

ГАЗОАНАЛИЗАТОР КИСЛОРОДА ТВЁРДОЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ «ЭКОН»

Руководство по эксплуатации
ЭКОН 1.0005 РЭ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений
№ 13520-09

Срок действия утверждения типа до 16 июля 2029 г.

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Газоанализаторы кислорода твердоэлектrolитные ЭКОН

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ

-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ОС

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 13520-03

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Срок действия утвержденного типа средств измерений продлен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 марта 2024 г. N 668.

Заместитель Руководителя

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП
хранится в системе электронного документооборота
Федеральное агентство по техническому регулированию и
метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 525EEF525B83502D7A69D9FC03064C2A
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 06.03.2024 до 30.05.2025

Е.Р.Лазаренко

«03» мая 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	2
1.1 Назначение	2
1.2 Технические характеристики	3
1.3 Состав	4
1.4 Устройство и работа	4
1.5 Средства измерения и принадлежности	7
1.6 Маркировка и пломбирование	7
1.7 Упаковка	7
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ	8
2.1 Эксплуатационные ограничения	8
2.2 Подготовка к использованию	8
2.3 Использование	8
2.4 Действия в экстремальных условиях	13
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	14
3.1 Общие указания	14
3.2 Меры безопасности	14
3.3 Порядок технического обслуживания	14
4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	14
5. ХРАНЕНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	14
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	14
7. УТИЛИЗАЦИЯ	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Инструкция по настройке газоанализатора	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Инструкция по калибровке газоанализатора	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Методика поверки газоанализатора	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Паспорт	21
Рисунки	23
Печатная плата. Перечень элементов	28
Установочные элементы	29

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления персонала с принципом действия, устройством и правилами эксплуатации твёрдоэлектролитного газоанализатора кислорода «ЭКОН».

Газоанализаторы кислорода твёрдоэлектролитные «ЭКОН» допущены к применению в Российской Федерации; имеют сертификат об утверждении типа средств измерений под № 13520-09. Срок действия утверждения типа до 16.07.2029 г.

Газоанализаторы кислорода твёрдоэлектролитные «ЭКОН» допущены к применению в Республике Казахстан; имеют сертификат об утверждении типа средств измерений № 1258; зарегистрированы в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан 20.10.2021 г. за № KZ.02.01.01258-2021.

Газоанализаторы кислорода твёрдоэлектролитные «ЭКОН» допущены к применению в Республике Беларусь; имеют сертификат об утверждении типа средств измерений № 18202; тип средств измерений утверждён постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь под № 126 от 22.11.2024 г.

Газоанализаторы соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Регистрационный номер декларации о соответствии ЕАЭС N RU Д-РУ.РА10.В.52731/24

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

1.1. Назначение

Твёрдоэлектролитный газоанализатор кислорода «ЭКОН» (далее газоанализатор) с погружным датчиком предназначен для непрерывного дистанционного беспробоотборного измерения содержания кислорода в отходящих газах котлоагрегатов, работающих на природном газе, угле, мазуте или другом органическом топливе, с последующей передачей сигнала в автоматизированную систему управления оптимальным режимом сжигания топлива.

Пример записи обозначения газоанализатора в документации других систем, в которых он может быть применен, и при заказе: твёрдоэлектролитный газоанализатор кислорода «ЭКОН» ТУ 95 2468-2000, типоразмер: _____ (от А до F) (таблица 3), диапазон изменения выходного токового сигнала: _____ (от 0 до 5 мА и/или от 4 до 20 мА, интерфейс RS485 опционально).

Газоанализатор разрешается использовать для работы только при следующих условиях:

Температура окружающей среды:

а) для клеммной головки датчика, °С	от -30 до +70
б) для блока электроники, °С	от +5 до +50
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	не более 95
Вибрация датчика:	
а) частота, Гц	не более 120
б) амплитуда, мм	не более 0,2
Вибрация блока электроники:	
а) частота, Гц	не более 25
б) амплитуда, мм	не более 0,1
Напряженность внешнего магнитного поля, А/м	не более 400
Температура анализируемого газа, °С	от 25 до 760
Оптимальная температура анализируемого газа, °С	от 300 до 500
Избыточное давление анализируемого газа, кПа (мм рт. ст.)	от -3,9 до 4,4 (от -29 до 33)
Измеряемый компонент - кислород (O ₂), % об.	от 0,1 до 25
Содержание пыли в анализируемом газе, г/м ³	не более 100
Скорость потока анализируемого газа, м/с	от 0 до 15

Допустимое содержание не измеряемых компонентов в анализируемой газовой смеси приведено в таблице 1.

Таблица 1

Наименование компонента	Содержание, % об., не более	Наименование компонента	Содержание, % об., не более
Триоксид серы (SO ₃)	0,009	Метан (CH ₄)	0,5
Диоксид азота (NO ₂)	0,015	Оксид углерода (CO)	0,5
Оксид азота (NO)	0,015	Диоксид углерода (CO ₂)	16
Закись азота (N ₂ O)	0,15	Водяной пар (H ₂ O)	20
Водород (H ₂)	0,5	Азот (N ₂)	99,99
Диоксид серы (SO ₂)	0,5		

1.2. Технические характеристики

1.2.1. Газоанализатор имеет четыре диапазона измерения содержания кислорода, % об.:

диапазон № 1	от 0,1 до 25;	диапазон № 3	от 0,1 до 5;
диапазон № 2	от 0,1 до 10;	диапазон № 4	от 0,1 до 2,5

1.2.2. Газоанализатор имеет два унифицированных токовых выхода [(0-5) мА и (4-20) мА], интерфейс RS485 (опционально). Функция преобразования содержания кислорода в выходной токовый сигнал соответствует формуле:

$$I_{\text{вых}} = I_n + K C, \quad (1)$$

где:

$I_{\text{вых}}$ – выходной токовый сигнал (ВТС), мА;

I_n – начальное значение диапазона изменения ВТС

($I_n = 0$ мА – для диапазона от 0 до 5 мА; $I_n = 4$ мА – для диапазона от 4 до 20 мА);

K – коэффициент преобразования, определяемый по таблице 2;

C – содержание кислорода, % об.

Таблица 2

Диапазон измерения	K, мА/% об.	
	Диапазон изменения выходного токового сигнала, мА	
	от 0 до 5	от 4 до 20
№1	0,2	0,64
№2	0,5	1,6
№3	1,0	3,2
№4	2,0	6,4

1.2.3. Погрешности.

Предел допускаемой основной относительной приведённой погрешности:

– $\gamma_d = \pm 2,5\%$ в диапазонах измерения №1, №2, №3;

Предел допускаемой основной абсолютной погрешности:

– $\Delta_d = \pm 0,1\%$ об. в диапазоне измерения №4

1.2.4. Пределы допускаемой вариации выходного сигнала $\pm 0,5$ γ_d .

1.2.5. Предел T_{0,9д} допускаемого времени установления показания газоанализатора составляет 10 с.

1.2.6. Предел допускаемого изменения показаний за 14 суток непрерывной работы составляет в зависимости от диапазона измерения 0,3 γ_d или 0,3 Δ_d .

1.2.7. Предел допускаемой дополнительной погрешности при изменении напряжения питания с 220 В до 187 В или до 242 В составляет соответственно диапазону измерения 0,1 γ_d или 0,3 Δ_d .

1.2.8. Предел допускаемой дополнительной погрешности при изменении температуры окружающего воздуха в пределах, установленных для условий работы, составляет для соответствующего диапазона 0,3 γ_d или 0,3 Δ_d .

1.2.9. Предел допускаемой дополнительной погрешности при изменении температуры анализируемой газовой смеси в пределах, установленных для рабочих условий эксплуатации, составляет 0,002 (Т-400) γ_d или 0,002 (Т-400) Δ_d , где Т – температура анализируемой газовой смеси, °С.

1.2.10. Сопротивление нагрузки токовых выходов:

- от 0 до 2,5 кОм для токового выхода в диапазоне изменения сигнала от 0 до 5 мА;
- от 0 до 625 Ом для токового выхода в диапазоне изменения сигнала от 4 до 20 мА.

1.2.11. Температура чувствительного элемента устанавливается изготовителем в диапазоне от 720 до 760 °С и указывается в паспорте прибора.

1.2.12. Питание газоанализатора осуществляется от сети переменного тока с напряжением 220 В, частотой 50 Гц (60 Гц). Потребляемая мощность не более 0,15 кВА.

1.2.13. Время разогрева чувствительного элемента газоанализатора не более 30 минут (при длине сигнального кабеля до 50 метров).

1.2.14. Размеры и масса серийно выпускаемых датчиков приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	Типоразмер					
	A	B	C	D	E	F
Длина погружной части, мм	340	500	800	1000	1270	2000
Общая длина датчика, мм	620	780	1080	1280	1550	2280
Диаметр погружной части, мм	57	57	57	57	57	57
Диаметр крепежного фланца, мм	140	140	140	140	140	140
Масса датчика, кг	3,2	3,5	4,4	4,8	5,7	7,7

По договоренности возможно изготовление датчиков с длиной погружной части, не указанной в таблице 3, в пределах от 200 до 2000 мм.

1.2.15. Ответные размеры установочного фланца и размеры прокладки представлены на рисунке 2.

1.2.16. Габаритные размеры блока электроники, мм: длина 312, ширина 200, высота 160.

1.2.17. Масса блока электроники – не более 5 кг.

1.2.18. Длина соединительного кабеля – до 50 м.

1.2.19. Длина выходного кабеля (унифицированный токовый выход) – до 300 м.

1.2.20. Средняя наработка на отказ – не менее 16000 час.

1.2.21. Время восстановления работоспособного состояния текущим ремонтом – не более 4 час.

1.2.22. Средний срок службы датчика – не менее 5 лет.

1.2.23. Средний срок службы блока электроники – не менее 10 лет.

1.3. Состав

В состав газоанализатора входят: датчик газоанализатора; блок электроники газоанализатора; кабель сетевой; кабель соединительный; кабель выходной (унифицированный токовый выход).

1.4. Устройство и работа

1.4.1. Принцип действия

В конструкции чувствительного элемента (ЧЭ) датчика используется твёрдоэлектролитная (с проводимостью по ионам кислорода) концентрационная гальваническая ячейка. ЭДС ячейки зависит от парциальных давлений кислорода на ее электродах и определяется по формуле:

$$E = (-RT/4F) \ln (P/P_0), \quad (2)$$

где:

E – ЭДС ячейки, В;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/К × моль;

T – термодинамическая температура, К;

F – постоянная Фарадея, Кл/моль;

P – парциальное давление кислорода на рабочем электроде, Па (атм.);

P_0 – парциальное давление кислорода на эталонном электроде, Па (атм.).

Парциальное давление кислорода на эталонном электроде равно парциальному давлению кислорода в воздухе (обеспечивается конструкцией датчика) и равно 21,1 кПа (0,208 атм.).

ЭДС вычисляется по результатам измерения напряжения между электродами ячейки:

$$E = k(U_z - U_0), \quad (3)$$

где:

k – коэффициент, учитывающий электронные утечки;

U_3 – напряжение между электродами, соответствующее давлению кислорода на рабочем электроде, В;

U_0 – напряжение смещения, В.

