобразователя (с учетом погрешности промежуточных преобразователей и барьеров искрозащиты), %; $I_{\text{изм}}$, $I_{\text{макс}}$, $I_{\text{мин}}$ - измеряемое, максимальное и минимальное значения преобразования токового сигнала вторичного измерительного преобразователя, мА, соответствующие измеряемому, максимальному и минимальному значениям шкалы преобразования определяемого параметра.</p> <p>4) В диапазоне измерений от 0 до 5 % об. доли.</p> <p>5) В диапазоне измерений от 5 до 25 % об. доли.</p> <p>6) Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения атмосферного давления от номинального значения давления, в долях от пределов допускаемой основной погрешности.</p> <p>7) В диапазоне измерений от 0 до 0,5 % об. доли.</p> <p>8) В диапазоне измерений от 0,5 до 1 % об. доли.</p> <p>Примечания</p> <p>Пределы допускаемой основной погрешности ИК температуры приведены для верхнего значения диапазона измерений.</p>												

Таблица А.2 – Метрологические и технические характеристики ИС АКС-2 (измерительные каналы на основе комплекса измерительно-вычислительного и управляющего В&R Х20)

Метрологические и технические характеристики измерительных компонентов ИК ИС АКС-2																
Метрологические и технические характеристики ИК ИС АКС-2				Первичный измерительный преобразователь												
Наименование ИК ИС АКС-2	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой погрешности		Тип	Диапазон выходного сигнала	Пределы допускаемой погрешности		Тип	Диапазон выходного сигнала	Пределы допускаемой погрешности						
		основной	в усл. эксплуатации			основной	дополнительной									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
ИК давления	0...16 бар	±1,12 % диапазон на измерений	±1,8 % диапазон на измерений	Преобразователь ОТ-1	4...20 мА	±1,0 % диапазон на измерений	±0,2 % диапазон на измерений на 10 °С	—	—	4...20 мА	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾				
ИК давления	0...16 бар	±0,6 % диапазон на измерений	±1,5 % диапазон на измерений	Преобразователь А-10	4...20 мА	±0,5 % диапазон на измерений	±0,2 % диапазон на измерений на 10 °С	—	—	4...20 мА	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾				
ИК давления	0...10 бар	±0,32 % диапазон на измерений	±1,41 % диапазон на измерений	Преобразователь S-10	4...20 мА	±0,25 % диапазон на измерений	±0,2 % диапазон на измерений на 10 °С	—	—	4...20 мА	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾				
								Комплекс измерительно-вычислительный и управляющий В&R X20, модуль аналоговых входов AI4622								
								4...20 мА	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾	4...20 мА	±0,14 % диапазон преобразования ¹⁾	±0,36 % диапазон преобразования ¹⁾	

1	2	3	4	5	6	7	8			11	12	13
ИК объ- емного расхода (объема)	20...2000 м ³ /ч	±1,8 % диапа- зона из- мерений	±1,8 % диапа- зона из- мерений	Ротаметр Н250	4...20 мА	±1,6 % диапа- зона из- мерений	—	—	—	4...20 мА	±0,14 % диапазона преобразо- вания ¹⁾	±0,36 % диапазона преобра- зования ¹⁾
ИК темпе- ратуры	0...50 °С	±0,62 °С	±0,93 °С	1) TR60- А 2) T24	4...20 мА	1) ±[0,3+ 0,005× t] °С 2) ±0,2 % измеряе- мой вели- чины	1) — 2) ±0,2 % диапазона измерений на 10 °С	—	—	4...20 мА	±0,07°С ¹⁾	±0,2 °С ¹⁾
1) Указанные значения погрешностей рассчитаны для верхней границы диапазона измерений.												
Примечания Пределы допускаемой основной погрешности ИК температуры приведены для верхнего значения диапазона измерений.												