

ОКП 42 1514
ТН ВЭД 9027 10 100 0

ГАЗОАНАЛИЗАТОР СТАЦИОНАРНЫЙ ИГМ-12
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МРБП.413347.005 РЭ

Санкт-Петербург
2016

Содержание

Введение	3
1. Назначение изделия	4
2. Технические характеристики	8
3. Комплектность	10
4. Устройство и работа.....	11
5. Обеспечение взрывозащищенности	12
6. Маркировка и пломбирование.....	13
7. Упаковка	13
8. Указание мер безопасности	14
9. Особые условия применения.....	14
10. Использование по назначению	15
Приложение А.....	17
Приложение Б.....	21
Приложение В.....	23
Приложение Г	24
Приложение Д.....	25
Приложение Е	27
Приложение Ж	34
Приложение И.....	35
Приложение К	37

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, конструкции и принципа действия газоанализатора стационарного ИГМ-12 (в дальнейшем – газоанализатор). РЭ содержит основные технические данные, рекомендации по техническому обслуживанию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации, ремонта и хранения газоанализатора.

Область применения газоанализаторов – взрывоопасные зоны согласно маркировке взрывозащиты 1Exd[ib]IIB T4 X, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом.

Принцип измерений – инфракрасная адсорбция;

Метод пробоотбора – диффузионный.

Рабочее положение газоанализатора в пространстве – произвольное.

Режим работы – непрерывный.

Анализируемая среда – воздух рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88.

Исполнения газоанализатора приведены в приложении А

Газоанализатор подлежит поверке. Интервал между поверками: 2 года.

Пример записи обозначения газоанализатора в технических документах и при заказе:

"Датчик-газоанализатор стационарный ИГМ-12-2-А пропан, МРБП.413347.004ТУ".

Сокращения и обозначения, принятые в настоящем РЭ:

НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени;

ПГС – поверочная газовая смесь.

ПГ - преобразователь газовый.

1. Назначение изделия

1.1. Газоанализатор предназначен для автоматического, непрерывного измерения концентрации взрывоопасных углеводородных газов, предназначенные для автоматического, непрерывного измерения концентрации взрывоопасных углеводородных газов (CH_4 , C_3H_8 , C_6H_{14} , C_2H_6 , C_4H_{10} , $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$, C_5H_{12} , C_2H_4 , C_3H_6 , C_6H_6 , $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, CH_3OH) и диоксида углерода (CO_2) в окружающей атмосфере.

1.2. Газоанализатор имеет световую сигнализацию и передает измерительную информацию внешним устройствам в виде цифрового сигнала (RS-485 MODBUS® и HART), унифицированного аналогового сигнала постоянного тока ($4 \div 20$) мА и замыкания и размыкания контактов реле. Газоанализатор соответствует требованиям ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-1-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010, ГОСТ IEC 60079-29-1-2013, ГОСТ IEC 60079-14-2011, ГОСТ 27540-87, ГОСТ 26.011-80.

Область применения газоанализаторов – взрывоопасные зоны помещений и вблизи наружных технологических установок, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, согласно ГОСТ IEC 60079-14-2011 и маркировке взрывозащиты 1Exd[ib]IIB T4 X.

1.3. Газоанализатор предназначен для стационарной установки и состоит из трансмиттера МРБП.426477.001 и преобразователя газового МРБП.413311.103.

Преобразователи газовые МРБП.413311.103, в дальнейшем – ПГ, выполняют все метрологические операции по определению концентрации исследуемого газа, включая формирование цифрового сигнала и выходного аналогового сигнала токовой петли, содержащих информацию об измеренной концентрации. ПГ имеют встроенную флэш-память с градуировочными коэффициентами, которые автоматически считываются при подключении к трансмиттеру микропроцессором, что исключает необходимость индивидуальной калибровки (градуировки) преобразователей с трансмиттером.

Трансмиттер обеспечивает вывод информации об измеренной величине концентрации по цифровому последовательному интерфейсу RS-485 MODBUS®, а также отображение концентрации анализируемого газа на встроенном четырёхсимвольном семисегментном дисплее и световую индикацию (с помощью индикаторных светодиодов) наличия напряжения питания, превышения диапазона измерения и результатов самодиагностики, а также переключение встроенных реле в соответствии с таблицей 1.

Газоанализатор также снабжён разъёмом подключения HART-коммуникатора для возможности управления прибором (протоколы обмена по цифровым интерфейсам описаны в Приложении Е).

Газоанализатор имеет выходной унифицированный токовый сигнал (4...20) мА («активная» токовая петля) по ГОСТ 26.011-80 со следующими характеристиками:

- гальваническая развязка от цепи питания;
- сопротивление нагрузки в цепи токового выхода не более 500 Ом;
- диапазон изменений значения выходного токового сигнала от 0,5 до (22 ± 1) мА.

Диапазон (4..20) мА используется для передачи текущего значения загазованности, диапазон (0..4) мА для передачи служебных и диагностических сигналов, значение (22 ± 1) мА для передачи сигнала превышения диапазона измерения.

Номинальная статическая функция преобразования описана в Приложении Д.

Метрологически значимым является вывод информации по цифровому последовательному интерфейсу, величины погрешностей измерения которого приведены в приложении А. Для аналогового выхода (4...20) мА определена дополнительная погрешность отображения данных, которая не должна превышать $\pm 1\%$.

В газоанализаторе имеются три независимых реле с нагрузочной способностью (60В, 1А), переключаемых по превышению предупредительного и аварийного порога, а также при возникновении неисправности. Имеется возможность настраивать концентрационные пороги переключения реле по интерфейсам HART и RS-485.

В газоанализаторе имеются 2 магнитных датчика («Уст.0» и «Шкала»), реагирующих на поднесение постоянного магнита, что позволяет производить процедуры установки «0» и масштабирования шкалы непосредственно во взрывоопасной зоне (процедура описана в приложении И).

Таблица 1

Режим	Светодиоды				Индикатор	Токовый выход (мА)	Контакты реле (по умолчанию)		
	зелёного цвета	красного цвета	жёлтого цвета «Неиспр»	синего цвета			«Диагн»	«Порог1»	«Порог2»
1. Нет питания	-	-	-	-	-	-	разомкн	разомкн	разомкн
2. Измерение и контроль уставок (штатный режим работы)	вкл	выкл	выкл	...	значение концентрации	4 ÷ 20	замкн	разомкн	разомкн
3. Превышен Порог 1	вкл	вкл.	выкл	...	значение концентрации	4 ÷ 20	замкн	замкн	разомкн
4. Превышен Порог 2	вкл	мигает	выкл.	...	значение концентрации	4 ÷ 20	замкн	замкн	замкн
5. Превышен диапазон измерения	мигает	мигает	выкл.	...	мигает значение концентрации (отображается значение $\geq 100\%$ НКПР)	22 ÷ 24	замкн	замкн	замкн
6. Тест индикации	вкл.	вкл.	вкл.	вкл.	полностью зажжён	2	разомкн	разомкн	разомкн
7. Информация	вкл.	мигает	выкл.	выкл.	версия и CRC ПО	2	разомкн	разомкн	разомкн
8. Прогрев	вкл.	выкл.	мигает (защита отключена)	...	мигают символы «----»	2	замкн	разомкн	разомкн
9. Неисправность	выкл.	выкл	вкл (защита отключена)	...	отображается код неисправности с символом 'Е' в первой позиции	3	разомкн	разомкн	разомкн
10. Неисправность 0x08 (обрыв шины индикации)	выкл.	выкл	вкл. (защита	...	отображается надпись «E08h»	...	разомкн	разомкн	разомкн

			отключена)						
11. Данные по RS485	...	...	...	вкл.	...	...	...	...	...
13. Реакция на поднесённый магнит	выкл. (вкл. при неисправности)	...	...	...	...	...	...	...	...
14. Режим градуировки и установки 0 с помощью магнита	вкл.	...	ми- гает (за- щита от- ключена)	...	1. при входе в режим отображается 1 секунду надпись «SPEC» 2. значение концентра- ции	2	за- мкн	разо- мкн	разо- мкн

Примечания:

«...» - возможно любое значение

«-» - отсутствие индикации

1.4. Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды – от минус 60 до плюс 60 °С.

Примечание:

1) запуск газоанализатора – подача напряжения питания – допускается только при температурах не ниже минус 55 °С;

2) Температура в месте ввода кабеля при максимальной эксплуатационной температуре окружающей среды может превышать +100°С, поэтому необходимо применять кабельные вводы E1FW, E1FX (либо аналог), а выбор подключаемого кабеля производить исходя из соответствия допустимой температуры его применения, составляющей не менее +130°С.

- содержание механических и агрессивных примесей в контролируемой среде, не должно превышать уровня предельно допустимой концентрации согласно ГОСТ 12.1.005.
- относительная влажность от 20 до 96 % без образования конденсата;
- атмосферное давление от 80 до 120 кПа;
- содержание механических и агрессивных примесей в контролируемой среде не должно превышать уровня ПДК согласно ГОСТ 12.1.005.

1.5. Климатическое исполнение газоанализатора – О1, тип атмосферы I по ГОСТ 15150.

2. Технические характеристики

2.1 Вид и уровень взрывозащиты газоанализатора соответствует 1Exd[ib]IIB T4 X по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-1-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010.

2.2 Степень защиты человека от поражения электрическим током газоанализатора соответствует классу III по ГОСТ 12.2.007.0.

2.3 Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц газоанализатора соответствует коду IP67 по ГОСТ 14254 (МЭК 60529).

2.4 Габаритные размеры газоанализатора, мм, не более: 240×260×130.

2.5 Масса газоанализатора, кг, не более:

- для исполнений ИГМ-12 – х-А (алюминиевый корпус) 2,5;
- для исполнения ИГМ-12 – х-С (стальной корпус) 3,5.

