

СОГЛАСОВАНО:  
Заместитель руководителя  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Лапшинов В.А.

«17» марта 2023 г.

«ГСИ. Система непрерывного контроля выбросов  
загрязняющих веществ от источников выбросов ОАО «Ямал  
СПГ». Методика поверки»

МП-546/02-2023

г. Чехов,  
2023 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на Систему непрерывного контроля выбросов загрязняющих веществ от источников выбросов ОАО «Ямал СПГ» (далее – система) и устанавливает методику её первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах А.1, А.2, А.3 Приложения А настоящей МП-546/02-2023.

1.3 Прослеживаемость при поверке системы обеспечивается в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091, к ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемой системы используется метод косвенных измерений величин с помощью государственных рабочих эталонов, соответствующих указанным ГПС.

## 2. Перечень операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1, 8.2
3. Опробование средства измерений	да	да	8.3
4. Проверка программного обеспечения	да	нет	9
5. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
5.1 Поверка измерительных преобразователей, входящих в состав измерительных каналов (ИК) системы	да	да	10.1
5.2 Определение метрологических характеристик для ИК*	да	да	10.2
5.2.1 Определение метрологических характеристик для ИК содержания определяемых компонентов	да	да	10.2.1
5.2.2 Определение метрологических характеристик для ИК абсолютного/дифференциального давления промышленных выбросов	да	да	10.2.2
5.2.3 Определение метрологических характеристик для ИК температуры промышленных выбросов	да	да	10.2.3
5.2.4 Определение метрологических характеристик для ИК объемного расхода промышленных выбросов	да	да	10.2.4
5.2.5 Определение метрологических характеристик для ИК скорости газового потока промышленных выбросов	да	да	10.2.5
5.2.6 Определение метрологических характеристик выходного канала	да	да	10.3
6. Оформление результатов поверки	да	да	11

\* Измерительный канал (далее – ИК) состоит из первичного измерительного преобразователя (далее – ПИП или ИП) – средства измерения утвержденного типа и вторичной части: комплексных компонентов ИК включая линии связи, программно-технические комплексы и АРМ оператора.

2.2. При получении отрицательных результатов поверки ИК при выполнении любой из операций, указанных в таблице 1, поверку ИК прекращают, ИК бракуют.

2.3. При проведении периодической поверки допускается поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава системы, представленных средствами измерений утвержденного типа, определяющими метрологические характеристики средств измерений, в состав которых они входят (далее - отдельный измерительный канал, отдельный автономный блок), проводится на основании письменного заявления владельца системы, или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме.

2.4. Поверка измерительных каналов (далее – ИК), входящих в состав Системы непрерывного контроля выбросов загрязняющих веществ от источников выбросов ОАО «Ямал СПГ» осуществляется поэтапно.

2.4.1 Поверка всех измерительных преобразователей утвержденного типа, входящих в состав системы, осуществляется в соответствии с установленными методиками поверки.

Перечень ПИП с указанием их регистрационных номеров приведен в таблице 2.

Таблица 2 – перечень ПИП и их регистрационных номеров

Наименование средства измерений, регистрационный номер
Газоанализаторы GMS800 (мод. GMS810) (рег. № 46284-10)
Газоанализаторы многоканальные АО2000 модели АО2020 (рег. №27467-09)
Анализаторы кислорода циркониевые AZ30 (рег. № 56902-14)
Анализаторы кислорода циркониевые EXA ZR (рег. № 22117-01)
Комплекты газоаналитические с устройством отбора газовой пробы «КГЭСП-УОГПЭС» (рег. №62864-15)
Системы измерений расхода выбросов отработанных газов на электростанции собственных нужд ОАО «Ямал СПГ» (рег. № 76804-19)
Измерители скорости потока D-FL 100 (рег. №18069-12)
- Измерители скорости потока D-FL 100 с электронным блоком D-FL 100-20 (рег. №66707-17)
Преобразователи расхода измерительные SDF (рег. №57091-14)
Преобразователи давления измерительные 2600T (модификация 266), 266DSH (рег. №47079-11)
Преобразователи давления измерительные 2600T (модификация 266), 266NSH (рег. №47079-11)
Датчики температуры SensyTemp серии TSP, TSP121 (рег. №50032-12)
Преобразователи давления измерительные SITRANS P типа 7MF модификации DSIII (7MF-4433) (рег. № 45743-10)
Преобразователи давления измерительные SITRANS P типа 7MF модификации DSIII (7MF-4233) (рег. № 45743-10)
Термопреобразователи сопротивления серии TR мод. TR10-A (рег. № 47279-11)
Преобразователи вторичные серии T модификации T24 (рег. № 54571-13)
Термопреобразователи сопротивления платиновые SensyTemp серии TSP, TSP321 (рег. № 69355-17)