Напряжение смещения U_0 определяется при метрологических испытаниях газоанализатора и равно напряжению между электродами ячейки при равных давлениях кислорода на электродах. Коэффициент k также определяется при метрологических испытаниях и равен отношению:

$$k = E_i / (U_{i3} - U_0), \quad (4)$$

где:

E_i – ЭДС ячейки, соответствующая известному давлению кислорода на рабочем электроде, вычисляется по формуле (2), В;

U_{i3} – напряжение между электродами ячейки при том же давлении кислорода, В.

Искомое содержание кислорода в объемных процентах вычисляется на основе формулы (2) и после подстановки констант равно:

$$C = 100 \exp(-46418,11 (k (U_3 - U_0) / T) - 1,5612) \quad (5)$$

1.4.2. Конструкция датчика

Корпус датчика (1), (рисунок 1) изготовлен из нержавеющей стали, внутри него размещен чувствительный элемент, снабжённый термопарой градуировки ХА (2), и нагреватель (3). Внутренний объем корпуса является эталонной камерой. На корпусе расположены: фланец (4) для крепления датчика, обечайка экрана (5) с внутренней термоизоляцией, высокотемпературный фильтр (10), клеммный фланец (6) со штекерным разъемом (7). Вдоль корпуса с наружной стороны через фланец (4) и обечайку (5) проходит трубка (8) с резьбовой крышкой (9) для подачи к чувствительному элементу поверочной газовой смеси (ПГС). Фланец (4) предназначен для крепления датчика. Фланец имеет четыре крепёжных отверстия диаметром 11 мм, шаг 90° (рисунок 2).

Чувствительный элемент из твердого электролита на основе диоксида циркония (ZrO_2), стабилизированного оксидом иттрия (Y_2O_3), имеет два электрода - рабочий и эталонный. Наружный (рабочий) электрод находится в среде анализируемого газа или поверочной газовой смеси. На внутренний (эталонный) электрод поступает воздух, что обеспечивает постоянство известного парциального давления кислорода на эталонном электроде.

Нагреватель с термопарой предназначен для поддержания заданной температуры чувствительного элемента. Нагреватель теплоизолирован от корпуса.

Электроды термопреобразователя, нагревателя и чувствительного элемента выведены на разъём (7) датчика.

Обечайка экрана (5) имеет козырёк полуцилиндрической формы, обеспечивающий защиту фильтра (10) и чувствительного элемента (2) от эрозионного воздействия твёрдых частиц.

Фильтр (10) сменный, с возможностью продувки (п. 2.3.4 РЭ), предназначен для защиты чувствительного элемента от твердых частиц, содержащихся в дымовом газе, и представляет собой диск, изготовленный из пористого диоксида кремния или из пористой нержавеющей стали (опционально).

ВНИМАНИЕ! Поскольку чувствительный элемент не нуждается в замене в течение всего срока службы датчика, конструкция его неразборная и не съёмная. Ремонт и замена чувствительного элемента и других конструктивных узлов датчика может быть произведена только в условиях завода-изготовителя или официального представителя.

1.4.3. Конструкция блока электроники

Корпус блока электроники (БЭ) состоит из основания и крышки, и изготовлен в пылебрызгозащитном исполнении, степень защиты от проникновения твердых тел и воды IP65 по ГОСТ 14254-2015. Внутри корпуса размещены печатная плата, трансформатор электропитания, симистор управления нагревом и другие элементы электрической схемы прибора. Для соединения с датчиком, регистрирующим прибором и электросетью на боковой поверхности основания установлены разъемы. Органы управления БЭ выведены на лицевую панель крышки. На лицевой панели крышки расположены:

- тумблер включения газоанализатора «ВКЛ»;
- переключатель диапазонов измерения;
- отверстие для доступа к оси резистора «КОРРЕКЦИЯ 21% O₂»;
- предохранитель плавкий на ЗА «СЕТЬ»;
- предохранитель плавкий на ЗА «НАГРЕВ»;
- цифровой сегментный индикатор;
- кнопка «ТЕМПЕРАТУРА» чувствительного элемента;
- индикаторы «СЕТЬ» и «НАГРЕВ».

Внешний вид блока электроники представлен на рисунке 8.

1.4.4. Работа блока электроники

На электрической принципиальной схеме (рисунки 6 и 7) можно выделить следующие функциональные узлы:

- блок питания;
- усилитель сигнала датчика;
- усилитель сигнала термопреобразователя;
- аналоговый вычислитель;
- генератор тока;
- стабилизатор температуры чувствительного элемента;
- канал управления нагревом;
- плату индикации.

Расположение элементов на плате представлено на рисунке 4, а схема электрическая принципиальная платы – на рисунке 5. Блок питания обеспечивает напряжения 15 В и минус 15 В. Выпрямитель выполнен на диодной сборке VD3. Стабилизатор 15 В выполнен на микросхеме KP142EH8B (DA4), стабилизатор минус 15 В выполнен на микросхеме KP1162EH15A (DA5).

Усилитель сигнала датчика содержит два каскада на микросхемах DA1, DA2.1. Первый каскад – собственно усилитель с коэффициентом усиления, определяемым резисторами R3, R6, R7, с входным RC-фильтром нижних частот R2, C1, C7. Второй каскад производит инвертирование усиленного сигнала.

Плата индикации содержит светодиодный 4-х символьный индикатор CA56-11, микроконтроллер.

Плата индикации обеспечивает:

– прием данных о положении органов управления на лицевой панели прибора и передачу этой информации в блок управления и вычислений;

– прием данных от блока управления и вычислений для отображения на цифровом индикаторе.

Усилитель сигнала термопреобразователя выполнен на микросхеме DA7, DA3 и содержит также цепь компенсации температуры холодного спая. Коэффициент усиления определяется резисторами R32, R33, R34; R24, C2, C9 - элементы фильтра нижних частот. Для температурной компенсации холодного спая термопреобразователя используется температурно-зависимое напряжение на диоде VD5, расположенном на клеммном фланце датчика (рисунок 10), которое через делитель R26, R28, R32 подается на инвертирующий вход DA3.

Резисторами R29 и R34 осуществляют подстройки нулевого значения и коэффициента усиления.

На выходе микросхемы DA3 напряжение соответствует температуре чувствительного элемента в градусах Цельсия (10мВ / °С).

Для перехода к термодинамической шкале температур используется микросхема DA2.2 с резисторами R18, R20, R21, R22.

Аналоговый вычислитель предназначен для преобразования ЭДС чувствительного элемента датчика и ЭДС термопреобразователя в процентное содержание кислорода в газовой смеси по формуле (5).

Компенсация напряжения U_0 осуществляется резистором R94. Коэффициент k корректируется резистором R7. Напряжения с усилителей сигнала чувствительного элемента и сигнала термопреобразователя поступают на микросхему DA6, выполняющую деление E/T ($E=k(U_э-U_0)$).

Напряжение на выходе микросхемы DA6 определяется формулой:

$$U = 10(-U_e)/(-U_t), \quad (6)$$

где:

U_e – напряжение, пропорциональное ЭДС ЧЭ датчика, В;

U_t – напряжение, пропорциональное термодинамической температуре чувствительного элемента, В.

Нулевое значение на выходе DA6 устанавливается резистором R35. На микросхемах DA8.1, DA9, DA8.4 выполнен антилогарифмический преобразователь.

Второе слагаемое показателя экспоненты в формуле (5) определяется током, протекающим через резистор R40, на который, в зависимости от диапазона измерения, подается напряжение с подстроечных резисторов R11, R12, R13 и R15. Температурная компенсация преобразователя осуществляется за счет терморезистора R39.

Генератор тока, собранный на микросхеме DA8.2, преобразует выходное напряжение антилогарифмического преобразователя в выходной токовый сигнал газоанализатора в диапазоне от 0 до 5 мА.

Генератор тока, собранный на микросхеме DA8.3, преобразует выходное напряжение антилогарифмического преобразователя в выходной токовый сигнал газоанализатора в диапазоне от 4 до 20 мА.

Стабилизатор температуры чувствительного элемента состоит из канала управления нагревом (DA2.3, DA2.4, DA10), канала формирования сигналов запуска симистора (VT1, DA11, VT2, VD10) и симистора с индикатором включения нагревателя.

Канал управления нагревом дает на выходе запрет или разрешение на запуск симистора. Сигнал с выхода усилителя DA3 сравнивается с напряжением уставки на входе усилителя DA2.4. Напряжение уставки задается резистором R46 с повторителем на микросхеме DA2.3.

Элементы C10, C11, R48, R49, R51, VD8 позволяют скорректировать амплитудно-частотную характеристику усилителя DA2.4 с целью получения устойчивого режима регулирования температуры. Управляемый напряжением мультивибратор на микросхеме DA10 осуществляет широтную модуляцию напряжения нагрева.

Оптрон DA11 гальванически разделяет цепи управления от цепей нагрева.

Индикатор HL2 включается при подаче напряжения на обмотку нагревателя. В режиме прогрева чувствительного элемента индикатор постоянно светится, при выходе в номинальный режим ($T = 680 \dots 760 \text{ }^\circ\text{C}$) индикатор начинает мигать, что означает нормальный режим работы стабилизатора температуры ЧЭ.

При нажатии кнопки SB1 температура чувствительного элемента индицируется на цифровом индикаторе, в градусах Цельсия. Диапазон отображаемых температур: от 0 до 999 $^\circ\text{C}$.

При отжатой кнопке SB1 на цифровом индикаторе отображается концентрация кислорода в %. При превышении сигналом датчика установленного диапазона измерения на цифровом индикаторе отображается символ «П», означающий перегрузку.

В схеме блока электроники имеется защита чувствительного элемента от перегрева в случае обрыва электрода термопреобразователя. Небольшой ток через резистор R23 не оказывает влияния на работу температурного усилителя при исправном термопреобразователе. Иначе, на вход усилителя подается положительное напряжение, соответствующее температуре выше 1000 $^\circ\text{C}$, и нагрев чувствительного элемента прекращается. При нажатии кнопки SB1 (ТЕМПЕРАТУРА) цифровой индикатор показывает температуру 999 $^\circ\text{C}$.

При разрыве цепи чувствительного элемента на вход усилителя DA1 через резистор R1 подается большое положительное напряжение, и показание газоанализатора приближается к нулю.

1.5. Средства измерения и принадлежности

Для выполнения работ по техническому обслуживанию газоанализатора необходимо иметь:

- баллон с поверочной газовой смесью (ПГС) с содержанием кислорода, близким к содержанию кислорода в измеряемом газе;
- газовый редуктор, обеспечивающий понижение давления до 10 – 15 кПа;
- миллиамперметр класса точности 0,1 / 0,04;
- два ротаметра типа РС, ГОСТ 13043 с верхним пределом измерения 60 л/ч, прошедшие поверку по ПР 50.2.006-94;
- побудитель подачи воздуха.

1.6. Маркировка и пломбирование

Номер датчика выбит на крепежном фланце.