2.6 Напряжение питания газоанализатора, В: 12-32 постоянного тока.

2.7 Мощность, потребляемая газоанализатором, не более:

- при температуре окружающей среды ниже минус 40°C (включён дополнительный подогрев внутренних элементов газоанализатора, мощность нагревателя – не более 10 Вт) 11 Вт;
- при температуре окружающей среды выше минус 40°C 1,0 Вт.

2.8 Время прогрева газоанализатора при температуре окружающей среды выше минус 40°C, не более: 120 с

2.9 Диапазон измерений и предел основной погрешности для исполнений газоанализатора в соответствии с таблицей А.1 приложения А.

2.10 Дополнительная погрешность измерений:

Предел дополнительной погрешности измерений при изменении температуры, давления и влажности окружающей среды должен соответствовать таблице А.2 Приложения А

Пределы допускаемой дополнительной погрешности за счет изменения атмосферного давления в диапазоне св. 80 кПа до 98 кПа и св. 104,6 кПа до 120 кПа, в долях от пределов допускаемой основной погрешности, не более 1,0

Пределы допускаемой дополнительной погрешности за счет изменения относительной влажности окружающей среды в пределах от 20 до 96 % (без конденсации) на каждые 10 %, в долях от пределов допускаемой основной погрешности, не более 0,2

2.11 Время установления выходного сигнала газоанализатора по уровню 0,9, с, не более

- для исполнений ИГМ-12-01-Х и ИГМ-12-14-Х 30
- для исполнений ИГМ-12-02-Х 40
- для исполнений с ИГМ-12-03-Х по ИГМ-12-13-Х 60

2.12 Сопротивление нагрузки цепи токовой петли, Ом, не более: 500.

2.13 Газоанализатор устойчив к воздействию вибраций в диапазоне частот 10...30 Гц с полным смещением 1мм и в диапазоне частот 31...150 Гц с амплитудой ускорения 19,6 м/с² (2g) по ГОСТ Р 52931-2008.

2.14 Газоанализатор устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля в диапазоне от 80 до 1000 МГц (излучение источников общего применения), а также в диапазоне от 800 до 960 МГц и от 1,4 до 2,5 ГГц (излучение цифровых радиотелефонов и других радиочастотных излучающих устройств) по ГОСТ 30804.4.3-2013, напряженность электромагнитного поля до 3 В/м.

2.15 Газоанализатор в транспортной таре устойчив к воздействию внешних факторов в пределах:

- температура окружающего воздуха от минус 65 до 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 20 до 96% без образования конденсата;
- атмосферное давление от 80 до 120 кПа.

2.16 Средняя наработка на отказ газоанализатора - не менее 100 000 часов. Критерий отказа – неустранимый выход основной погрешности за допустимые пределы, невыполнение функционального назначения.

2.17 Полный средний срок службы газоанализатора – 15 лет.

2.18 Предел допускаемой вариации выходного сигнала газоанализаторов, в долях от предела допускаемой основной погрешности 0,5

3. Комплектность

3.1 Типовой комплект поставки газоанализатора приведен в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Газоанализатор ИГМ-12 -Х-Х	МРБП.413347.005	1
Взрывозащищенный кабельный ввод ¹⁾	-	1
Взрывозащищенная заглушка	-	1
Упаковка	МРБП.413935.006	1
Паспорт	МРБП.413347.005 ПС	1
Руководство по эксплуатации ²⁾	МРБП.413347.005	1
Методика поверки ²⁾	МП-156-221-2016	1
Адаптер ПГС ²⁾	-	1
Магнит для калибровки ²⁾	-	1
Примечания: ¹⁾ Стандартный комплект. Допускается комплектование в количестве 2 шт. при согласовании с заказчиком. ²⁾ При групповой поставке в один адрес. Допускается комплектование в количестве, согласованном с заказчиком.		

4. Устройство и работа

4.1 Принцип действия

Принцип действия газоанализатора основан на избирательном поглощении инфракрасного излучения молекулами измеряемого газа в соответствующей области длин волн (например, для метана в районе 3,31 мкм).

Инфракрасное излучение светодиода проходит через измерительную газовую кювету диффузионного типа и попадает на 2 фотоприемника, один из которых регистрирует только излучение в диапазоне длин волн 3,31 мкм, а другой в диапазоне длин волн 3.5-3.7 мкм. Исследуемый газ, находящийся в кювете, поглощает излучение рабочей длины волны ($\lambda_p = 3,31$ мкм) и не влияет на излучение опорной длины волны ($\lambda_o = 3,65$ мкм). Амплитуда I_p рабочего сигнала фотоприемника изменяется при изменении концентрации в соответствии с выражением:

$$I_p / I_o = \exp \{ - [K(\lambda_p) - K(\lambda_o)] CL \}; \quad (1)$$

где:

$K(\lambda)$ - коэффициент поглощения на заданной длине волны;

L - оптическая длина кюветы;

C - измеряемая концентрация газа;

I_p, I_o - амплитуда сигналов на фотоприемнике.

Искомая концентрация газа находится по формуле:

$$C = -\ln(I_p/I_o) / (L [K(\lambda_p) - K(\lambda_o)]); \quad (2)$$

Используемый дифференциальный двухволновой метод регистрации позволяет устранить влияние паров воды, загрязнения оптических элементов и прочих неселективных помех, одинаково влияющих на оба канала.

4.2 Устройство и конструкция

Газоанализатор состоит из преобразователя газового (ПГ) и трансмиттера. В ПГ происходит вычисление измеренной концентрации газа по вышеописанному методу и преобразование полученного значения в аналоговый сигнал токовой петли 4-20мА, а также данные интерфейсов HART (накладывается «поверх» сигнала токовой петли) и UART. Данные интерфейса HART и сигнал токовой петли передаются трансмиттером на внешние линии газоанализатора без изменений, а данные UART преобразуются в данные интерфейса RS-485 MODBUS®, отображаются на встроенном цифровом четырёхсимвольном дисплее, а также используются для формирования выходных сигналов двух реле превышения порогов по концентрации и реле диагностики. Режим работы газоанализатора отображается также с помощью 4-х индикаторных светодиодов (см. таблицу 1). Кроме того, в трансмиттере формируются все напряжения питания, необходимые как для его собственного функционирования, так и для работы ПГ. Здесь же расположены магнитные датчики, посредством которых можно установить «0» и произвести масштабирование шкалы ПГ, а также клеммные колодки пружинного типа, обеспечивающие лёгкое присоединение проводников внешних кабелей без использования дополнительного инструмента. ПГ имеют встроенную флэш-память с градуировочными коэффициентами, которые автоматически считываются при подключении к трансмиттеру микропроцессором, что исключает необходимость индивидуальной калибровки (градуировки) преобразователей с трансмиттером.

Конструктивно трансмиттер выполнен в металлическом корпусе с окном для цифрового дисплея и индикаторных светодиодов и кабельными вводами, в который устанавливается ПГ (вкручивается в предназначенное для этого отверстие с резьбой). Совместно с установленным ПГ этот корпус представляет из себя взрывонепроницаемую оболочку, внутри которой расположены все устройства газоанализатора за исключением газового сенсора, который подключён к остальным устройствам газоанализатора по искробезопасным цепям.

Габаритный чертёж газоанализатора приведен в Приложении Г настоящего РЭ.

Включение и выключение газоанализатора осуществляется автоматически при подаче внешнего электропитания. В случае включения газоанализатора при сверхнизких температурах

(ниже минус 40°C), устройство газоанализатора изначально инициирует включение подогревателя внутренних узлов устройства без подачи питания на основные цепи. При достижении внутренней температуры газоанализатора температуры минус 40°C, нагреватель отключается и производится автоматическая подача питания на основные цепи газоанализатора. Примечание – повторное включение нагревателя не приводит к отключению питания прибора.

Схемы подключения – согласно рисунку Б.1 Приложения Б и указаниям раздела 9 настоящего РЭ.

Температура в месте ввода кабеля при максимальной эксплуатационной температуре окружающей среды может превышать +100°C, поэтому необходимо применять кабельные вводы E1FW, E1FX (либо аналог), а выбор подключаемого кабеля производить исходя из соответствия допустимой температуры его применения, составляющей не менее +130°C.

Выполнение ПГ в отдельном от трансмиттера корпусе позволяет легко отсоединить ПГ для замены/поверки/калибровки. Однако при этом необходимо установить в отверстие трансмиттера, предназначенное для ПГ, заглушку, чтобы не нарушить взрывонепроницаемость оболочки.

5. Обеспечение взрывозащищенности

5.1 Взрывозащищенность газоанализатора обеспечивается видами взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" по ГОСТ Р МЭК 60079-1-2011, "искробезопасная электрическая цепь" уровня "ib" по ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 с маркировкой взрывозащиты 1Exd[ib]IIB T4 X по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011. Чертеж средств взрывозащиты представлен в Приложении В.

5.2 Взрывозащищенность газоанализатора достигнута за счет:

- заключения токоведущих частей газоанализатора во взрывонепроницаемую оболочку с щелевой взрывозащитой в местах сопряжения деталей и узлов взрывонепроницаемой оболочки, способной выдержать давление взрыва и исключить передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду. Сопряжения деталей на чертеже обозначены словом «Взрыв» с указанием допустимых параметров взрывозащиты для резьбовых взрывонепроницаемых соединений: число полных неповрежденных витков резьбы, осевой длины и шага резьбы, согласно требованиям по ГОСТ ИЕС 60079-1-2011;
- заливки узла сопряжения с оптическим сенсором по ГОСТ ИЕС 60079-1-2011;
- использования для подвода внешних цепей взрывозащищённого кабельного ввода;
- предохранения от самоотвинчивания всех элементов, крепящих детали, обеспечивающих взрывозащиту газоанализатора;
- механической прочностью оболочки газоанализатора, соответствующей ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011;
- защиты от коррозии консистентной смазкой всех поверхностей, обозначенных словом "Взрыв";
- ограничения температуры нагрева наружных частей газоанализатора (105 °C);
- вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" достигается за счет ограничения параметров электрических цепей барьера искрозащиты модуля питания и интерфейса датчика до искробезопасных значений в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010;
- обеспечения необходимых электрических зазоров и путей утечек по ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010;
- наличия предупредительной надписи на крышке корпуса газоанализатора "Во взрывоопасных зонах не вскрывать!"