2.4.2 При поверке необходимо в модуле «Поверки» ФГИС «Аршин» проверить сроки очередной поверки ИП, входящих в состав системы. При этом необходимость выполнения работ по поверке ИП определяется исходя из требований, изложенных в п.10.1.1 настоящей методики поверки.

После этого выполняется поверка комплексных компонентов ИК, включая линии связи, программно-технические комплексы и АРМ оператора.

2.5 В условиях эксплуатации допускается проведение поверки системы без демонтажа датчиков измерительных преобразователей ИК с использованием эталонных средств поверки в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.959-2019.

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие нормальные условия:

температура окружающей среды, °С	от +15 до +25
относительная влажность окружающей среды <sup>1)</sup> , %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
мм рт. ст.	от 735,06 до 784,6

<sup>1)</sup> без конденсации влаги

3.2 Напряжение линии питания должно быть устойчивым и свободным от скачков.

3.3 Механические воздействия, наличие пыли, агрессивных примесей и отклонения от рабочего положения не допускаются.

3.4 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке, изучившие эксплуатационную документацию на систему, эксплуатационную документацию на используемые при поверке средства измерений, настоящую методику поверки и прошедшие необходимый инструктаж.

4.2 Для получения результатов измерений, необходимых для поверки, допускается участие в поверке специалиста (оператора), обслуживающего (эксплуатирующего) систему (под контролем поверителя).

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -45°С до +60 °С, ПГ: ±0,5 °С; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: ±5 гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: ±3 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 8.3 Опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -45°С до +60 °С, ПГ: ±0,5 °С; средства измерений атмосферного давления в	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: $\pm 5$ гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: $\pm 3$ %	
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $-45^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$ , ПГ: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: $\pm 5$ гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: $\pm 3$ %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
	Средство измерений силы постоянного тока в диапазоне от 5 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 4 \cdot 10^{-6} \text{ е. м. р.}) \text{ А}$	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
	Средство измерений электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 10 Ом до 1ГОм	
	Средство воспроизведений силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 5 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 5 \cdot 10^{-4}) \text{ А}$	Калибратор многофункциональный 5522А, рег. № 76322-19
Средство воспроизведений электрического сопротивления постоянному току от 0,001 Ом до 1,1 Гом, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(2,8 \cdot 10^{-5} \cdot R + 1,5 \cdot 10^{-3}) \text{ Ом}$		

5.2 Все средства поверки должны быть поверены (сведения о результатах поверки средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

5.3 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

## 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.2.007.0-75, и требования безопасности, установленные в руководстве по эксплуатации на систему и эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемую систему, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

## **7. Внешний осмотр средства измерений**

7.1. При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие маркировки и комплектности системы, а также ее составных частей требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие дефектов и механических повреждений, влияющих на работоспособность системы, наличие необходимых знаков поверки на ИП;
- исправность всех органов управления, настройки и передачи информации;
- четкость всех надписей на лицевых панелях ИП;
- соответствие типов и заводских номеров фактически используемых измерительных преобразователей типам и заводским номерам, указанным в эксплуатационной документации на систему.

7.2 Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются все требования п.7.1.