На лицевой стороне крышки блока электроники, на шильдике, или непосредственно на корпусе указаны:

- страна производитель;
- название и эмблема предприятия-изготовителя;
- название газоанализатора;
- номер блока электроники;
- дата выпуска;
- напряжение: 220 В;
- частота: 50 (60) Гц;
- знак сертификации ЕАС.

Блок электроники опломбирован.

1.7. Упаковка

Датчик газоанализатора и блок электроники пакуются в полиэтиленовые чехлы и в деревянный ящик, где крепятся для предотвращения смещения.

По согласованию с заказчиком возможна упаковка нескольких комплектов приборов в один ящик.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1. Эксплуатационные ограничения

Для предотвращения выхода из строя и обеспечения достоверности показаний газоанализатора допустимые содержания не измеряемых компонентов анализируемого газа должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Не допускается нагрев соединительного кабеля выше 70 °С.

2.2. Подготовка к использованию

2.2.1. Меры безопасности

До начала работы с газоанализатором необходимо изучить настоящее руководство по эксплуатации.

При работе с газоанализатором должны выполняться общие правила работы с электроприборами. Блок электроники должен быть заземлен медным проводом сечением не менее 1 мм² (в случае исполнения из алюминиевого сплава). При выходе чувствительного элемента газоанализатора на рабочий режим экран датчика имеет температуру выше 100 °С. Во избежание ожогов к экрану не прикасаться.

2.2.2. Осмотр и проверка готовности

При внешнем осмотре газоанализатора обратить внимание на отсутствие механических повреждений фильтра и соединительного кабеля, а также на наличие заглушки на трубке ПГС.

2.2.3. Монтаж

Датчик устанавливается в газоходе при помощи установочного фланца и направляющей трубы (в комплекте не поставляется) и крепится к нему через прокладку (рисунок 3), изготовленную из листового прокладочного материала (например, паронита), при помощи четырёх болтов М10 (в комплекте не поставляются). Размеры прокладки и фланца представлены на рисунке 2.

Датчик необходимо установить поперек потока анализируемого газа козырьком экрана к потоку – (рисунок 3). Продольная ось датчика может занимать положение от вертикального (клеммной головкой вверх) до горизонтального. Возможность горизонтальной установки датчиков с длиной погружной части более 1270 мм зависит от условий эксплуатации и оговаривается с производителем дополнительно.

Датчики с длиной погружной части 2000 мм следует устанавливать вертикально! Горизонтальный монтаж допустим только в случае установки датчика в обсадную трубу внутри газохода.

Расстояние между блоком электроники и датчиком определяется длиной штатного соединительного кабеля и составляет по умолчанию 12 м. Максимальная длина кабеля – 50 м (оговаривается при поставке). При необходимости увеличения расстояния между датчиком и блоком электроники, длина поставляемого кабеля может быть увеличена вплоть до 80 м, но при этом может увеличиться время выхода датчика на рабочий режим при включении (с 30 до 50 мин).

Регистрирующий прибор или система сбора данных, на которые подается выходной токовый сигнал с блока электроники, могут быть расположены от него на расстоянии не более 300 м.

Максимально возможная длина линии RS485 определяется, в основном, характеристиками кабеля и электромагнитной обстановкой на объекте эксплуатации. При использовании кабеля с диаметром жил 0,5 мм (сечение около 0,2 мм²) рекомендуемая длина линии RS485 – не более 1200 м, при сечении 0,5 мм² – не более 3000 м. Использование кабеля с сечением жил менее 0,2 мм² нежелательно. Рекомендуется использовать кабель типа «витая пара» для уменьшения восприимчивости линии к электромагнитным помехам, а также уменьшения уровня излучаемых помех. При протяжённости линии RS485 от 100 м использование витой пары обязательно.

2.3. Использование

2.3.1. Включение

Установить переключатель диапазонов измерения содержания кислорода на шкалу «25 %».

Включить тумблер «СЕТЬ», при этом загорится индикатор «СЕТЬ», а спустя некоторое время загорится индикатор «НАГРЕВ». Приблизительно через 30 минут индикатор «НАГРЕВ» начнет мигать, что означает выход газоанализатора на рабочий режим.

После выхода газоанализатора на режим по показаниям цифрового индикатора установить переключатель диапазонов измерения на соответствующий диапазон, удобный для измерения.

2.3.2. Контроль работоспособности

Контроль работоспособности необходимо проводить на работающем оборудовании при штатных параметрах его работы.

Для контроля работоспособности не ранее чем через 2 часа после выхода газоанализатора на режим осуществить следующие операции:

- переключатель диапазонов установить на диапазон «25 %»;
- удалить заглушку с трубки подачи ПГС;
- соединить к трубке подачи ПГС с помощью гибких шлангов ротаметр и побудитель подачи воздуха;
- установить расход воздуха в пределах (20 ± 2) л/ч;
- подключить к токовому выходу блока электроники миллиамперметр.
- Значение выходного токового сигнала (ВТС) должно быть в пределах:
 - от 4,1 до 4,3 мА для диапазона изменения ВТС от 0 до 5 мА;
 - от 17,0 до 17,6 мА для диапазона изменения ВТС от 4 до 20 мА.

Дальнейшие операции:

- взамен побудителя подачи воздуха подсоединить баллон с ПГС;
- установить расход газа в пределах (20 ± 2) л/ч;
- переключатель диапазонов установить на диапазон, соответствующий содержанию кислорода в ПГС.

Значение ВТС должно быть равно значению, вычисленному по формуле (1), с предельными отклонениями:

для ВТС в диапазоне изменения от 0 до 5 мА:

- диапазон измерения 2: $\pm 0,125$ мА;
- диапазон измерения 3: $\pm 0,125$ мА;
- диапазон измерения 4: $\pm 0,200$ мА;

для ВТС в диапазоне изменения от 4 до 20 мА:

- диапазон измерения 2: $\pm 0,400$ мА;
- диапазон измерения 3: $\pm 0,400$ мА;
- диапазон измерения 4: $\pm 0,640$ мА.

2.3.3. Подключение к компьютеру

Для обеспечения возможности подключения приборов «ЭКОН» к компьютеру, ряд моделей выпускается с интерфейсом RS485 (рисунок 7).

RS485 это последовательный интерфейс, использующий для подключения двухпроводную линию. На одну линию одновременно может быть подключено несколько приборов. Количество одновременно подключенных приборов зависит от используемого оборудования и топологии сети. Приборы подключаются к линии непосредственно, при помощи клеммных соединителей, при этом подключение желательно осуществлять «по цепочке» и не допускать ветвлений. К компьютеру непосредственное подключение линии RS485 возможно только в том случае, если компьютер оснащён этим интерфейсом. Как правило, интерфейсом RS485 оснащают только промышленные компьютеры, поэтому в подавляющем большинстве случаев для подключения компьютера к линии RS485 необходимо использовать преобразователь интерфейса. В этом случае линия RS485 подключается к преобразователю интерфейса, а преобразователь, в зависимости от его типа, подключается к компьютеру через последовательный порт RS232 (COM-порт), порт USB либо через локальную сеть (Ethernet). Особенности подключения тех или иных преобразователей и их использования описаны в соответствующих инструкциях по эксплуатации.

При взаимодействии компьютера с приборами, компьютер является ведущим, а приборы - ведомыми. Компьютер формирует и отправляет приборам команды (запросы). Приборы, получив эти команды (запросы), обрабатывают их и отправляют ответ. Цикл запрос-ответ, как правило, длится менее секунды.

В приборах «ЭКОН» реализована модификация протокола «MODBUS-ASCII». Скорость обмена фиксированная – 9600 бод.

Данный документ включает только ту информация, которая необходима для описания взаимодействия компьютера с приборами «ЭКОН». Полную информацию о протоколе «MODBUS» можно найти в спецификациях и документации, размещённой на сайте <http://www.modbus.org>.

ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА «MODBUS-ASCII» ДЛЯ ПРИБОРОВ «ЭКОН»

При использовании «MODBUS-ASCII» каждый байт сообщения передается как два ASCII символа. Главное преимущество этого способа заключается в том, что время между передачей символов может быть до 1 сек. без возникновения ошибок при передаче.

Все команды-запросы и ответы имеют следующий формат:

1 символ – заголовок команды, символ «двоеточие» (код **3Ah**).

2 и 3 символы – сетевой идентификатор прибора (адрес), уникален для каждого прибора в сети (шестнадцатеричное число).

4 и 5 символы – код функции, т.е. идентификатор запрашиваемого действия (тоже шестнадцатеричное число).

далее следуют данные, содержащие необходимую информацию – это числа в шестнадцатеричной системе счисления (цифры `0` .. `9`, латинские буквы `A` .. `F`, либо `a` .. `f`).

После данных следуют два символа контрольной суммы LRC (тоже число в шестнадцатеричной системе счисления), в которой участвуют байты, начиная с сетевого адреса, заканчивая последним байтом данных. Алгоритм подсчета LRC представлен на языке программирования «C» далее:

```
char chardig(char v)
{
    v-='0';
    if(v>41) return v-39; /* a .. f */
    if(v>9) return v-7; /* A .. F */
    return v; /* 0 .. 9 */
}
char LRC(char *str)
{
    char val=0;

    while(*str)
    {
        val+=(chardig(*str)<<4)|chardig(*(str+1));
        str+=2;
    }
    return (char)-((signed char)val); //равносильно (255-val)+1
}
```

Последние 2 символа имеют коды **0Dh** и **0Ah**.

В следующей таблице приведены формы запросов и ответов в зависимости от функции.

Функция	Код функции	Форма запроса: Обозначение и количество передаваемых байтов	Форма ответа: Обозначение и количество получаемых байтов																														
Читать несколько параметров	03h	<table border="1"> <tr><td>:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Adr</td><td>2</td></tr> <tr><td>Fc</td><td>2</td></tr> <tr><td>PAdr</td><td>4</td></tr> <tr><td>PNum</td><td>4</td></tr> <tr><td>LRC</td><td>2</td></tr> <tr><td>CRLF</td><td>2</td></tr> </table>	:	1	Adr	2	Fc	2	PAdr	4	PNum	4	LRC	2	CRLF	2	<table border="1"> <tr><td>:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Adr</td><td>2</td></tr> <tr><td>Fc</td><td>2</td></tr> <tr><td>BNum</td><td>2</td></tr> <tr><td>PVal1</td><td>4</td></tr> <tr><td>PValN</td><td>4</td></tr> <tr><td>LRC</td><td>2</td></tr> <tr><td>CRLF</td><td>2</td></tr> </table>	:	1	Adr	2	Fc	2	BNum	2	PVal1	4	PValN	4	LRC	2	CRLF	2
:	1																																
Adr	2																																
Fc	2																																
PAdr	4																																
PNum	4																																
LRC	2																																
CRLF	2																																
:	1																																
Adr	2																																
Fc	2																																
BNum	2																																
PVal1	4																																
PValN	4																																
LRC	2																																
CRLF	2																																
Записать один параметр	06h	<table border="1"> <tr><td>:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Adr</td><td>2</td></tr> <tr><td>Fc</td><td>2</td></tr> <tr><td>PAdr</td><td>4</td></tr> <tr><td>PVal1</td><td>4</td></tr> <tr><td>LRC</td><td>2</td></tr> <tr><td>CRLF</td><td>2</td></tr> </table>	:	1	Adr	2	Fc	2	PAdr	4	PVal1	4	LRC	2	CRLF	2	<table border="1"> <tr><td>:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Adr</td><td>2</td></tr> <tr><td>Fc</td><td>2</td></tr> <tr><td>PAdr</td><td>4</td></tr> <tr><td>PVal1</td><td>4</td></tr> <tr><td>LRC</td><td>2</td></tr> <tr><td>CRLF</td><td>2</td></tr> </table>	:	1	Adr	2	Fc	2	PAdr	4	PVal1	4	LRC	2	CRLF	2		
:	1																																
Adr	2																																
Fc	2																																
PAdr	4																																
PVal1	4																																
LRC	2																																
CRLF	2																																
:	1																																
Adr	2																																
Fc	2																																
PAdr	4																																
PVal1	4																																
LRC	2																																
CRLF	2																																