Знак X, стоящий после маркировки взрывозащиты, означает, что при эксплуатации газоанализатора следует соблюдать особые условия. Особые условия – по п. 9.1 настоящего РЭ.

6. Маркировка и пломбирование

6.1 Маркировка газоанализатора содержит:

- наименование и товарный знак предприятия–изготовителя;
- наименование и обозначение газоанализатора;
- месяц и год изготовления;
- номер газоанализатора по системе нумерации предприятия–изготовителя;
- диапазон измерений;
- знак соответствия продукции по ГОСТ Р 50460;
- знак утверждения типа по МИ 3290 с изменениями 1,2,3;
- обозначение взрывозащиты;
- предупредительную надпись «Открывать отключив от сети!»;
- код IP;
- диапазон рабочих температур;
- параметры напряжения питания;
- название органа сертификации и номер сертификата;
- знак заземления.

7. Упаковка

7.1 Газоанализатор и эксплуатационная документация уложен в коробку из картона. Картонная коробка с газоанализатором оклеена полиэтиленовой лентой с липким слоем.

7.2 Срок защиты без переконсервации – 1 год.

8. Указание мер безопасности

8.1 К работе с газоанализатором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке и изучившие настоящее РЭ.

8.2 Должны соблюдаться "Правила безопасности в газовом хозяйстве", утвержденные Госгортехнадзором и Приказ Минтруда России от 24.07.2013 №328н.

8.3 При работе с баллонами, содержащими поверочные газовые смеси под давлением, необходимо соблюдать требования техники безопасности согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденным Госгортехнадзором России от 18.04.95.

8.4 Ремонт газоанализатора должен проводиться только персоналом предприятия-изготовителя или лицами, уполномоченными предприятием-изготовителем для проведения ремонтных работ.

8.5 Перед включением газоанализатора проверяйте отсутствие внешних повреждений газоанализатора, сохранность пломб, наличие всех элементов крепления.

8.6 Запрещается эксплуатировать газоанализатор, имеющий механические повреждения корпуса или нарушения пломбировки.

8.7 Корпус газоанализатора должен быть заземлен. Для заземления газоанализатора предусмотрен болт заземления.

8.8 Не допускается сбрасывание ПГС в атмосферу рабочих помещений при регулировке и поверке газоанализатора.

9. Особые условия применения

9.1 Особые условия применения, обозначенные знаком Х после маркировки взрывозащиты, включают в себя следующие требования:

- эксплуатацию и монтаж газоанализаторов должны осуществлять лица, знающие правила эксплуатации электроустановок во взрывоопасных зонах, изучившие руководство по эксплуатации, аттестованные и допущенные приказом администрации к работе с этими изделиями;

- прокладка кабелей во взрывоопасной зоне в соответствии с ПУЭ;
- при эксплуатации газоанализатор следует оберегать от ударов и падений;
- запрещается пользоваться газоанализаторами с поврежденным корпусом;
- монтаж и подключение газоанализаторей должен производиться при отключенном напряжении электропитания;

- подключение цепей питания и цепей интерфейсов газоанализатора ИГМ-12 должно производиться в соответствии с рис Б.1 Приложения Б, при этом напряжения в цепях не должны превышать значений U_m :

- для цепей питания $U_m = 32 \text{ В}$

- для цепей интерфейса RS-485 MODBUS $U_m = 12 \text{ В}$.

Температура в месте ввода кабеля при максимальной эксплуатационной температуре окружающей среды может превышать $+100^\circ\text{C}$, поэтому необходимо применять кабельные вводы E1FW, E1FX (либо аналог), а выбор подключаемого кабеля производить исходя из соответствия допустимой температуры его применения, составляющей не менее $+130^\circ\text{C}$.

10 Использование по назначению

10.1 Общие требования

10.1.1. К работе с газоанализатором допускаются лица, знающие правила эксплуатации электроустановок во взрывоопасных зонах, изучившие руководство по эксплуатации, аттестованные и допущенные приказом администрации к работе с этими изделиями.

10.2 Подготовка к работе

10.2.1. Если газоанализатор находился в транспортной упаковке при отрицательной температуре, выдержите его при температуре (10–35) °С не менее часа.

10.2.2. Снимите упаковку. Проверьте комплектность, наличие пломб, маркировки взрывозащиты, убедитесь в отсутствии механических повреждений.

10.3 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже

10.3.1. Монтаж газоанализатора на объекте должен производиться в соответствии с утвержденным в установленном порядке проектом размещения системы контроля, в составе которой используется газоанализатор.

10.3.2. При монтаже необходимо руководствоваться:

- главой 7.3. «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ)
- главой 3.4. «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» (ПЭЭП)
- «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

10.3.3. Электрические соединения должны соответствовать приложению Б. Температура в месте ввода кабеля при максимальной эксплуатационной температуре окружающей среды может превышать +100°С, поэтому необходимо применять кабельные вводы E1FW, E1FX (либо аналог), а выбор подключаемого кабеля производить исходя из соответствия допустимой температуры его применения, составляющей не менее +130°С.

10.3.4. Монтаж газоанализатора должен осуществляться в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

10.4 Порядок работы

10.4.1. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации.

10.4.2.1. При эксплуатации необходимо руководствоваться:

- главой 3.4. «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» (ПЭЭП)
- «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

10.4.1.2. Газоанализатор должен иметь наружное заземляющее устройство

10.4.2. Первичная проверка работоспособности газоанализатора

10.4.2.1. Подключение газоанализатора.

Подключите цепи питания и интерфейса в соответствии с рис. Б.1. Приложение Б

Подключение производить в соответствии с инструкцией Приложение Ж.

Примечание:

Газоанализатор поставляется с технологическим жгутом, предназначенным для предварительной проверки перед установкой на объекте. Назначение проводов технологического жгута маркировано бирками.

10.4.2.2. После включения газоанализатора в помещении с атмосферой, не содержащей примесей горючих газов, должна выполняться сигнализация и индикация в соответствии с таблицей 1.

10.4.2.3. После подачи внешнего питания на газоанализатор в течение двух минут на его аналоговом выходе присутствует ток 4 мА (при использовании аналогового выхода газоанализатора) или 0 значение концентрации при использовании цифрового интерфейса. По истечении 2-х минут газоанализатор автоматически контролирует содержание горючих газов в

воздухе рабочей зоны и на его выходе отображается концентрация в соответствии с Приложением Д или Е.

10.4.2.3. При достижении концентрации горючих газов пороговых значений, газоанализатор осуществляет индикацию и сигнализацию в соответствии с таблицей 1.

10.5 Техническое обслуживание

10.5.1. Техническое обслуживание (ТО) производится с целью обеспечения нормальной работы газоанализатора в течение его срока эксплуатации. ТО должно проводиться подготовленными лицами, знающими правила техники безопасности при работе с электроустановками во взрывоопасных зонах, изучившими настоящее РЭ, аттестованными и допущенными приказом администрации к работе с этими изделиями.

10.5.2. Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

- внешний осмотр газоанализатора – ежемесячно;
- периодическая проверка работоспособности – один раз в два месяца;
- очистка корпуса и металлокерамического фильтра газоанализатора – ежегодно.

10.5.3. Контроль работоспособности газоанализатора.

Проверка работоспособности производится газоанализатором автоматически, основные неисправности индицируются в соответствии с таблицей 1.

ВНИМАНИЕ! Для перевода газоанализатора в режим установки нуля и калибровки необходимо предварительно удерживать магнит «Уст. 0» в течение не менее 2 сек. При переходе в режим должен мигнуть желтый светодиод.

10.5.4. Установка «0» и калибровка газоанализатора производится раз в два года при подготовке к проведению поверки. Установка «0» и калибровка производится в соответствии с методикой (приложение И).

Установку «0» крайне рекомендуется производить непосредственно после монтажа на объекте перед запуском газоанализатора в эксплуатацию.

10.5.5. Поверка газоанализатора производится в соответствии с методикой поверки МП-156-221-2016

10.6 Транспортирование и хранение

10.5.1 Условия транспортирования – по условиям ОЖ4 по ГОСТ 15150.

10.5.2 Транспортирование газоанализаторов должно производиться всеми видами транспорта в закрытых транспортных средствах, а так же в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

10.5.3 Газоанализаторы в упаковке предприятия–изготовителя должны храниться на складах поставщика и потребителя в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150.

10.5.4 В атмосфере помещения для хранения не должно содержаться вредных примесей, вызывающих коррозию.

10.5.5 Газоанализаторы в упаковке предприятия–изготовителя следует хранить на стеллажах.

10.5.6 Расстояние между отопительными устройствами хранилищ и газоанализаторами должно быть не менее 0,5 м.

10.5.7 По истечении срока защиты без переконсервации газоанализаторы должны быть переконсервированы.

Приложение А

(обязательное)

Исполнения газоанализатора.

Конструктивное исполнение газоанализатора кодируется набором цифр, добавляемых к обозначению ИГМ-12:

ИГМ-12- 01-А

a b c

a - Модель газоанализатора

b – Исполнение газоанализатора по типу сенсора (Таблица А.1)

c - Материал корпуса:

А - алюминий;

С - нержавеющая сталь.