7.3 В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается до устранения замечаний.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделом 3 настоящей МП-546/02-2023.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений

8.2.1 Подготавливают систему к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2.2 Подготавливают средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2.3 Проверяют информацию в ФГИС «Аршин» о сроках очередной поверки ИП и эталонов.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Проверку общего функционирования системы (подсистем, входящих в состав системы), средств измерений, входящих в состав систем проводят в процессе тестирования при их запуске в соответствии с руководством по эксплуатации на приборы.

8.3.2. Подать напряжение питания в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.3 При помощи персонального компьютера (ПК) перейти в веб-интерфейс системы.

8.3.4 При помощи калибратора многофункционального подать максимальное значение силы постоянного тока на один из измерительных каналов и подождать обновления показаний.

8.3.5 Результаты проверки считаются положительными, если:

- отсутствует информация об отказах элементов, входящих в состав систем;
- на дисплее датчиков ИК индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;
- на мнемосхемах верхнего уровня (центральной операторной) для всех измерительных каналов поверяемой системы (подсистемы) индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;
- показания измерительного канала изменяются.

## **9. Проверка программного обеспечения**

9.1 Для проверки соответствия версий ПО, необходимо воспользоваться руководством по эксплуатации и следовать инструкциям соответствующей части системы СНКВ контроллера или программной оболочки. Для получения права доступа к ПО необходимо использовать соответствующие уровни доступа пароли.

9.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- во встроенном ПО системы СНКВ в разделе «Tools» открывают вкладку «About»;
- считывают номер версии ПО во всплывающем окне.

9.3 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения средства измерений (номер версии) не ниже, указанных в описании типа средства измерений.

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

10.1 Поверка измерительных преобразователей, входящих в состав измерительных каналов (ИК) системы.

- При проведении поэлементной поверки входящие в состав ИК измерительные преобразователи демонтируют. Их поверку проводят в соответствии с методиками поверки на измерительные преобразователи в соответствии с п. 2.4.1.

- До проведения демонтажа измерительных преобразователей проверяют наличие информации о сроках их поверки в ФГИС «Аршин». Необходимость демонтажа и проведения поверки измерительных преобразователей оценивается исходя из следующих требований: если срок до очередной поверки менее 11 месяцев для СИ с межповерочным интервалом 1 год и менее 12 месяцев для СИ с межповерочным интервалом более 1 года измерительные преобразователи должны пройти поверку. Срок до очередной поверки должен рассчитываться от даты окончания выполнения работ по поверке системы.

10.2 Определение метрологических характеристик для ИК

10.2.1 Определение метрологических характеристик для ИК содержания определяемых компонентов проводят в следующей последовательности:

1) проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки на ИП, предназначенных для измерения концентрации определяемых компонентов в промышленных выбросах поверяемой системы, согласно таблице 2;

2) подготавливают систему для измерений согласно её ЭД и ЭД СИ, входящих в систему;

3) отключают от системы ИП;

4) к поверяемому ИК подключают калибратор в установленном режиме имитации постоянного тока;

5) выбирают 5 проверяемых точек внутри диапазона измерений содержания определяемых компонентов, соответствующих значениям содержания определяемых компонентов:  $C_{\min}$ ,  $0,25C_{\max}$ ,  $0,5C_{\max}$ ,  $0,75C_{\max}$ ,  $C_{\max}$ , соответствующие установленным на калибраторе точкам 4; 8; 12; 16; 20 мА.

где  $C_{\min}$  – минимальное значение содержания определяемых компонентов,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ ;

$C_{\max}$  – максимальное значение содержания определяемых компонентов,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ .

6) для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$  на графическом дисплее системы;

7) значение сигнала силы тока пересчитывают в значение содержания определяемых компонентов по формуле (1):

$$C_{\text{эт}} = \left( \left( \frac{I_{\text{эт}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \cdot (C_{\max} - C_{\min}) \right) + C_{\min}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{эт}}$  – рассчитанное значение содержания определяемых компонентов,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ ;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, поданное с помощью калибратора, мА;

$I_{\min}$  и  $I_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$C_{\min}$  и  $C_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений содержания определяемых компонентов,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ ;

8) приведенную погрешность канала содержания определяемых компонентов в каждой проверяемой точке определяют по формуле (2):

$$\gamma C = \frac{C_{\text{изм}i} - C_{\text{эт}i}}{C_{\text{max}} - C_{\text{min}}} \cdot 100 (\%), \quad (2)$$

где  $C_{\text{эт}i}$  – значение содержания определяемых компонентов, заданное калибратором (рассчитывается по формуле 1),  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ .

$C_{\text{изм}i}$  – значение содержания определяемых компонентов,  $\text{млн}^{-1}$ , %,  $(\text{мг}/\text{м}^3)$ .

Результат проверки диапазона измерений и определения допускаемой погрешности измерений ИК считают положительным, если рассчитанные значения погрешностей ИК не превышают пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.2.2 Определение метрологических характеристик для ИК абсолютного/дифференциального давления промышленных выбросов проводят в следующей последовательности:

1) проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки на ИП, предназначенных для измерения абсолютного/дифференциального давления промышленных выбросов проверяемой системы, согласно таблице 2;

2) подготавливают систему для измерений согласно её ЭД и ЭД СИ, входящих в систему;

3) отключают от системы ИП;

4) к проверяемому ИК подключают калибратор в установленном режиме имитации постоянного тока;

5) выбирают 5 проверяемых точек внутри диапазона измерений абсолютного/дифференциального давления, соответствующих значениям абсолютного/дифференциального давления:  $P_{\text{min}}$ ,  $0,25P_{\text{max}}$ ,  $0,5P_{\text{max}}$ ,  $0,75P_{\text{max}}$ ,  $P_{\text{max}}$ , соответствующие установленным на калибраторе точкам 4; 8; 12; 16; 20 мА.

где  $P_{\text{min}}$  – минимальное значение абсолютного/дифференциального давления, кПа;

$P_{\text{max}}$  – максимальное значение абсолютного/дифференциального давления, кПа.

6) для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала, кПа, на графическом дисплее системы;

7) значение сигнала силы тока пересчитывают в значение абсолютного/дифференциального давления по формуле (3):

$$P_{\text{эт}} = \left( \left( \frac{I_{\text{эт}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \right) \cdot (P_{\text{max}} - P_{\text{min}}) \right) + P_{\text{min}}, \quad (3)$$

где  $P_{\text{эт}}$  – рассчитанное значение абсолютного/дифференциального давления, кПа;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, поданное с помощью калибратора, мА;

$I_{\text{min}}$  и  $I_{\text{max}}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$P_{\text{min}}$  и  $P_{\text{max}}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений абсолютного/дифференциального давления, кПа;

8) приведенную погрешность канала абсолютного давления в каждой проверяемой точке определяют по формуле (4):

$$\gamma P = \frac{P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i}}{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}} \cdot 100 (\%), \quad (4)$$

где  $P_{\text{эт}i}$  – значение абсолютного/дифференциального давления, заданное калибратором (рассчитывается по формуле 3), кПа.

$P_{\text{изм}i}$  – значение абсолютного/дифференциального давления, кПа.

Результат проверки диапазона измерений и определения допускаемой погрешности измерений ИК считают положительным, если рассчитанные значения погрешностей ИК не превышают пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице А.2 Приложения А.

10.2.3 Определение метрологических характеристик для ИК температуры промышленных выбросов проводят в следующей последовательности:

1) проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки на ИП, предназначенных для измерения температуры промышленных выбросов поверяемой системы, согласно таблице 2;

2) подготавливают систему для измерений согласно её ЭД и ЭД СИ, входящих в систему;

3) отключают от системы ИП;

4) к поверяемому ИК подключают калибратор в установленном режиме имитации постоянного тока либо электрического сопротивления постоянному току для термопреобразователей сопротивления;

5) электрическое сопротивление находят для соответствующего типа термопреобразователей сопротивления по таблицам ГОСТ 6651 значения сопротивления «Ом» для соответствующих им значений температуры;

6) выбирают 5 проверяемых точек внутри диапазона измерений температуры, соответствующих значениям температуры:  $T_{\min}$ ,  $0,25T_{\max}$ ,  $0,5T_{\max}$ ,  $0,75T_{\max}$ ,  $T_{\max}$  соответствующие установленным на калибраторе точкам 4; 8; 12; 16; 20 мА и точкам электрического сопротивления согласно п.10.1.3 -5).