Условные обозначения:

Adr – сетевой адрес устройства, 2 знака

Fc – код функции, 2 знака

PAdr – адрес параметра, 4 знака

PNum – количество запрашиваемых (передаваемых) параметров от PAdr включительно, 4 знака

PVal1 .. PValN – значения параметров с адресами PAdr .. PAdr+(PValN-1), по 4 знака на каждое значение

BNum – количество байтов данных BNum = 2|PNum, 2 знака

LRC – контрольная сумма, 2 знака

CRLF – концевые символы с кодами 0Dh и 0Ah, 2 знака

Основные особенности:

- Все параметры передаются и принимаются как двухбайтовые шестнадцатеричные числа в текстовом формате ASCII (на каждый байт по 2 символа), в языке программирования «C» этот тип называется unsigned int (для получения значения концентрации число нужно разделить на 1000, для температуры – на 10)
- Если не существует параметра по запрашиваемому адресу (либо в случае ошибки), то вместо значения параметра посылается число **7FFFh**
- Если проверка **LRC** в запросе не увенчалась успехом, то запрос не воспринимается и ответа не следует

Примеры:

«MODBUS-ASCII»

1. Получение текущих измеренных значений

Запрос: :010300000002FA<CR><LF>

Ответ: :01030430D4196675<CR><LF>

Интерпретация полученных данных: концентрация 30D4h = 12,500%; температура 1966h = 650,2°C.

2. Установить новое значение адреса прибора

Запрос: :010601000002F6<CR><LF>

Ответ: :020601000002F5<CR><LF>

РЕГИСТРЫ

MODBUS Адрес	Комментарий	Доступ	Название параметра
[0000]		чтение	Концентрация
[0002]		чтение	Температура нагревателя
[0002...00FF]		чтение	Резерв
[0100]	Заводская уставка 1	запись	Сетевой адрес прибора

2.3.4. Работа в условиях повышенной запылённости и абразивного воздействия

Газоанализаторы могут комплектоваться как керамическими пористыми фильтрами, так и фильтрами из пористой нержавеющей стали. Фильтры взаимозаменяемы. Фильтры из нержавеющей стали обладают более высокой прочностью и износостойкостью в условиях абразивного воздействия частиц в газе.

В условиях повышенной запылённости дымовых газов (содержание пыли в анализируемом газе 100 г/м^3 и более), необходимо периодически (например, один раз в неделю) проводить продувку фильтра сжатым воздухом. Для этого необходимо подать через трубку ПГС избыточное давление чистого воздуха или ПГС ($1,0 \div 2,0$) кг/см^2 в течение ($1 \div 3$) мин. Продувку фильтра можно проводить на работающем газоанализаторе. После этого на трубку ПГС необходимо установить заглушку.

2.3.5. Возможные неисправности

Перечень возможных неисправностей приведен в таблице 4.

Таблица 4

Внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения неисправности
1. При включении в сеть не загорается индикатор «СЕТЬ».	1 Перегорел предохранитель FU1.	1 Заменить предохранитель.
2. Через 1 – 2 минуты не загорается индикатор «НАГРЕВ».	2.1 Перегорел предохранитель FU2.	2.1 Заменить предохранитель.
	2.2 Обрыв цепи термопреобразователя.	2.2 Проверить целостность цепи термопреобразователя (кабель, разъемы, термопреобразователь).
	2.3 Неисправность блока электроники.	2.3 Ремонт блока
	2.4 Температура ЧЭ выше температуры уставки.	2.4 Установить датчик в более холодную зону
3. Через 30 минут после включения индикатор «НАГРЕВ» не переходит в мигающий режим. Температура ЧЭ ниже паспортной.	3.1 Обрыв цепи нагревателя ЧЭ.	3.1 Проверить целостность цепи нагревателя (кабель, разъемы, клеммы, нагреватель).
	3.2 Короткое замыкание в цепи термопреобразователя.	3.2 Проверить исправность цепи термопреобразователя.
	3.3 Высокая скорость анализируемого газа при его низкой температуре.	3.3 Использовать защитный кожух. При температуре ЧЭ не ниже 650 °С можно использовать прибор со снижением точности измерения.
	3.4 Пониженное напряжение сети.	При температуре ЧЭ не ниже 650 °С можно использовать прибор со снижением точности измерения.
4. При нормальном температурном режиме газоанализатор, независимо от содержания кислорода в анализируемом газе, показывает:		
4.1 Значение концентрации кислорода близкое к нулю.	4.1.1 Обрыв цепи ЧЭ.	4.1.1 Проверить целостность цепи ЧЭ (кабель, разъемы, клеммы).
	4.1.2 Большое сопротивление ЧЭ.	4.1.2 Измерить сопротивление ЧЭ с клемм датчика. При его величине более 30 кОм и температуре ЧЭ не ниже 700 °С датчик подлежит ремонту.
4.2 Значение концентрации кислорода близкое к 21 %.	4.2 Короткое замыкание в цепи ЧЭ.	4.2 Проверить цепь ЧЭ (кабель, разъемы, клеммы).

Коммутационная схема клеммного фланца датчика представлена на рисунке 9.

2.3.6. Выключение

Выключается газоанализатор отключением электропитания тумблером «СЕТЬ» без каких-либо подготовительных операций.

2.4. Действия в экстремальных условиях

В газоанализаторе нет узлов и материалов способных привести к возникновению опасных аварийных ситуаций.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

3.1. Общие указания

Техническое обслуживание газоанализатора состоит из профилактических работ и корректировки показаний. Техническое обслуживание газоанализатора осуществляется специалистами службы КИПиА, ознакомившимися с настоящим руководством по эксплуатации.

3.2. Меры безопасности

Датчик в зоне экрана имеет высокую температуру. Меры электробезопасности при работе с газоанализатором должны соответствовать требованиям «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

3.3. Порядок технического обслуживания газоанализатора.

3.3.1. Профилактические работы проводятся один раз в год в процессе поверки (приложение В). Необходимо визуально оценить состояние фильтра датчика. При наличии макроотверстий и трещин провести замену фильтра. Периодически, но не реже одного раза за полгода эксплуатации визуально проверить целостность прокладки в резьбовой крышке (рисунок 1, позиция 9) трубки подачи ПГС. При необходимости прокладку заменить.

3.3.2. Корректировка показаний необходимо проводить на работающем оборудовании при штатных параметрах его работы. Корректировку показаний газоанализатора рекомендуется проводить не реже, чем один раз в полгода. Для этого, не извлекая датчик из рабочей зоны, осуществить следующие операции:

- переключатель диапазонов установить на шкалу «25 %»;
- удалить заглушку с трубки подачи ПГС и подсоединить к ней с помощью гибких шлангов ротаметр и побудитель подачи воздуха;
- установить расход воздуха в пределах (20 ± 2) л/ч;
- подключить к токовому выходу блока электроники миллиамперметр класса точности 0,1 / 0,04.

Значение ВТС должно быть в пределах: от 4,1 до 4,3 мА для диапазона изменения ВТС от 0 до 5 мА и от 17,0 до 17,6 мА для диапазона изменения ВТС от 4 до 20 мА.

Значение ВТС, если оно выходит за указанные пределы, скорректировать резистором R94 «КОРРЕКЦИЯ 21% O₂».

4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Диагностика и методы устранения неисправностей представлены в таблице 4. Замену чувствительного элемента, нагревателя, термопреобразователя производит изготовитель или официальный представитель изготовителя.

5. ХРАНЕНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Газоанализаторы хранятся в закрытых помещениях с естественной вентиляцией при температуре воздуха от минус 50 до плюс 50 °С и относительной влажности до 95 % при температуре 35 °С в полиэтиленовых чехлах или в заводской упаковке. Газоанализаторы, хранившиеся более 12 месяцев, перед началом эксплуатации должны пройти калибровку.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Транспортирование газоанализаторов производится в полиэтиленовых чехлах и только в деревянном ящике, гарантирующем сохранность приборов. Транспортирование газоанализаторов может осуществляться всеми видами транспорта при условии защиты от прямого воздействия осадков и пыли при температуре от минус 50 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре 35 °С.

7. УТИЛИЗАЦИЯ

В случае невозможности и нецелесообразности ремонта или недопустимости их дальнейшей эксплуатации, газоанализаторы подлежат утилизации. Для утилизации газоанализаторов не требуется применения специальных способов. Утилизация осуществляется в соответствии с действующими на момент утилизации нормами и правилами.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ИНСТРУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Настройка проводится в случае замены датчика, после ремонта датчика, и при необходимости, перед калибровкой.

Настройку могут производить специалисты службы КИПиА, изучившие руководство по эксплуатации и схему электрическую принципиальную (рисунки 5 – 7), и прошедшие инструктаж на предприятии - изготовителе.

Настройку необходимо проводить на работающем оборудовании при штатных параметрах его работы, либо установить датчик в метрологический стенд, в котором будет обеспечен нагрев обечайки экрана датчика (позиция 5, рисунок 1) до температуры, соответствующей рабочей температуре газовой среды в месте установки датчика.

НЕОБХОДИМО:

- 1 Убедиться в отсутствии внешних повреждений газоанализатора (п. 2.2 РЭ), установить датчик на монтажном столе и подключить при помощи кабеля к блоку электроники. Включить питание блока электроники (п. 2.3.1 РЭ).

- 2 Открыть крышку блока электроники. Внимание, напряжение 220В!

Задать температуру нагревателя датчика для чего установить температурную уставку T_y в блоке электроники равную температуре чувствительного элемента датчика, указанную в паспорте на датчик. Для этого:

- подключить вольтметр к контрольной точке КТ6;
- по показаниям вольтметра, с помощью резистора R46 (рисунок 4) установить в КТ6 напряжение $U_6 = 0,01T_y$, где T_y – уставка, °С, U_6 – напряжение, В.

Пример: $T_y = 723$ °С, тогда $U_6 = 7,23$ В.

- 3 После стабилизации температуры нагревателя датчика, но не ранее чем через 30 минут после включения блока электроники необходимо определить температуру нагревателя. Для этого измерить вольтметром напряжение в контрольной точке КТ4 (рисунок 4), которое должно быть равно напряжению в контрольной точке КТ6 с точностью $\pm 0,01$ В.