Таблица А.1 – Исполнении газоанализатора по измеряемому газу.

исполнение газоанализатора	Определяемый компонент	Диапазон показаний объемной доли определяемого компонента	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности
ИГМ-12-01-Х	метан (CH ₄)	от 0 до 4,4 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 4,4 % (от 0 до 100 % НКПР)	± (0,09% +3% отн.) (± (2 % НКПР +3% отн.))
ИГМ-12-02-Х	пропан (C ₃ H ₈)	от 0 до 1,7 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 1,7 %	± (0,03% +3% отн.) (± (2 % НКПР +3% отн.))
	н-гексан (C ₆ H ₁₄)	от 0 до 1,0 %	от 0 до 0,5 %	± 0.05%

ИГМ-12-03-X		(от 0 до 100 % НКПР)	(от 0 до 50 % НКПР)	± 5 % НКПР
ИГМ-12-04-X	Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 2,5 %	от 0 до 2,5 %	± 0,15 %
ИГМ-12-05-X	этан (C ₂ H ₆)	от 0 до 2,5 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 1,25 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.125% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-06-X	бутан (C ₄ H ₁₀)	от 0 до 1,4 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 0,7 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.07% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-07-X	и-бутан (i-C ₄ H ₁₀)	от 0 до 2,6 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 1,3 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.13% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-08-X	пентан (C ₅ H ₁₂)	от 0 до 1,4 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 0,7 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.07% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-09-X	этилен (C ₂ H ₄)	от 0 до 2,3 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 1,15 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.12% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-10-X	пропилен (C ₃ H ₆)	от 0 до 2,0 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 1,0 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.1% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-11-X	бензол (C ₆ H ₆)	от 0 до 1,2 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 0,6 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.06% (± 5 % НКПР)
	ацетон ((CH ₃) ₂ CO)	от 0 до 2,5 %	от 0 до 1,25 %	± 0.13%

ИГМ-12-12-X		(от 0 до 100 % НКПР)	(от 0 до 50 % НКПР)	(± 5 % НКПР)
ИГМ-12-13-X	метанол (CH ₃ OH)	от 0 до 5,5 % (от 0 до 100 % НКПР)	от 0 до 2,25 % (от 0 до 50 % НКПР)	± 0.28% (± 5 % НКПР)
ИГМ-12-14-X	метан (CH ₄)	от 0 до 100 %	от 0 до 100 %	± (0.05 % +4% отн.)

Примечания:

1) Значения НКПР в соответствии с ГОСТ 30852.19-2002;

2) Ввиду того, что газоанализаторы обладают чувствительностью к широкой номенклатуре органических веществ помимо указанных, пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов нормированы только для смесей, содержащих только один горючий компонент.

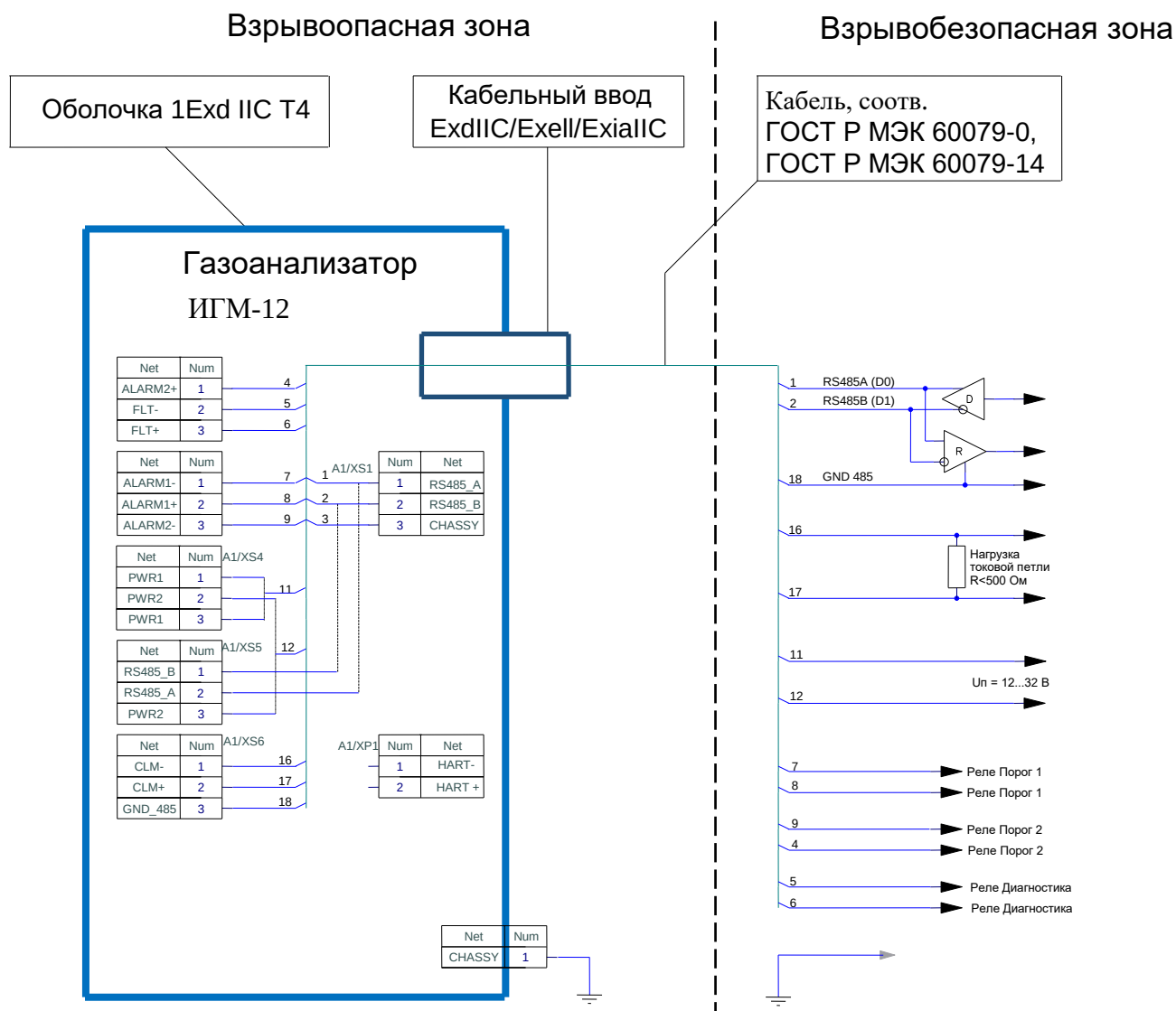
Таблица А.2 – Дополнительные погрешности исполнений газоанализатора при изменении температуры.

Исполнение газоанализатора	Диапазон измерения	Диапазоны температур окружающей и анализируемой сред при эксплуатации		
		Св. минус 10 °С до 15 °С и св. 25 °С до 40 °С	Св. минус 40 °С до минус 10 °С и св. 40 °С до 60 °С	Св. минус 60 °С до минус 40 °С
С ИГМ-12-01-Х по ИГМ-12-03-Х и с ИГМ-12-05-Х по ИГМ-12-14-Х (углеводороды C _n H _m)	От 0 до 50 % НКПР	± 5 % НКПР	± 10 % НКПР	± 15 % НКПР
	Св. 50 до 100 % НКПР	±10% отн.	±20% отн.	±30% отн.
ИГМ-12-04-Х (глекислый газ CO ₂)	От 0 до 2,0 % об.д.	± 0,2 % об.д.	не специфицировано	не специфицировано
	св. 2,0 до 2,5 % об.д.	±10% отн.		

Приложение Б

(обязательное)

Рисунок Б.1 – Схема подключения газоанализатора



1. Монтаж внешних цепей вести в соответствии с действующей нормативной документацией.
2. Контакты 3 разъёма A1/XS4 и разъёма A1/XS5 - резервные по питанию. Их назначение аналогично контактам 1 и 2 разъёма A1/XS4
3. Контакты 1 и 2 разъёма A1/XS5 - резервные по линиям интерфейса RS485. Их назначение аналогично контактам 2 и 1 разъёма A1/XS1
4. При необходимости согласования линии RS485-интерфейса в качестве оконечной нагрузки можно использовать встроенную цепь газоанализатора согласно РЭ.
5. Разъём A1/XP1 используется для подключения внешнего HART-коммуникатора. HART-переходник для подключения во взрывоопасной зоне поставляется отдельно.