где  $T_{\min}$  – минимальное значение температуры, °С;

$T_{\max}$  – максимальное значение температуры, °С.

7) для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала, °С, на графическом дисплее системы;

8) значение сигнала силы тока пересчитывают в значение температуры по формуле (5):

$$T_{\text{эт}} = \left( \left( \frac{I_{\text{эт}}(R_{\text{эт}}) - I_{\min}(R_{\min})}{I_{\max}(R_{\max}) - I_{\min}(R_{\min})} \right) \cdot (T_{\max} - T_{\min}) \right) + T_{\min}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{эт}}$  – рассчитанное значение температуры, °С;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, поданное с помощью калибратора, мА;

$I_{\min}$  и  $I_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$R_{\text{эт}}$  – значение электрического сопротивления постоянному току, поданное с помощью калибратора, Ом;

$R_{\min}$  и  $R_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений электрического сопротивления постоянному току контроллера, Ом;

$T_{\min}$  и  $T_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений температуры, °С;

9) абсолютную погрешность канала температуры в каждой проверяемой точке определяют по формуле (6):

$$\Delta = T_{\text{эти}} - T_{\text{изм } i}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{эти}}$  – значение температуры, заданное калибратором (рассчитывается по формуле 5), °С.

$T_{\text{изм } i}$  – значение температуры, °С.

Результат проверки диапазона измерений и определения допускаемой погрешности измерений ИК считают положительным, если рассчитанные значения погрешностей ИК не превышают пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице А.2 Приложения А.

10.2.4 Определение метрологических характеристик для ИК объемного расхода промышленных выбросов проводят в следующей последовательности:

1) проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки на ИП, предназначенных для измерения объемного расхода промышленных выбросов поверяемой системы, согласно таблице 2;

2) подготавливают систему для измерений согласно её ЭД и ЭД СИ, входящих в систему;

3) отключают от системы ИП;

4) к поверяемому ИК подключают калибратор в установленном режиме имитации постоянного тока;

5) выбирают 5 проверяемых точек внутри диапазона измерений объемного расхода, соответствующих значениям объемного расхода:  $Q_{\min}$ ,  $0,25Q_{\max}$ ,  $0,5Q_{\max}$ ,  $0,75Q_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ , соответствующие установленным на калибраторе точкам 4; 8; 12; 16; 20 мА.

где  $Q_{\min}$  – минимальное значение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{\max}$  – максимальное значение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч.

6) для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала, м<sup>3</sup>/ч, на графическом дисплее системы;

7) значение сигнала силы тока пересчитывают в значение объемного расхода по формуле (7):

$$Q_{\text{эт}} = \left( \left( \frac{I_{\text{эт}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \cdot (Q_{\max} - Q_{\min}) \right) + Q_{\min}, \quad (7)$$

где  $Q_{\text{эт}}$  – рассчитанное значение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, поданное с помощью калибратора, мА;

$I_{\min}$  и  $I_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$Q_{\min}$  и  $Q_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;

Относительную погрешность канала объемного расхода в каждой проверяемой точке определяют по формуле (8):

$$\delta Q = \frac{Q_{\text{изм}i} - Q_{\text{эт}i}}{Q_{\text{эт}i}} \cdot 100 (\%), \quad (8)$$

где  $Q_{\text{эт}i}$  – значение объемного расхода, заданное калибратором (рассчитывается по формуле 7), м<sup>3</sup>/ч.

$Q_{\text{изм}i}$  – значение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч.

Результат проверки диапазона измерений и определения допустимой погрешности измерений ИК считают положительным, если рассчитанные значения погрешностей ИК не превышают пределов допустимой погрешности, указанных в таблице А.2 Приложения А.