- 4 Не ранее, чем через два часа после выхода газоанализатора на режим, выполнить предварительную настройку блока электроники под датчик, используя в качестве ПГС воздух (п. 3.3.2 РЭ), для чего:

- 4.1 Переключатель диапазонов установить в положение «25 %».

- 4.2 В трубку подачи ПГС датчика подать воздух с расходом (20 ± 2) л/ч.

- 4.3 Подключить миллиамперметр к токовому выходу блока электроники.

- 4.4 Резистором R94 на лицевой панели блока электроники («КОРРЕКЦИЯ 21% O₂») установить по показаниям миллиамперметра выходной ток:

- 4.19 мА – для токового выхода 0 – 5 мА, или

- 17,4 мА – для токового выхода 4 – 20 мА.

- 5 Выполнить настройку блока электроники под датчик по одной ПГС из диапазона 1,5 – 2,5%, для чего:

- 5.1 Подключить миллиамперметр к токовому выходу блока электроники.

- 5.2 Переключатель диапазонов установить в положение, соответствующее данной ПГС, т.е. обеспечивающее максимальное значение тока для данной ПГС.

Пример: для ПГС – 1 % установить диапазон - «2,5 %», для ПГС – 2,5 %, установить диапазон – «5,0 %»

- 5.3 Рассчитать значения тока I (мА) для данной ПГС:

А. Для токового выхода 4 – 20 мА по формуле:

$I = 4,0 + K \cdot C$, где:

C – концентрация кислорода в ПГС (% об.),

K – коэффициент преобразования, определяемый как

K = 1,6 для диапазона «10 %»

K = 3,2 для диапазона «5 %»

K = 6,4 для диапазона «2,5 %»

Пример: $C = 2 \%$, диапазон – «2,5 %» $I = 4,0 + 6,4 \cdot 2 = 16,8 \text{ мА}$

Б. Для токового выхода 0–5мА по формуле:

$I = K \cdot C$, где:

C – концентрация кислорода в ПГС (% об.),

K – коэффициент преобразования, определяемый как

$K = 0,5$ для диапазона «10 %»

$K = 1,0$ для диапазона «5 %»

$K = 2,0$ для диапазона «2,5 %»

Пример: $C = 2 \%$, диапазон – «2,5 %» $I = 2,0 \cdot 2 = 4,0 \text{ мА}$

5.4 Через трубку подачи ПГС датчика подать ПГС с расходом (20 ± 2) л/ч.

5.5 Резистором R7, установленным на плате блока электроники (рисунок 4) по показаниям миллиамперметра, подключенного к токовому выходу блока электроники установить выходной ток, рассчитанный по п. 5.3 для данной ПГС.

6 Установить датчик на место постоянной эксплуатации (п. 2.3 РЭ), подключить к блоку электроники, включить питание блока электроники. Не ранее, чем через два часа после выхода газоанализатора на режим, необходимо повторить процедуру настройки по воздуху в соответствии с методикой, изложенной в п. 4.

Датчик готов к работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

ИНСТРУКЦИЯ ПО КАЛИБРОВКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Калибровку проводят предприятия, имеющие право на проведение калибровки.

Калибровка производится при выпуске газоанализатора из производства, после ремонта и в процессе эксплуатации не реже одного раза в год.

1 Внешний осмотр

Номер датчика и номер блока электроники должны соответствовать указанным номерам в паспорте.

Осмотреть и заменить фильтр при наличии на нем макроотверстий и трещин. Внешние повреждения датчика и блока электроники должны отсутствовать.

2 Средства калибровки

Проверку газоанализатора на соответствие метрологическим характеристикам проводят с применением поверочных газовых смесей (ПГС). Номинальное содержание кислорода в ПГС должно соответствовать таблице Б.1.

Таблица Б.1

№ ГСО ПГС	Наименование компонентов	Объемная доля кислорода, %	Номер ГСО ПГС по реестру	Предел допускаемой абсолютной погрешности аттестации, %
1	Кислород-азот	$0,5 \pm 0,05$	3716 - 87	$\pm 0,02$
2	Кислород-азот	$1,9 \pm 0,1$	3721 - 87	$\pm 0,03$
3	Кислород-азот	$4,75 \pm 0,25$	3722 - 87	$\pm 0,05$
4	Кислород-азот	$9,5 \pm 1$	3726 - 87	$\pm 0,1$
5	Кислород-азот	24 ± 1	3726 - 87	$\pm 0,1$

Для измерения выходного токового сигнала использовать миллиамперметр класса точности 0,1 / 0,04.

3 Нормальные условия калибровки

При проведении калибровки должны соблюдаться следующие условия:

- метрологический стенд с температурой в диапазоне: от 380 до 420 °С;
- температура окружающего воздуха: от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 до 80 %;
- температура ПГС: от 15 до 25 °С;
- расход ПГС (20 ± 2) л/ч.

4 Подготовка к калибровке

Установить датчик в метрологический стенд, в котором будет обеспечен нагрев обечайки экрана датчика (позиция 5, рисунок 1) до температуры, соответствующей рабочей температуре газовой среды в месте установки датчика, либо датчик может находиться в своём рабочем положении на работающем оборудовании при штатных параметрах его работы.

Провести подсоединение кабелей и включить газоанализатор.

Не ранее, чем через 2 часа после выхода на режим, провести корректировку показаний согласно пункту 3.3.2 РЭ. Взамен побудителя подачи воздуха подсоединить трубку подачи ПГС.

5 Определение метрологических характеристик

Определение основной погрешности проводить при пропуске ПГС в следующей последовательности номеров: 5 – 4 – 3 – 2 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 (Таблица Б.1).

Определяемое содержание O_2 в каждой ПГС рассчитывается по формуле:

$$A_i = (I_{\text{вых}} - I_n) / K, (\% \text{ об.}), \quad (\text{Б.1})$$

где:

$I_{\text{вых}}$ – выходной ток при пропуске ПГС, мА;

I_n – начальное значение диапазона изменения выходного токового сигнала (ВТС):

$I_n = 0$ мА для диапазона изменения ВТС от 0 до 5 мА,

$I_n = 4$ мА для диапазона изменения ВТС от 4 до 20 мА;

K – коэффициент преобразования. Определяется по таблице 2.

Основная погрешность газоанализатора в точках проверки определяется по формулам:

– для диапазона измерения (0,1 – 2,5) % об.

$$\Delta_{2,5} = |A_i - A_0|; \quad (Б.2)$$

– для диапазона измерения (0,1 – 5,0) % об.

$$\gamma_5 = 100(A_i - A_0)/5; \quad (Б.3)$$

– для диапазона измерения (0,1 – 10,0) % об.

$$\gamma_{10} = 100(A_i - A_0)/10; \quad (Б.4)$$

– для диапазона измерения (0,1 – 25,0) % об.

$$\gamma_{25} = 100(A_i - A_0)/25, \quad (Б.5)$$

где:

A_i – определенное при калибровке содержание O_2 в ПГС, % об.;

A_0 – действительное (по паспорту ПГС) содержание O_2 , % об.

Газоанализатор считается выдержавшим испытания, если погрешность в каждой из точек проверки меньше допустимой основной погрешности:

$$\Delta_{2,5} \leq (\Delta_d = 0,1 \text{ \% об.});$$

$$\gamma_5 \leq (\gamma_d = 2,5 \text{ \%});$$

$$\gamma_{10} \leq (\gamma_d = 2,5 \text{ \%});$$

$$\gamma_{25} \leq (\gamma_d = 2,5 \text{ \%}).$$

Проверку времени установления показания $T_{0,9}$ проводят с помощью секундомера при пропуски ПГС в последовательности номеров 5 – 3 – 5 (Таблица Б.1, один цикл). Число циклов испытаний равно трем. Время установления показания определяется как интервал между началом его изменения после подачи ПГС и моментом достижения значения $A_{T_{0,9}}$, соответствующего уровню 0,9 разности между концентрациями кислорода до и после скачкообразного изменения на выходе газоанализатора.

$$A_{T_{0,9}} = A_3(A_5) \pm |A_5 - A_3| \times (1,0 - 0,9), \quad (Б.6)$$

где:

$A_{T_{0,9}}$ – показания газоанализатора, соответствующие уровню 0,9 разности между концентрациями кислорода до и после скачкообразного изменения на выходе газоанализатора;

A_5 и A_3 содержание кислорода в ПГС №5 и №3 соответственно.

Время установления показаний рассчитывается по формулам:

$$T_{0,9i} = (T_{60,9i} + T_{м0,9i}) / 2, \quad (Б.7)$$

$$T_{0,9} = (\sum T_{0,9i}) / 3, \quad (Б.8)$$

где:

$T_{0,9i}$ – время установления показаний за i -й цикл, с;

$T_{60,9i}$ ($T_{м0,9i}$) – время установления показаний i -го цикла при увеличении (уменьшении) содержания кислорода в ПГС, с.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение времени установления показаний при увеличении и уменьшении содержания кислорода.

Газоанализатор считают выдержавшим испытание, если соблюдается условие: $T_{0,9} \leq T_{0,9д}$,

где $T_{0,9д} = 10$ с – предел допустимого времени установления показания газоанализатора.

6 Оформление результатов калибровки

Положительные результаты калибровки оформляют путем нанесения оттиска калибровочного клейма и записи в паспорте.

При отрицательных результатах калибровки клеймо гасят, в паспорте делается запись об изъятии прибора из эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Настоящая методика составлена для персонала, имеющего право поверки, и распространяется на твёрдоэлектролитные газоанализаторы кислорода «ЭКОН», изготовленные АО «ЭКОН» и предназначенные для измерения содержания кислорода в отходящих дымовых газах котлоагрегатов.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 Операция поверки

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

Таблица В.1

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр	5.1
Опробование	5.2
Определение погрешности	5.3

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться стандартные образцы газовых смесей (ГСО ПГС) в баллонах под давлением, указанные в таблице В.2.

Таблица В.2

№ ГСО ПГС	Наименование компонентов	Объемная доля кислорода, %	Номер ГСО ПГС по реестру	Предел допускаемой абсолютной погрешности аттестации, %
1	Кислород-азот	$0,5 \pm 0,05$	3716 - 87	$\pm 0,02$
2	Кислород-азот	$1,9 \pm 0,1$	3721 - 87	$\pm 0,03$
3	Кислород-азот	$4,75 \pm 0,25$	3722 - 87	$\pm 0,05$
4	Кислород-азот	10 ± 1	3726 - 87	$\pm 0,1$
5	Кислород-азот	24 ± 1	3726 - 87	$\pm 0,1$

2.2 При проведении поверки должны применяться следующие средства измерений и вспомогательное оборудование:

- редуктор газовый, обеспечивающий понижение давления до 10 – 15 кПа;
- ротаметр типа РС, ГОСТ 13043 с верхним пределом измерения 60 л/ч, прошедший поверку по ПР 50.2.006-94;
- миллиамперметр класса точности 0,1 / 0,04;
- секундомер;
- побудитель подачи воздуха.