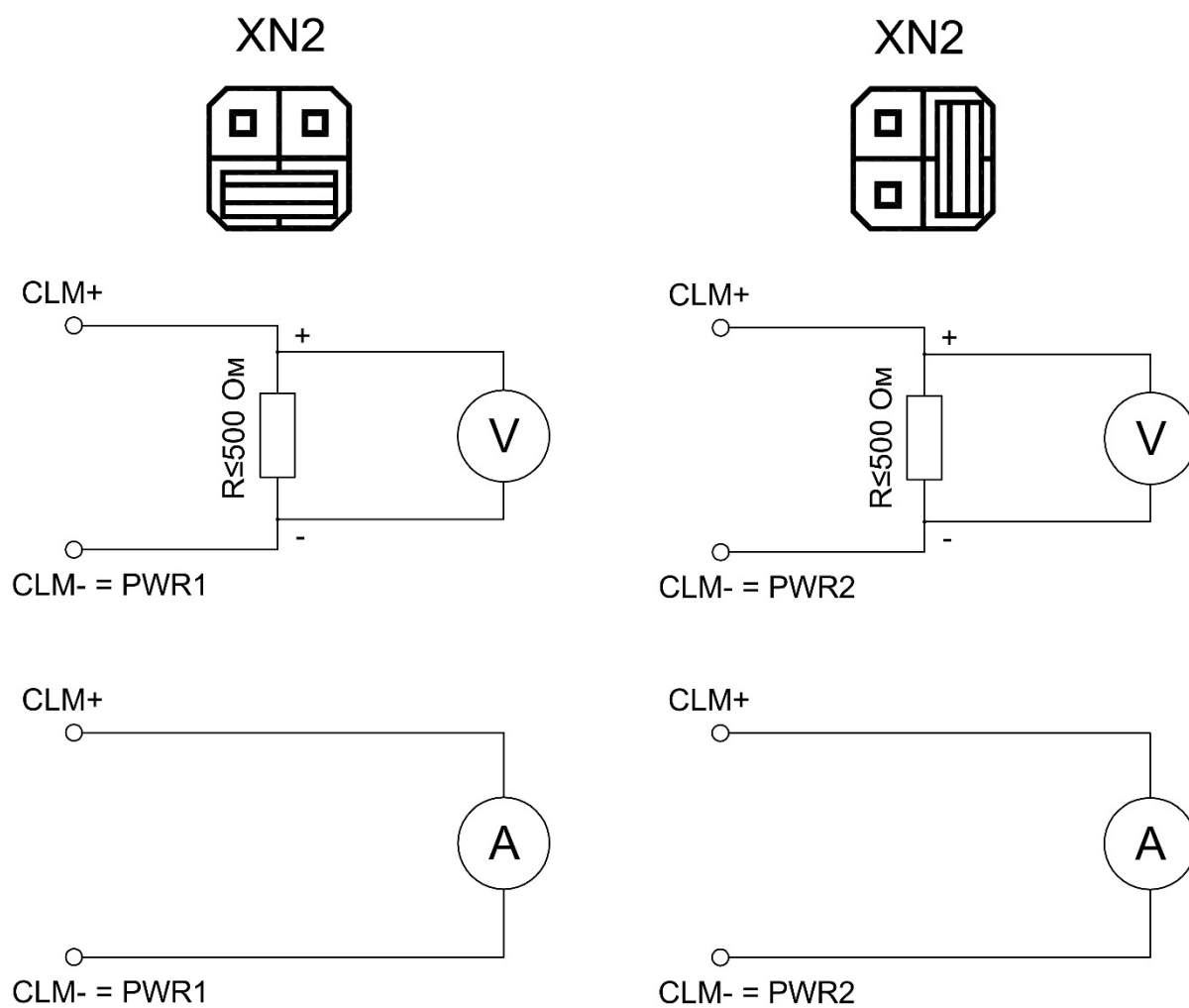
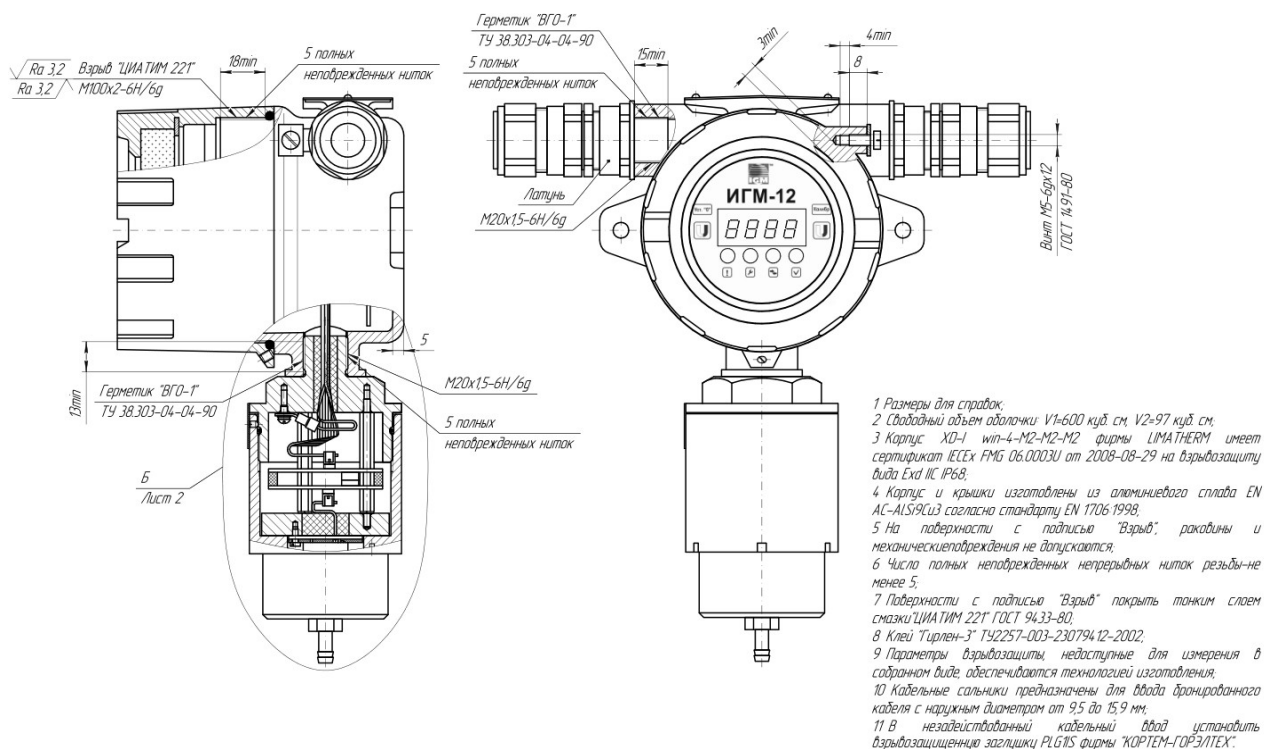


Рисунок Б.2 – Установка перемычки XN2 при подключении по трехпроводной линии: 2 провода питания и один провод CLM+ (активная токовая петля).
Заводская установка перемычек: XN2 CLM-=PWR2, XN1 RS 485 LOAD disable.

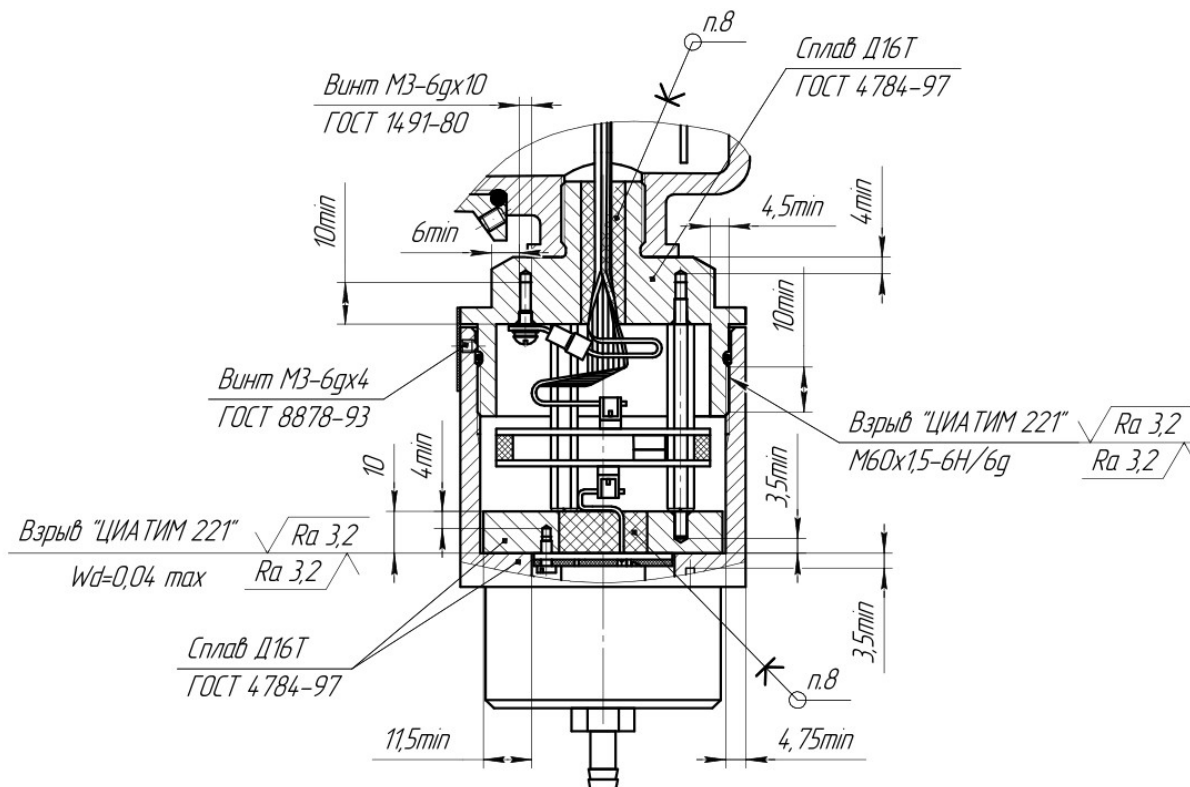
Приложение В

(обязательное)

Рисунок В.1 – Чертеж средств взрывозащиты газоанализатора ИГМ-12.