10.2.5 Определение метрологических характеристик для ИК скорости газового потока промышленных выбросов проводят в следующей последовательности:

1) проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки на ИП, предназначенных для измерения объемного расхода промышленных выбросов поверяемой системы, согласно таблице 2;

2) подготавливают систему для измерений согласно её ЭД и ЭД СИ, входящих в систему;

3) отключают от системы ИП;

4) к поверяемому ИК подключают калибратор в установленном режиме имитации постоянного тока;

5) выбирают 5 проверяемых точек внутри диапазона измерений скорости газового потока, соответствующих значениям скорости газового потока:  $V_{\min}$ ,  $0,25V_{\max}$ ,  $0,5V_{\max}$ ,  $0,75V_{\max}$ ,  $V_{\max}$ , соответствующие установленным на калибраторе точкам 4; 8; 12; 16; 20 мА.

где  $V_{\min}$  – минимальное значение скорости газового потока, м/с;

$V_{\max}$  – максимальное значение скорости газового потока, м/с.

6) для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала, м/с, на графическом дисплее системы;

7) значение сигнала силы тока пересчитывают в значение скорости газового потока по формуле (9):

$$V_{\text{эт}} = \left( \left( \frac{I_{\text{эт}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \cdot (V_{\max} - V_{\min}) \right) + V_{\min}, \quad (9)$$

где  $V_{\text{эт}}$  – рассчитанное значение скорости потока, м/с;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, поданное с помощью калибратора, мА;

$I_{\min}$  и  $I_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$V_{\min}$  и  $V_{\max}$  – соответственно нижний и верхний пределы измерений скорости потока, м/с;

Относительную погрешность канала скорости газового потока в каждой проверяемой точке определяют по формуле (10):

$$\delta V = \frac{V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i}}{V_{\text{эт}i}} \cdot 100, \quad (10)$$

где  $V_{\text{эт}i}$  – значение скорости потока заданное калибратором (рассчитывается по формуле 9), м/с.  
 $V_{\text{изм}i}$  – значение скорости потока, м/с.

Результат проверки диапазона измерений и определения допускаемой погрешности измерений ИК считают положительным, если рассчитанные значения погрешностей ИК не превышают пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице А.2 Приложения А.

### 10.3 Определение метрологических характеристик выходного канала

#### 10.3.1 Определение приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока.

Мультиметр 3458А (далее мультиметр) подключают к входному каналу силы постоянного тока Системы. С помощью программного обеспечения (ПО) через АРМ оператора воспроизводят силу выходного тока в точках равных 4; 8; 12; 16; 20 мА и определяют приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (11):

$$\gamma X = \frac{X_{\text{изм}i} - X_i}{X_{\text{в}}} \cdot 100 (\%), \quad (11)$$

где  $X_{\text{изм}i}$  – измеренное значение силы постоянного тока с помощью калибратора в  $i$ -ой точке, (мА);

$X_i$  – значение силы постоянного тока, воспроизводимое через ПО в  $i$ -ой точке, (мА);

$X_{\text{в}}$  – значение верхнего предела диапазона силы постоянного тока, (мА).

10.3.2 Результат определения допускаемой погрешности воспроизведения силы выходного тока считают положительным, если рассчитанное значение погрешности не превышает пределов, указанных в таблице А.3 Приложения А.

## 11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме.

11.2. При положительных результатах поверки система признается пригодной к

применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца системы или лица, представившего ее на поверку, организация, проводившая поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с действующим законодательством.

11.3. При отрицательных результатах поверки система признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на систему выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Метрологические характеристики**

Таблица А.1 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой погрешности измерительных каналов содержания определяемых компонентов в промышленных выбросах в условиях эксплуатации с устройством отбора и подготовки пробы (в соответствии с постановлением правительства РФ №1847 от 16.11.2020 г.)