Примечание. Возможно применение других типов средств измерений с характеристиками, указанными в п.2.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки должны выполняться:

- правила безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением;
- правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

4 Условия поверки и подготовки к ней

4.1 При проведении поверки блок электроники газоанализатора должен находиться при температуре окружающей среды (25 ± 10) °С, напряжении питания ($220 \pm 10\%$) В, расход поверочной газовой смеси (20 ± 2) л/ч.

4.2 Проверка газоанализатора проводится в его рабочем положении на работающем оборудовании при штатных параметрах его работы (либо датчик должен быть установлен в метрологический стенд с температурой, соответствующей рабочей температуре газовой среды в месте установки датчика).

4.3 Подключить к выходам аналогового сигнала миллиамперметр класса точности 0,1 / 0,04.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого газоанализатора следующим требованиям:

- комплектность газоанализатора (за исключением монтажного компонента) должна соответствовать требованиям НТД;
- газоанализатор не должен иметь повреждений, влияющих на его работоспособность.

5.2 Опробование

Опробование газоанализатора осуществляется в соответствии с п. 2.3.2 РЭ.

5.3 Определение основной погрешности

5.3.1 Подать на датчик соответствующую (см. п. 2.3.2 РЭ) поверочную газовую смесь, установив расход газа (20 ± 2) л/ч. После подачи газовой смеси включить секундомер и через 10 секунд снять показание выходного токового сигнала (ВТС).

5.3.2 Прodelать операцию по п. 5.3.1 с каждой из смесей, перечисленных в таблице В.2, для двух диапазонов изменения выходного токового сигнала:

- для диапазона измерения 0,1 – 25% об. использовать воздух и смесь №4, №5;
- для диапазона измерения 0,1 – 10% об. использовать смеси №3 и №4;
- для диапазона измерения 0,1 – 5% об. использовать смеси №3 и №2;
- для диапазона измерения 0,1 – 2,5% об. использовать смеси №1 и №2.

5.3.3 Рассчитать измеренные значения содержания O_2 для каждой смеси по формуле:

$$A_i = (I_{\text{вых}} - I_n) / K, \% \text{ об.}, \quad (\text{В.1})$$

где:

$I_{\text{вых}}$ – выходной токовый сигнал, мА;

I_n, K – начальное значение диапазона изменения ВТС и коэффициент преобразования, соответственно, указанные в Руководстве по эксплуатации (формула (1) и таблица 2).

Газоанализатор считается выдержавшим испытания, если погрешность в каждой из точек проверки меньше допускаемой основной погрешности (см. п.1.2 РЭ):

$$\Delta_{2,5} \leq (\Delta_d = \pm 0,1\% \text{ об.});$$

$$\gamma_5 \leq (\gamma_d = \pm 2,5\% \text{ об.});$$

$$\gamma_{10} \leq (\gamma_d = \pm 2,5\% \text{ об.});$$

$$\gamma_{25} \leq (\gamma_d = \pm 2,5\% \text{ об.})$$

6 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки, в соответствии с №496-ФЗ от 23.12.2019 г., подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца средства измерений или лица представившего его на поверку, на средство измерения наносят знак поверки, и (или) выдаётся свидетельство о поверке, и (или) в паспорт прибора вносится запись о проведённой поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки или выдаётся извещение о непригодности к применению средства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

ПАСПОРТ

**ГАЗОАНАЛИЗАТОР КИСЛОРОДА
ТВЁРДОЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ «ЭКОН»
ПАСПОРТ
ЭКОН 1.0005 ПС**



1 Общие сведения об изделии

Твёрдоэлектrolитный газоанализатор кислорода «ЭКОН».

Датчик № _____, Блок электроники № _____

Преобразователь интерфейса RS485 – RS232, или RS485 – USB не входит в комплект поставки.

2 Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения содержания кислорода, % об.	0,1 – 2,5; 0,1 – 5; 0,1 – 10; 0,1 – 25
Температура чувствительного элемента датчика, °С	
Диапазон изменения выходного токового сигнала, мА	
Наличие интерфейса RS485	
Пределы допускаемой основной погрешности: в диапазоне O ₂ 0,1 – 2,5%, % об. в диапазоне O ₂ 0,1 – 5; 0,1 – 10; 0,1 – 25, %	
Время установления показаний, с	
Габаритные размеры датчика: длина погружной части, мм общая длина, мм	_____

Калибровку провел _____

« _____ » _____ 20____ г.

Поверка выполнена. Поверитель _____

/ _____ /

« _____ » _____ 20____ г.

3 Комплект поставки

Наименование	Кол-во	Примечание
Датчик газоанализатора	1	
Блок электроники газоанализатора	1	
Кабель сетевой	1	Длина 1 м.
Кабель соединительный	1	Длина _____ м.
Кабель выходной (униф. ток. вых.)	1	Длина 1 м.
Фильтр: модиф. _____, Ø _____ мм.	1	
Вставка плавкая	2	3 А
Разъём для интерфейса RS485	1	По заказу, тип: 2РМД18КГ4Ш5В1
Руководство по эксплуатации	1	
Ящик тарный	1	По заказу

4 Свидетельство о приемке

Газоанализатор кислорода твёрдоэлектrolитный «ЭКОН»

в составе датчика кислорода № _____

и блока электроники № _____

соответствует техническим условиям ТУ 95 2468-2000 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска « _____ » _____ 20____ г.

Приемку провел _____

/ _____ /

5 Гарантийные обязательства

5.1 Изготовитель гарантирует соответствие газоанализатора требованиям технических условий ТУ 95 2468-2000 при соблюдении потребителем условий и правил технического обслуживания, эксплуатации, транспортировки и хранения, установленных эксплуатационной документацией.

5.2 Гарантийный срок хранения и эксплуатации газоанализатора _____ со дня отгрузки, подтверждаемого отгрузочными документами.

5.3 Ремонт в течение гарантийного срока производится безвозмездно предприятием-изготовителем при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации и хранения. На время ремонта гарантийный срок продлевается.

5.4 Гарантийные обязательства на газоанализатор не распространяются, если: присутствуют следы механических повреждений элементов конструкции; произошла поломка вследствие неправильной эксплуатации, технического обслуживания, хранения или транспортировки; произведены несанкционированный ремонт или изменение конструкции.

По истечении гарантийного срока эксплуатации ремонт, настройка, калибровка, поверка и поставка запасных частей газоанализатора могут осуществляться по отдельному договору между потребителем и предприятием-изготовителем.

Подготовка к использованию, пуск в эксплуатацию, настройка, калибровка, а также поверка газоанализатора может проводиться предприятием-изготовителем по отдельному договору.

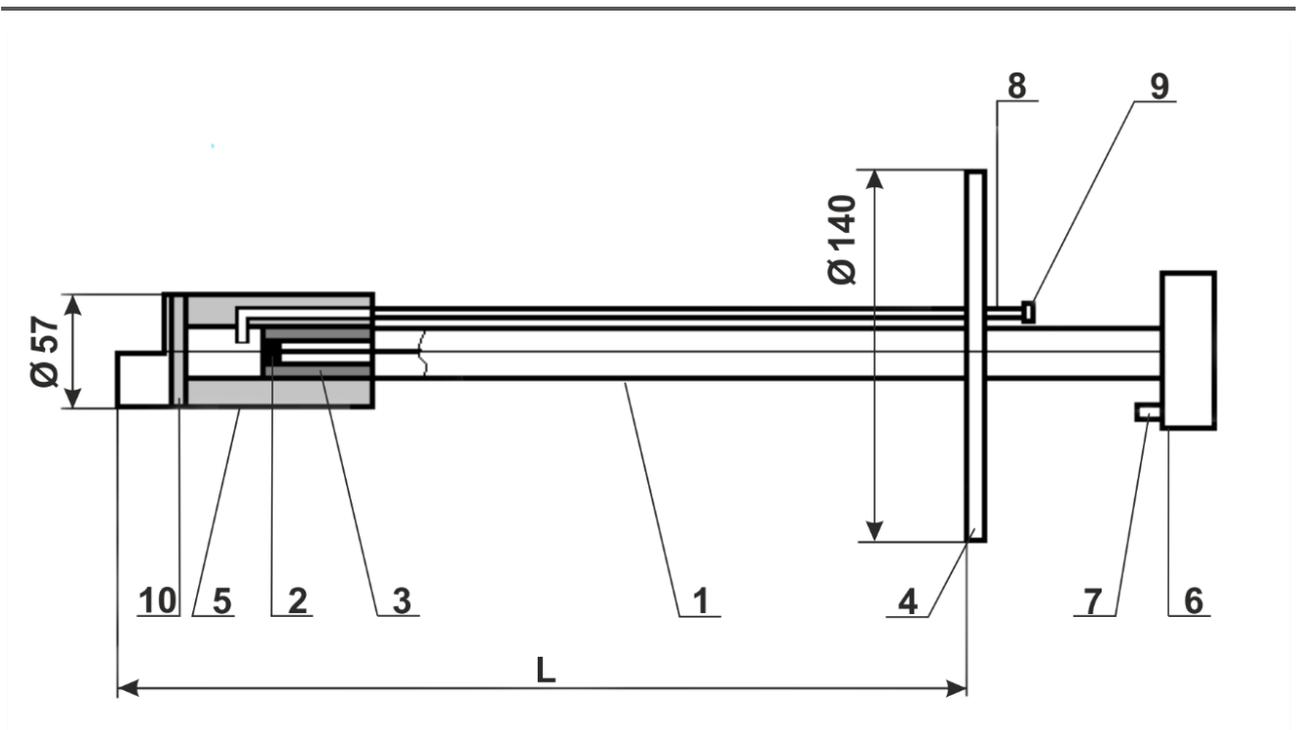


Рисунок 1 – Датчик газоанализатора кислорода «ЭКОН»:

1 – корпус датчика, 2 – чувствительный элемент, 3 – нагреватель, 4 – фланец, 5 – обечайка экрана, 6 – клеммный фланец, 7 – штекерный разъем, 8 – трубка ПГС, 9 – крышка трубки ПГС, 10 – сменный фильтр.