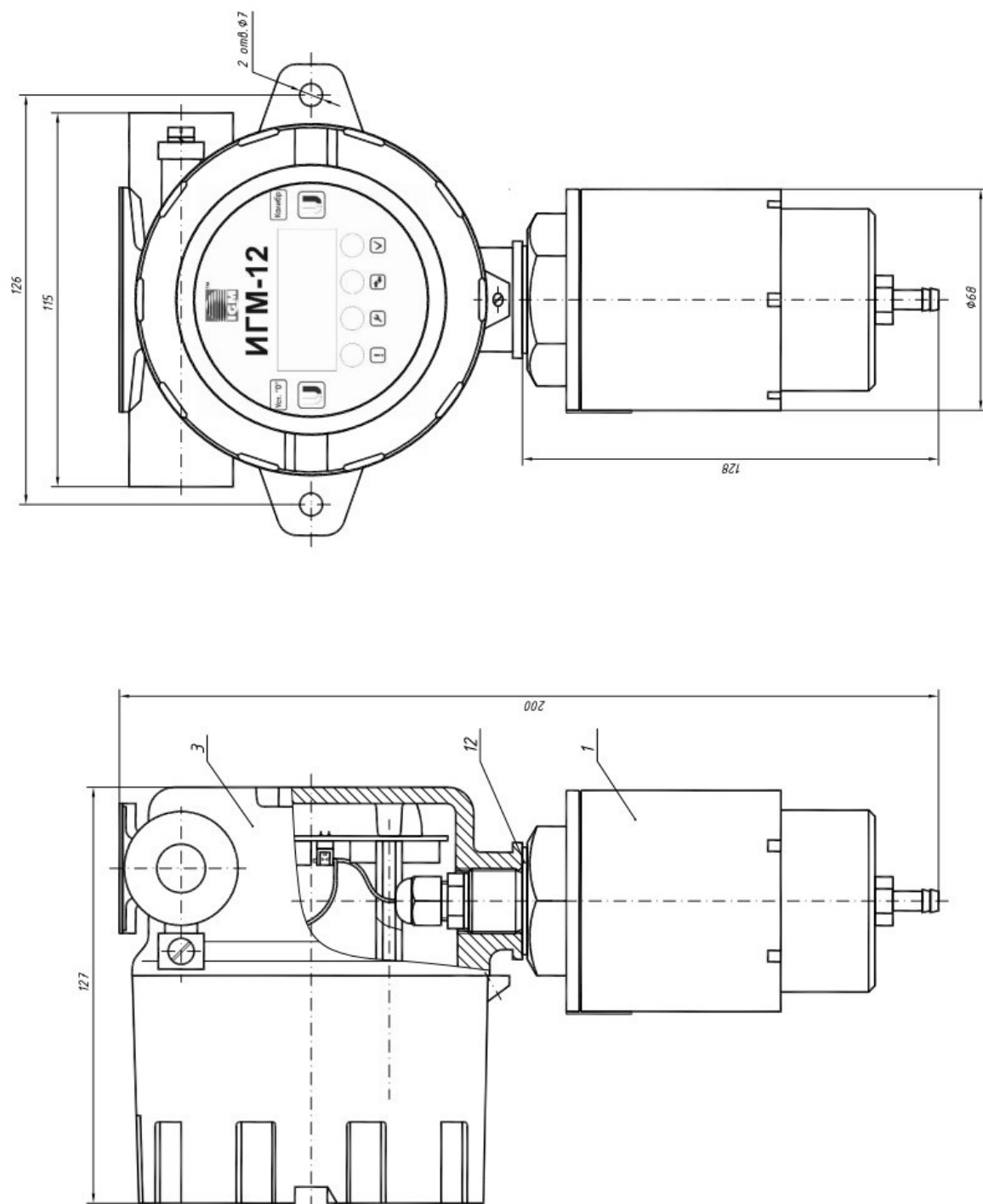


Б лист 1



Приложение Г

Рисунок Г.1 - Габаритный чертеж ИГМ-12.



Приложение Д

Д.1 Номинальная статическая функция преобразования

Для вывода информации по токовой петле номинальная статическая функция преобразования представлена зависимостью силы электрического тока выходного сигнала от концентрации определяемого компонента:

$$I_{ном} = 16 \cdot \frac{C_i}{C_{max}} + 4; \quad (Д.1)$$

где

$I_{ном}$ – выходной ток, мА

C_i – измеренная концентрация, % об.

C_{max} – максимальное значение объемной доли определяемого компонента, соответствующее выходному току 20 мА

Расчет измеренной концентрации проводится по формуле:

$$C = \frac{|I_j - I_0|}{\kappa}; \quad (Д.2)$$

где:

I_j – выходной ток газоанализатора в точке проверки (мА);

I_0 – начальный выходной ток газоанализатора 4 мА

κ – коэффициент преобразования:

$$\kappa = \frac{16 \text{ мА}}{C_{max} - C_{min}}; \quad (Д.3)$$

где:

C_{max} – максимальная концентрация диапазона измерения по таблице А.1 приложения А;

$C_{min} = 0$ – минимальная концентрация диапазона измерения (таблица А.1 приложения А).

Д.2 Инструкция по настройке сигналов токового выхода с помощью протокола Modbus RTU.

1. Необходимое оборудование.

- ПК оборудованный модулем интерфейса RS-232 или USB.
- Блок питания.
- Мультиметр.
- Преобразователь интерфейса RS-232 / RS-485 или USB / RS-485.

2. Необходимые инструменты и материалы.

- ПО с поддержкой протокола MODBUS для ПК.

1. Описание процедуры.

Предлагается следующая последовательность действий:

- 1) Подключить питание к прибору.
- 2) Подключить выход RS-485 сенсора через преобразователь к соответствующему порту ПК. Токовый выход - к нагрузке.
- 3) Запустить ПО. Найти адрес прибора.
- 4) Переключить прибор в режим имитации записью в регистр №4 значения 0x0200. Показания по концентрации = 0.

- 5) Измерить показания ТВ. Записать данное значение ($\text{мкА} \cdot 10$) в регистр №18 (например, 4,15мА соответствуют числу 0415). Показания ТВ должны быть = 4мА.
- 6) Записать в регистр №6 значение, равное 100%НКПР. Показания по концентрации 0999.
- 7) Измерить показания ТВ. Записать данное значение в регистр №18 (например, 20,10мА соответствуют числу 2010). Показания ТВ должны быть = 20мА.
- 8) Переключить прибор в рабочий режим записью в регистр №4 значения 0x0000.

Приложение Е

Протокол обмена

RS-485 (19200, 8-E-1).

Протокол: MODBUS RTU с поддержкой следующих команд:

- Чтение из прибора. Код команды 03 (Read Holding Registers),
- Запись слова в прибор. Код команды 06 (Write Single Register).

Регистры прибора (все 16-ти разрядные):

№ регистра	Адрес регистра	Описание	Доступ	Тип
1	0	Адрес прибора / Настройки интерфейса	Чт/Зп	word
2	1	Серийный № прибора (ст.ч.)	Чт	word
3	2	Серийный № прибора (мл.ч.)	Чт	word
4	3	Измеряемый газ	Чт	word
5	4	Настройки / Состояние прибора	Чт/Зп	word
6	5	Код неисправности прибора	Чт	word
7	6	Концентрация	Чт/Зп	word
8	7	Температура, °С	Чт	word
9	8	Диапазон показаний по концентрации	Чт/Зп	word
10	9	Сигнализационный 1й порог по концентрации	Чт/Зп	word
11	10	Сигнализационный 2й порог по концентрации	Чт/Зп	word
12	11	Концентрация для магнитного масштабирования	Чт/Зп	word
13	12	Гистерезис показаний, %	Чт/Зп	word
14	13	Диапазон сброса показаний концентрации в ноль, %	Чт/Зп	word
15	14	Время работы в секундах (ст.ч.)	Чт	word
16	15	Время работы в секундах (мл.ч.)	Чт	word
19	18	Токовое значение	Зп	word
101	100	«Скрытый» регистр переключения протокола	Зп	word

Регистр 1:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Адрес (1 - 247)								Стоп бит		Проверка		Скорость (1 - 8)			

- Скорость обмена по каналу RS-485:

- 1 - 1200 бод
- 2 - 2400 бод
- 3 - 4800 бод
- 4 - 9600 бод
- 5 - 19200 бод
- 6 - 38400 бод
- 7 - 57600 бод
- 8 - 115200 бод

- Проверка четности:

- 0 - без проверки
- 1 - нечетный

2 - четный

- Количество стоп-бит:

1- 1

2- 2

3- 1,5

Для изменения адреса прибора, количества стоп бит, проверки четности или скорости обмена необходимо записать новые значения в соответствующие поля регистра. Причём запись величин, отличных от указанных, не приводит к изменению содержимого соответствующих полей регистра.

Регистр 2:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
№ прибора (старшая часть)															

Регистр 3:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
№ прибора (младшая часть)															

Регистр 4:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Газ															

Тип газа:

0	Метан (100 % об)	11	Этилен	22	Изопропанол
1	Метан (100 % НКПР)	12	Метанол	23	Кислород
2	Пропан	13	Гептан	24	Оксид углерода
3	Диоксид углерода	14	Пропилен	25	Сероводород
4	Этан	15	Этанол	26	Диоксида серы
5	Бутан	16	Толуол	27	Диоксид азота
6	Изобутан	17	Бензол	28	Хлор
7	Пентан	18	Этилбензол	29	Аммиак
8	Циклопентан	19	Ацетон	30	Оксид азота
9	Гексан	20	П-Ксилол	31	Циановодород
10	Циклогексан	21	О-Ксилол		

(Например, посылка 0x01 0x06 0x00 0x00 0x01 0x45 0x49 0xA9, для прибора с сетевым адресом 1 сохраняет его сетевой адрес и устанавливает скорость обмена 19200 бод, без проверки паритета, 1 стоп-бит)

После выключения питания, настройки интерфейса сохраняются.

При первоначальном запуске прибора действуют следующие настройки: 19200 бод, None, 1 стоп-бит.