Источники выбросов	Электростанция для собственных нужд	Технологические линии (ТЛ) 1-3	Печь нагрева газа регенерации 509-F-100	Газоперекачивающий агрегат (ГПА-25)	Пределы допускаемой приведенной погрешности <sup>1)</sup> , %
Определяемый компонент	Диапазон измерений <sup>2)</sup> концентрации определяемого компонента, млн <sup>-1</sup> , %, (мг/м <sup>3</sup> ) <sup>3)</sup>				
Оксид углерода (СО)	от 0 до 100 (от 0 до 116,19)	от 0 до 1000 (от 0 до 1162)	от 0 до 343 (от 0 до 400)	от 0 до 1000 (от 0 до 1164)	±20
Диоксид углерода (СО <sub>2</sub> )	от 0 до 10 % (от 0 до 182572)	от 0 до 20 % (от 0 до 365143)	-	-	±20
Оксид азота (NO)	от 0 до 100 (от 0 до 125)	от 0 до 200 (от 0 до 248)	от 0 до 160 (от 0 до 200)	от 0 до 300 (от 0 до 374)	±20
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	-	от 0 до 200 (от 0 до 382)	от 0 до 65 (от 0 до 125)	от 0 до 200 (от 0 до 382)	±20
Метан (СН <sub>4</sub> )	от 0 до 100 (от 0 до 67)	-	от 0 до 2250 (от 0 до 1497)	-	±20
Кислород (O <sub>2</sub> )	от 0 до 25 %	от 0 до 25 %.	от 0 до 25 %	-	±10

<sup>1)</sup> приведенная погрешность нормирована к верхнему значению диапазона измерений;

<sup>2)</sup> диапазоны измерений указаны с учетом требований постановления правительства РФ от 13.03.2019 № 263 п.5;

<sup>3)</sup> пересчет результатов измерений, выраженных в объемных долях, млн<sup>-1</sup>, в единицы массовой концентрации, мг/м<sup>3</sup>, осуществляется автоматически для условий 20 °С и 760 мм рт.ст.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики входных каналов без учета метрологических характеристик ПИП Системы непрерывного контроля выбросов загрязняющих веществ от источников выбросов ОАО «Ямал СПГ» в условиях эксплуатации

Входной сигнал ИК	Контролируемый технологический параметр			Пределы допускаемой погрешности
	Определяемый параметр	Единицы измерений	Диапазон измерений <sup>4)</sup>	
Сила постоянного тока от 4 до 20 мА	Температура промышленных выбросов	°С	от -50 до +500	±2 °С (абс.)
	Абсолютное давление промышленных выбросов	кПа	от 0 до 120	±1,5 % (привед.) <sup>3)</sup>
	Дифференциальное давление	кПа	от 0 до 130	±1,0 % (привед.) <sup>3)</sup>
	Скорость газового потока	м/с	от 1,0 до 10 от 10 до 40	±5,0 % (отн.) ±2,5 % (отн.)
	Объемный расход промышленных выбросов <sup>1)</sup>	м <sup>3</sup> /ч	от $S \times V_{\min}$ до $S \times V_{\max}$ , где $S$ – площадь поперечного сечения трубы, м <sup>2</sup> ; $V$ – скорость потока, м/с.	±20 % (отн.) <sup>2)</sup>
Электрическое сопротивление постоянному току, от 80,31 до 280,98 Ом	Температура промышленных выбросов	°С	от -50 до +500	±2 °С (абс.)

<sup>1)</sup> расчетное значение с учетом измерительного сечения, фактического места установки на дымовой трубе и скорости газового потока от 1,0 до 40 м/с;  
<sup>2)</sup> пределы допускаемой погрешности измерений объемного расхода с учетом погрешности измерения газового потока и площади сечения дымовой трубы;  
<sup>3)</sup> приведенные к верхнему значению диапазона измерений;  
<sup>4)</sup> единица младшего разряда измерительных каналов:  
 - температуры - 0,1 °С  
 - давления - 0,1 кПа  
 - скорости потока – 0,01 м/с  
 - расхода – 1 м<sup>3</sup>/ч

Таблица А.3 – Метрологические характеристики выходного сигнала

Выходной сигнал	Диапазон выходного сигнала	Пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности
Сила постоянного тока, мА	от 4 до 20	±1,0 %