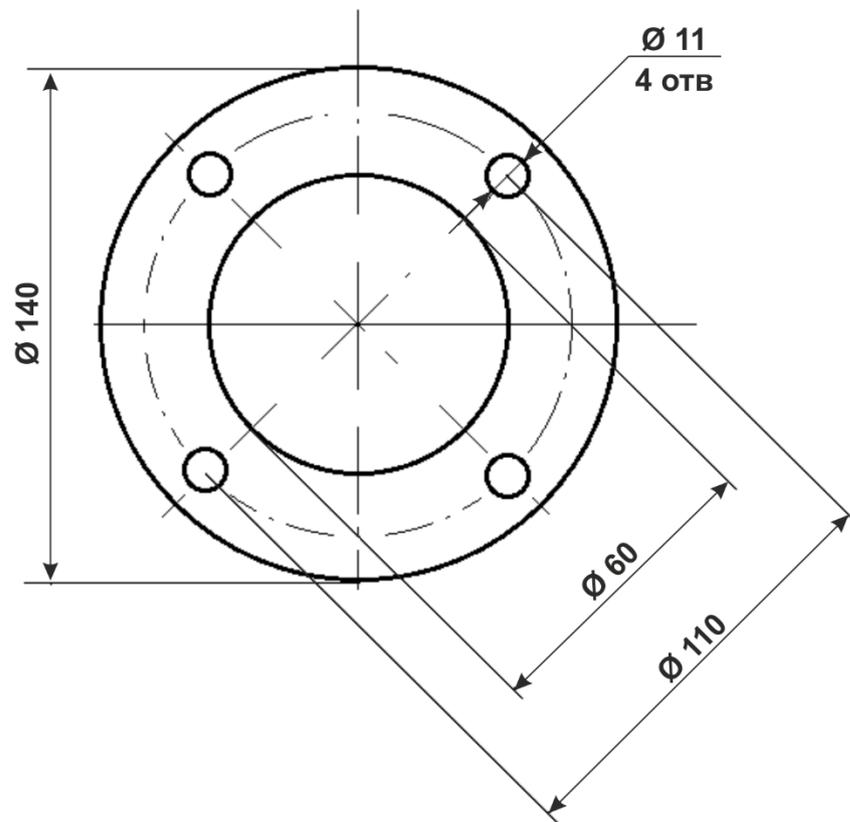


Рисунок 2 – Размеры установочного фланца и прокладки

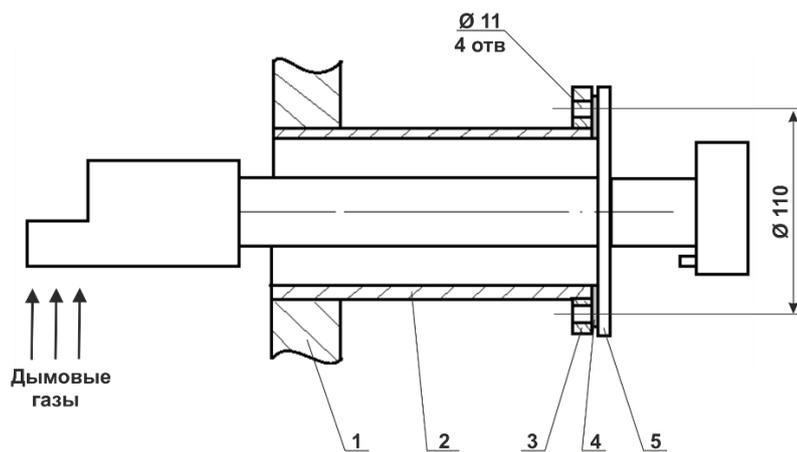


Рисунок 3 – Схема монтажа датчика:

1 – стенка дымохода, 2 – направляющая труба, 3 – установочный фланец, 4 – прокладка, 5 – фланец датчика