Регистр 5:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
⊗	⊗	⊗	РД	Р2	Р1	Им	Деблк	СР	ТФ	Блк	Старт	Диап	П2	П1	Ош

Флаги состояния:

Ош	-	1 - неисправность прибора / 0 – нет
П1	-	1 - превышен первый порог по концентрации / 0 – нет
П2	-	1 - превышен второй порог по концентрации / 0 – нет
Диап	-	1 - превышен диапазон измерения / 0 - норма
Старт	-	1 - прогрев прибора / 0 – рабочий режим
ТФ	-	1 - ток аналогового выхода фиксирован / 0 – нет
Блк	-	1 - показания прибора заблокированы / 0 – нет
СР	-	1 - специальный режим (реле отключены) / 0 – нет
Деблк	-	1 – ручная деблокировка показаний / 0 – автоматическая
Им	-	1 - прибора в режиме имитации показаний / 0 – рабочий режим
Р1	-	1 – реле первого порога нормально замкнутое / 0 – разомкнутое
Р2	-	1 – реле второго порога нормально замкнутое / 0 – разомкнутое
РД	-	1 – реле диагностики нормально замкнутое / 0 – разомкнутое

Запись:

Бит 8 = 0 / 1 (0x0000 / 0x0100) включает автоматическую / ручную деблокировку.

Бит 9 = 0 / 1 (0x0000 / 0x0200) переключает режим работы.

Бит 10 = 0 / 1 (0x0000 / 0x0400) переключает настройки реле порога 1.

Бит 11 = 0 / 1 (0x0000 / 0x0800) переключает настройки реле порога 2.

Бит 12 = 0 / 1 (0x0000 / 0x1000) переключает настройки реле диагностики.

Регистр 6:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
						Д2*	Д1	ПЗУ	ОЗУ	ЕЕ	Ток	Ш2*	Опт	Ш1	Пит

Флаги неисправности прибора:

Пит	-	1 - пониженное питание / 0 – норма
Ш1	-	1 - ошибка интерфейса с датчиком / 0 – норма
Д1	-	1 - ошибка в данных датчика / 0 – норма
Опт	-	1 - загрязнение оптики датчика / 0 – норма
Ток	-	1 - токовый выход требует настройки / 0 – норма
ЕЕ	-	1 - сбой в памяти констант МК / 0 – норма
ОЗУ	-	1 - сбой в оперативной памяти МК / 0 – норма
ПЗУ	-	1 - сбой в ПЗУ МК / 0 – норма
Ш2	-	1 - ошибка интерфейса индикации / 0 – норма
Д2	-	1 - ошибка в данных индикации / 0 – норма

Регистр 7:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Концентрация, % НКПР * 10, %об * 100, ppm															

Запись:

0хАААА - установка нуля прибора.

0хВВВВ - установка заводских масштабирующих коэффициентов.

Истинная концентрация - градуировка прибора.

Регистр 8:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Знак	Температура, °С * 100														

Регистр 9:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Диапазон показаний по концентрации, %об * 100

Регистр 10:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Порог №1 по концентрации(≤ Порог №2), % отн * 10															

Изменение диапазона осуществляется записью в регистр новой величины (в % отн * 10).

Регистр 11:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Порог №2 по концентрации (≤ 100,0), % отн * 10															

Изменение диапазона осуществляется записью в регистр новой величины (в % отн * 10).

Регистр 12:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Концентрация для магнитного масштабирования, % отн * 10															

Регистр 13:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Гистерезис показаний (≤ 3,0), % отн * 10															

Регистр 14:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Порог, ниже которого показания по концентрации будут нулевыми, % отн * 10															

Регистр 15:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Время работы (старшая часть), секунды															

Регистр 16:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Время работы (младшая часть), секунды															

Регистр 19:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Токовое значение															

Регистр 101:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
«Скрытый» регистр															

Запись:

0xABCD - переключение на служебный протокол.

ВНИМАНИЕ!

Регистры имеют ограниченное число циклов записи (300000).

Прибор возвращает стандартные коды ошибок, соответствующие спецификации протокола MODBUS v1.1b.

Протокол обмена HART

В газоанализаторе для вывода информации посредством протокола HART используется аналоговый выход 4-20 мА и встроенный модем сигналов стандарта Bell 202.

Интерфейс: Bell 202 Current (1200, 8-Odd-1).

Протокол: HART 6.

Подробное описание приведено в спецификации:

http://ru.hartcomm.org/hcf/org_mbr/documents/documents_spec_list.html.

Реализованные команды приведены в Таблице Е.2. Протокол позволяет читать две динамические переменные, описание приведено в таблице Е.3.

Процедура обработки данных eHartPoll выполняет следующие действия:

- 1) Проверка, есть ли событие в eQueuedEvent.
- 2) Если есть событие EV_FRAME_RECEIVED, то производится анализ пакета на адрес назначения. Если адрес (короткий или длинный) совпадает с адресом газоанализатора, производится анализ пакета на наличие ошибок контрольной суммы и длины с формированием кода ошибки. При отсутствии ошибок создаётся событие EV_EXECUTE. При несовпадении адресов пакет игнорируется.
- 3) Если есть событие EV_EXECUTE, производится поиск совпадений по коду функции из пакета в массиве HartFunctions допустимых функций. При ненахождении совпадений формируется ошибка о некорректной функции.
- 4) В теле обработчика каждой команды анализируются количество данных и их значения, при их некорректности формируется соответствующее сообщение об ошибке.
- 5) Формируется и передаётся ответная посылка с данными либо кодом ошибки.

Таблица Е.2. Список команд реализованных в HART-протоколе

Список команд

Номер команды	Описание команды
<i>Универсальные команды</i>	
0	Чтение идентификатора устройства
1	Чтение основной переменной
2	Чтение значения токового выхода
3	Чтение значения токового выхода и 4х переменных
6	Запись короткого адреса
7	Чтение конфигурации токового выхода
8	Чтение класса динамических переменных
9	Чтение переменных с их статусом
11	Чтение идентификатора устройства привязанного к тэгу
12	Чтение сообщения
13	Чтение тэга, описания тэга и даты
14	Чтение информации об основной переменной
15	Чтение информации об устройстве
16	Чтение окончательного сборочного номера
17	Запись сообщения
18	Запись тэга, описания, даты
19	Запись сборочного номера
20	Чтение длинного тэга
21	Чтение идентификатора устройства привязанного к длинному тэгу
22	Запись длинного тэга

<i>Распространённые команды</i>	
33	Чтение переменных устройства
38	Сброс флага переконфигурации
40	Войти / выйти из режима фиксированного тока
42	Перезапуск МК устройства
43	Установить нуль основной переменной (0 показаний)
59	Установить количество преамбул в ответе
60	Чтение аналогового канала и процента диапазона
62	Чтение аналоговых каналов
63	Чтение информации об аналоговом канале
66	Войти / выйти из режима фиксированного аналогового выхода
76	Чтение бита блокировки устройства
80	Чтение градуировочных точек
81	Чтение допустимых градуировочных диапазонов
82	Установка градуировочных точек (градуировка показаний)
83	Сброс градуировочной точки (сброс градуировки)

Таблица Е.3 Динамические переменные

№	Контролируемый параметр	Размерность
Основная	Концентрация измеряемого газа	%
Вторичная	Температура оптического сенсора	°C

Описание алгоритма самодиагностики

После инициализации МК после включения производится самотестирование ОЗУ и ПЗУ:

- 1) Во все ячейки ОЗУ записывается значение 0x55 и считывается. При несовпадении делается вывод о неисправности ОЗУ и выставляется флаг FLAG_ERROR с кодом ERR_DTMEM.
- 2) Считается CRC16 всего ПЗУ МК, сравнивается с исходной. При несовпадении делается вывод о неисправности ПЗУ и выполнение УП прекращается. Значение контрольной суммы приведено в Приложении А. В качестве алгоритма расчёта контрольной суммы использован быстрый табличный алгоритм CRC-16 CCITT с полиномом 0x1021 и инициализацией по 0xFFFF. Выставляется флаг FLAG_ERROR с кодом ERR_PMEM.
- 3) Считается CRC16 flash памяти данных МК, сравнивается с вычисленной с последнего изменения содержимого. При несовпадении делается вывод о неисправности и выполнение УП прекращается. В качестве алгоритма расчёта контрольной суммы использован быстрый табличный алгоритм CRC-16 CCITT с полиномом 0x1021 и инициализацией по 0xFFFF. Выставляется флаг FLAG_ERROR с кодом ERR_EEPROM.

Далее запускается блок инициализации МК, который включает в себя:

- 1) Восстановление настроек - Читаются константы, записанные в памяти данных МК.
- 2) Настройка реле
- 3) Настройка аналоговой периферии
- 4) Настройка системного таймера
- 5) Настройка интерфейса с датчиком
- 6) Настройка внешнего интерфейса RS-485
- 7) Настройка магнитных датчиков
- 8) Настройка средств индикации
- 9) Настройка последовательного интерфейса связи
- 10) Настройка интерфейса Bell 202 Current и протокола HART

Если что-либо из перечисленного функционирует не верно, устанавливается флаг ошибки.

Затем производится тест средств индикации и вывод информации:

Засветка всех сегментов и светодиодов с записью в буферную память АЦИ соответствующих значений

Выдаётся код «Старт», соответствующий выходному уровню в 1 мА. Светодиоды статуса приводятся в соответствии данному режиму.

По истечении 4х секунд на индикацию выдаётся версия ПО, далее, через 4 с, выдаётся значение контрольной суммы по последовательному интерфейсу. Вывод продолжается 4с. Далее программа переходит к основному своему циклу.

Самодиагностика связанная с метрологическими характеристиками газоанализатора производится в МК оптического сенсора и описана в РЭ МИП ВГ-02 –

<http://www.optosense.ru/assets/files/PDF/MIPEX-02-RE.pdf> на стр 10.

Приложение Ж

Инструкция по электрическому монтажу газоанализатора ИГМ-12

- Развинтить стопорный винт на верхней крышке газоанализатора;
- Отвинтить верхнюю крышку по резьбе;
- Отвинтить винты крепления лицевой панели и платы индикации, отвести плату индикации в сторону (она повиснет на соединяющем кабеле
- Соединения проводов кабеля производить в соответствии с назначением (рис Б.1 Приложения Б) и в соответствии с маркировкой на плате и коммутационной колодке (колодка отжимная).

Для подключения цепей интерфейса RS-485 переключку XN1 переключить:

- в состояние ON для подключения внутренней нагрузки 120 Ом (для газоанализатора, установленного на конце линии RS-485)
- в состояние OFF для отключения нагрузки 120 Ом

Для проведения поверки ПГ отдельно, дополнительно:

- отключить разъем шлейф от разъема XP2 на плате питания;
 - выкрутить ПГ из трансмиттера;
 - установить заглушку M20x1.5 в отверстие, закрутив ее до упора.
- Установка ПГ в обратной последовательности.

После выполнения коммутации в обратном порядке:

- вставить на место плату индикации, а затем лицевую панель, завинтить винты крепления
- завинтить верхнюю крышку
- застопорить стопорный винт

Приложение И

Методика установки «0» и масштабирования чувствительности газоанализатора ИГМ-12 .

ВНИМАНИЕ!

- Для перевода газоанализатора в режим установки нуля и калибровки необходимо предварительно удерживать магнит «Уст. 0» в течение не менее 2 сек. При переходе в этот режим должен мигать желтый светодиод.
- Для выхода из режима калибровки необходимо удерживать Уст. 0» в течение не менее 5 сек. Автоматический выход из режим - при отсутствии срабатывания магнитных датчиков в течение шестидесяти секунд.
- Для калибровки по RS-485 эта процедура не требуется.

1. Установка «0» и масштабирование газоанализатора производится при подготовке к проведению поверки. Установка «0» также производится непосредственно после монтажа на объекте перед запуском газоанализатора в эксплуатацию.

2. При проведении работ используют средства приведенные на рис И.1 и в перечне ПГС, Приложение К.

3. При проведении данной процедуры с ПГ отдельно, необходимо иметь исправный трансмиттер, для испытания устройства ИГМ-12 как единого изделия. После проведения поверки, ПГ монтируют в трансмиттер на газоанализатора, к которому он относится. После установки обязательно проверяется работоспособность индикации, связи и производится проверка «0» газоанализатора.

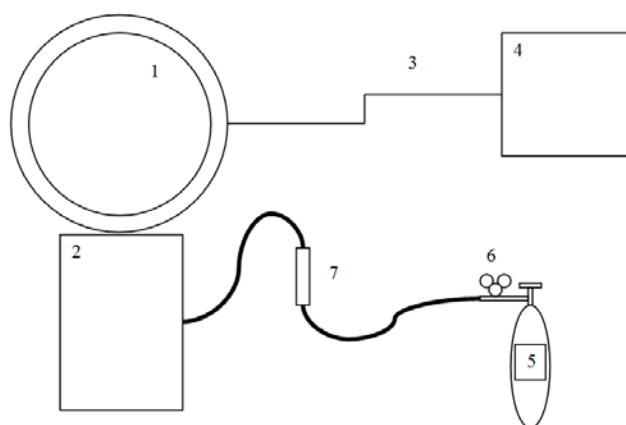
4. Работы по установке нуля и масштабированию газоанализатора проводит инженер КИПиА в следующей последовательности:

- устанавливают на газоанализатор адаптер ПГС
- подают ПГС №1 в течение не менее 1 мин, через 1 мин подносят магнит калибровки к зоне, маркированной как «Уст.0». Срабатывании магнитного датчика подтверждается кратковременным выключением зелёного светодиода индикации. Установка «0» газоанализатора произведена; показания газоанализатора, считываемые в соответствии с приложением Д или Е, должны установиться в 0.

- подают ПГС №2 и через 1 мин. производят масштабирование концентрации, для чего подносят магнит калибровки к зоне газоанализатора, маркированной как «Шкала». При срабатывании магнитного датчика наблюдается кратковременное выключение зелёного светодиода индикации. Показания газоанализатора должны установиться в значение, предварительно записанное в регистр концентрации для магнитного масштабирования (см. приложение Е), по умолчанию — 50% от диапазона измерений.

- подключают ПГС №3 и проверяют показания газоанализатора по токовой петле в соответствии с приложением Д или цифровому последовательному интерфейсу RS-485 MODBUS® в соответствии с приложением Е.

- при несоответствии показаний газоанализатора значению концентрации ПГС №3 повторяют процедуру установки «0» и масштабирования. При повторном несоответствии показаний газоанализатор подлежит замене и отправке изготовителю для ремонта.



1. Газоанализатор ИГМ-12	5. Баллон с ПГС
2. Адаптер ПГС	6. Редуктор БКО-25-МГ
3. Электрический кабель	7. Ротаметр РМ-А-0,063ГУЗ
4. Источник питания	
Цепи газоанализатора соединить согласно приложению Б.	

Рисунок И.1 – Схема установки нуля и масштабирования.

Приложение К

Перечень ПГС, используемых для проверки газоанализаторов.

Таблица К.1 Технические характеристики средств поверки

Определяемый компонент	Диапазон измерения	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ПГС, пределы допускаемого отклонения			Пределы допускаемой основной погрешности	Номер по реестру ГСО или источник получения ПГС
		ПГС № 1	ПГС № 2	ПГС № 3		
Метан (CH ₄)	От 0 до 100 %	азот			-	
			2,5 % ± 5 % отн.			±(-0,046X + 1,523) % отн.
				5 0 % ± 5 % отн.		±(-0,008X + 0,76) % отн.
					95 % ± 1,5 % отн.	±(-0,0037X + 0,459) % отн.
	От 0 до 100 % НКПР (от 0 до 4,4 % об.д.)	азот			-	
			2,20 % ± 5 % отн.	4, 19 % ± 5 % отн.	-	±(-0,046X + 1,523) % отн.
пропан (C ₃ H ₈)	0÷100 % НКПР (0÷1,7 % об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
			0,85 % ± 5 % отн.	1, 6 % ± 5 % отн.	± 1,5 % отн.	ГСО 10262-2013 (пропан - азот)

н-гексан (C ₆ H ₁₄)	0÷50 % НКПР (0÷0,5 % об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
		отн	0,25±5%	0, ±5%	± 0,01 % (об.д.)	ГСО 10334-2013
этан C ₂ H ₆	0- 50 % НКПР (От 0 до 1,25% об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
			0,6 % ± 5 % отн.	1, ±5 % отн.	± 1,5 % отн.	ГСО 10244-2013
н-бутан (C ₄ H ₁₀)	0÷50 % НКПР (0÷0,7 % об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
		отн	0,35±5%	0, ±5%	± (- 0,046X+1.523) % отн.	ГСО 10245-2013
изо-бутан (и- C ₄ H ₁₀)	0÷50 % НКПР (0÷0,65 % об.д.)	воз- дух				Мар ка Б по ТУ 6-21-5-82
			0,3±0,1	0, ±5±0,1	± 0,03	5905 -91
н-пентан (C ₅ H ₁₂)	0÷50 % НКПР (0÷1,4 % об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
		отн	0,7 ±5%	1, ±5%	± 1,5 % отн.	ГСО 10378-2013
эти-лен C ₂ H ₄	0- 50 % НКПР (От 0 до 1,15% об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
			0,57 % ± ±5 % отн.	1, ±5 ±5 % отн.	± (- + 0,046X 1,523) %	ГСО 10247-2013
пропилен (C ₃ H ₆)	0÷50 % НКПР	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ

						9293-74
	(0÷2,0 % об.д.)		1,0 ±5%	1, ±5%	± (-0,046X+1,523) % отн.	ГСО 10249-2013
бензол	0÷50 % НКПР					
(C6H6)	(0÷0,6 % об.д.)	азот				О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
			0,3 ± 5%	0,55 ± 5 %	± 1,5 % отн.	ГСО 10367-2013
ацетон	0÷50 % НКПР					
(CH3COCH3)	(0÷1,25 % об.д.)	воз-дух				Марка Б по ТУ 6-21-5-82
			0,63 ± 5%	1,19 ± 5 %	± 1,5 % отн.	10385-2013
па-ры мета-нола	0÷50 % НКПР					О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
(CH3OH)	(0÷2,75 % об.д.)	азот				
			1,38 ± 10 %	2,47 ± 10 %	(-1,111X+2,611) % отн.	10337-2013
Ди-оксид уг-лерода						О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74
(CO2)	От 0 до 2,5 %	азот				
			1,25 % ± 5 % отн.	2,38 % ± 5 % отн.	(-0,046X+1,523) % отн.	ГСО 10241-2013

Примечания:

1) пересчет значений концентрации определяемого компонента, выраженной в объемных долях, %, в % НКПР проводится с использованием данных ГОСТ Р 52136-2003;

2) изготовители и поставщики ГСО-ПГС:
 ООО "Мониторинг", г. Санкт-Петербург, Московский пр.,19. тел. 315-11-45, факс 327-97-76;
 ФГУП "СПО "Аналитприбор"", Россия, г. Смоленск, ул. Бабушкина, 3, тел. (0812) 51-32-39;

ОАО "Линде Газ Рус" – 143907, Россия, Московская обл., г. Балашиха, ул. Беякова, 1-а; тел: (495) 5211565, 5214883, 5213013; факс: 5212768;
 ЗАО "Лентехгаз", 193148, г. Санкт-Петербург, Б. Смоленский пр., 11;
 ООО "ПГС – Сервис", 624250, Свердловская обл., г. Заречный, ул. Мира, 35.

3) Допускается вместо азота о.ч. сорт 2 по ГОСТ 9293-74 использование ПНГ – воздуха марки Б по ТУ 6-21-5-82.