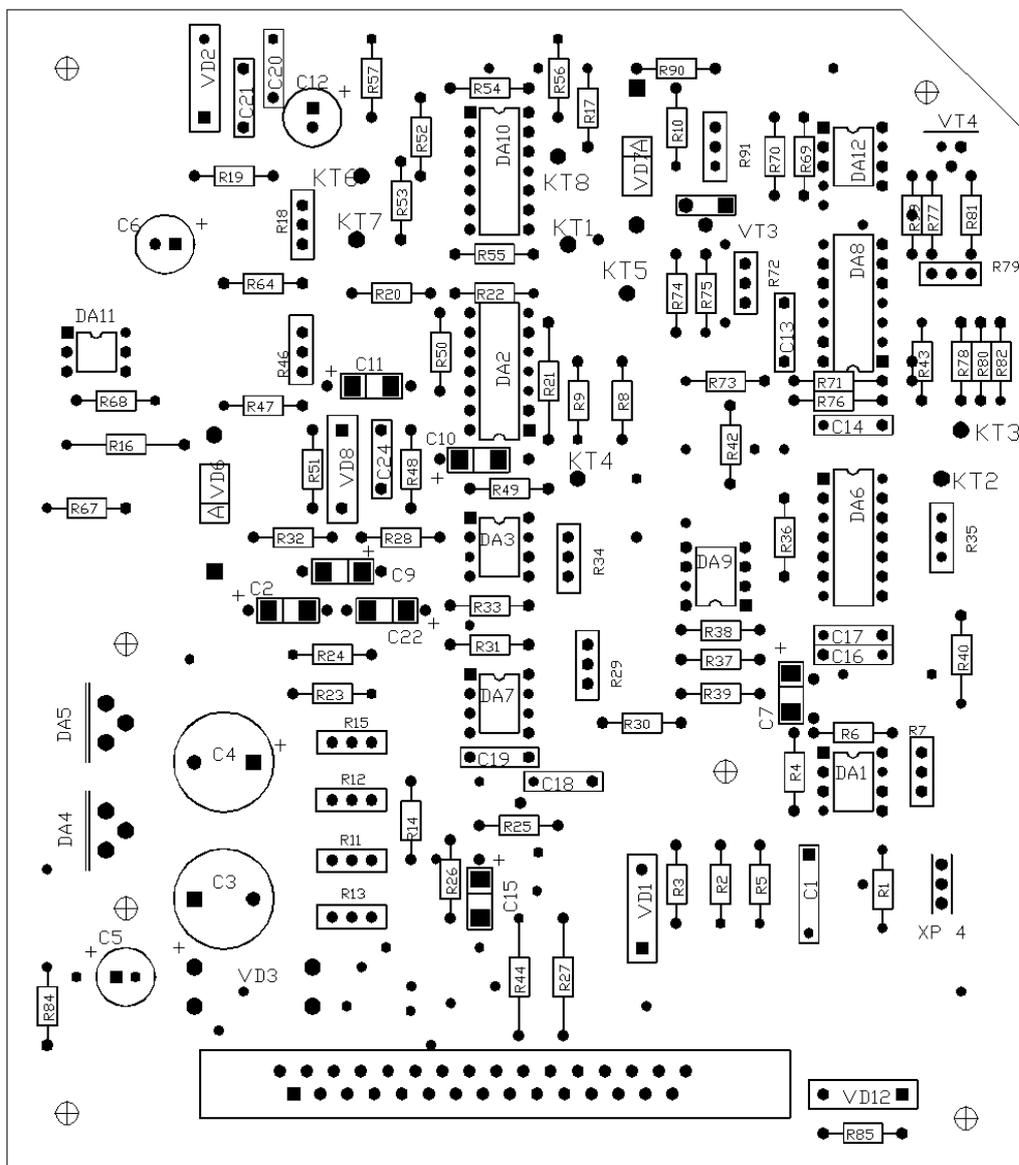


Рисунок 4 – Расположение элементов на плате

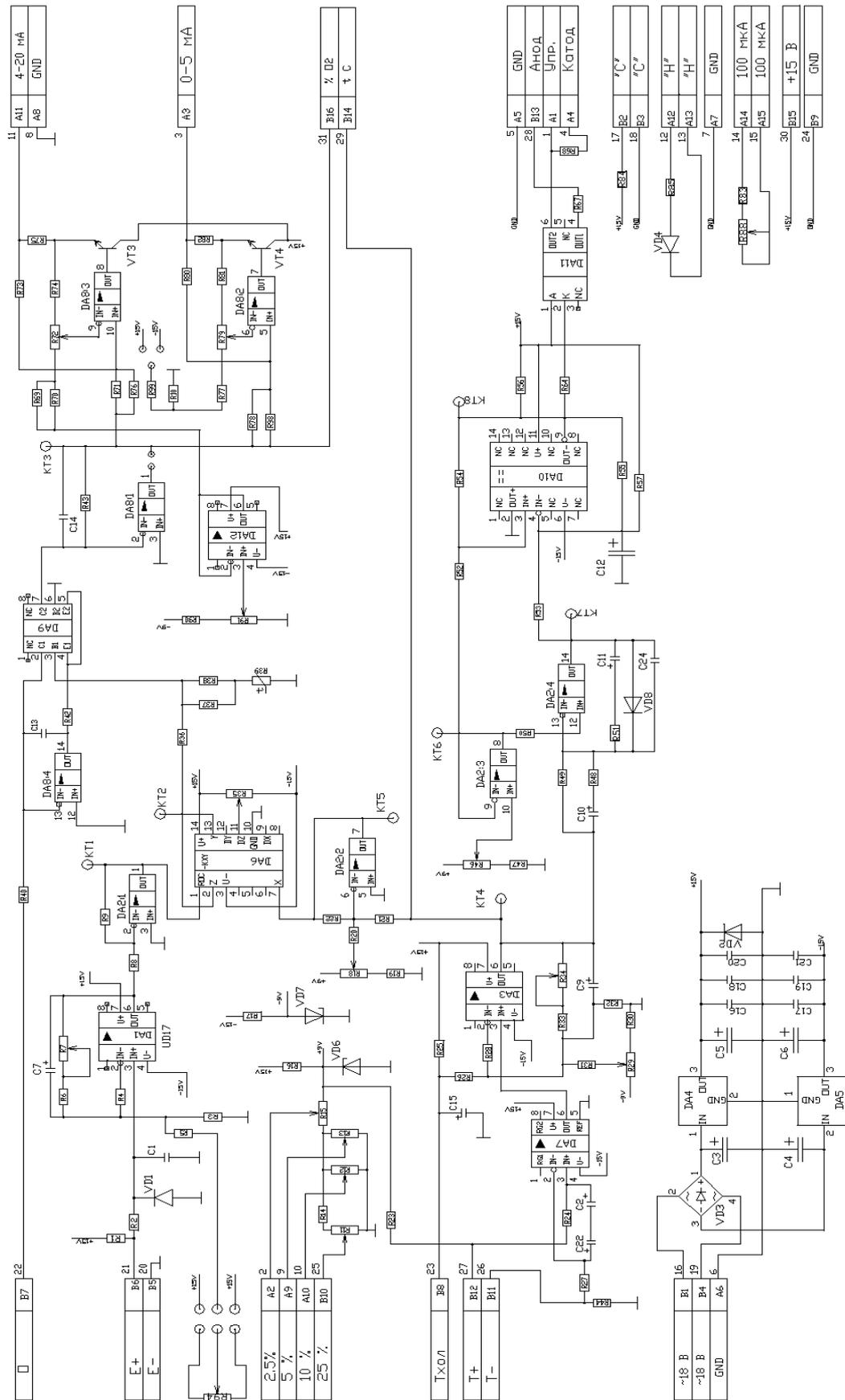


Рисунок 5 – Плата. Схема электрическая принципиальная

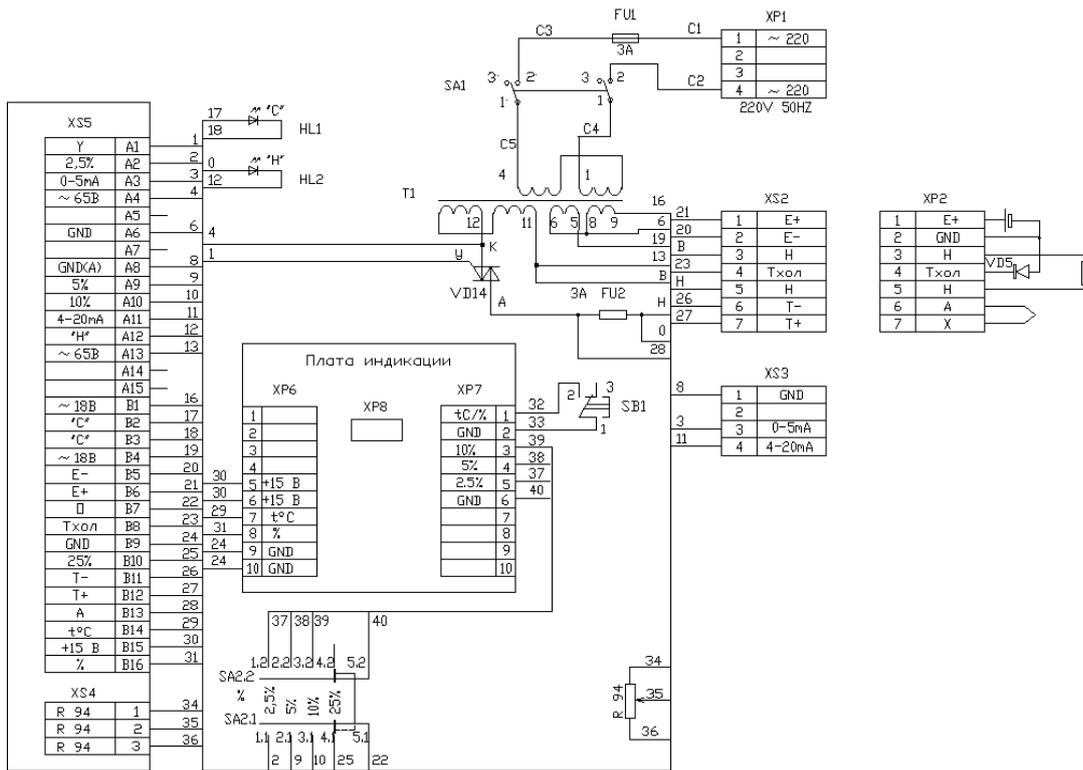


Рисунок 6 – Газоанализатор. Схема электрическая принципиальная. Без интерфейса RS485

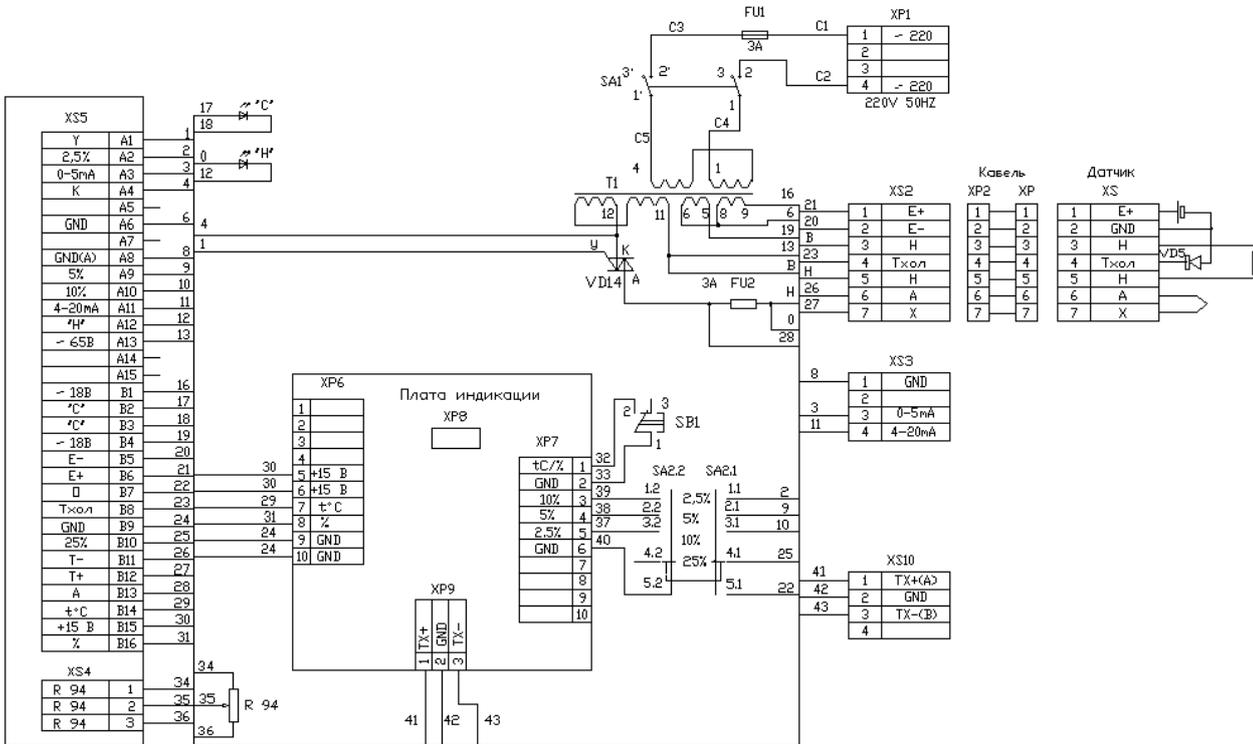


Рисунок 7 – Газоанализатор. Схема электрическая принципиальная. С интерфейсом RS485

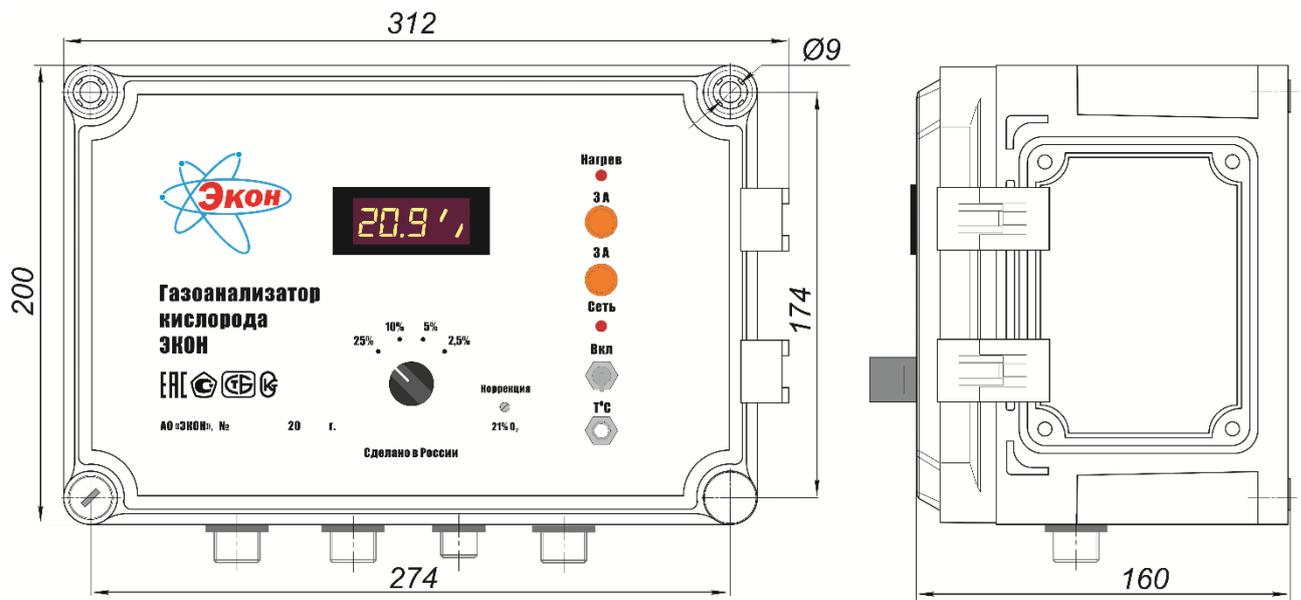


Рисунок 8 – Внешний вид блока электроники

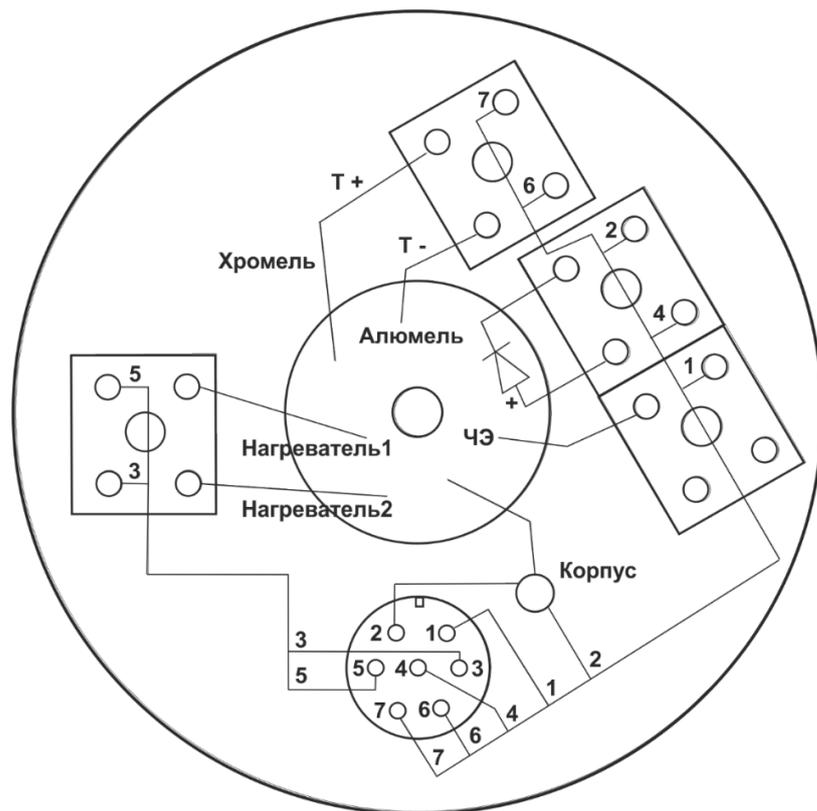


Рисунок 9 – Клеммный фланец. Коммутационная схема.

ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА. ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Резисторы МЛТ - 0,125

R2	91 кОм
R4	91 кОм
R5	270 кОм
R10	36
R16	560
R17	560
R19	12 кОм
R20	22 кОм
R21	8,2 кОм
R22	8,2 кОм
R24	91 кОм
R25	15 кОм
R26	10 кОм
R27	91 кОм
R28	91 кОм
R30	12 кОм
R31	91 кОм
R38	30
R41	перемычка
R42	3 кОм
R44	1,3 МОм
R47	8,2 кОм
R48	100 (120)
R49	4,3 МОм
R50	8,2 кОм
R51	7,5 МОм
R52	16 кОм
R53	51 кОм
R54	1,3 МОм
R55	820 кОм
R56	8,2 кОм
R57	1,3 МОм
R58	2 кОм
R59	51 кОм
R60	8,2 кОм
R61	1,3 МОм
R62	8,2 кОм
R63	8,2 кОм
R64	2 кОм
R67	36
R68	560
R69*	---
R76*	---
R83	91 кОм
R84	8,2 кОм
R85	3,9 кОм
R89	100
R93	перемычка
R99*	---

МЛТ - 0,5

R85	3,9 кОм
-----	---------

С2-29, 0,1%

R6	15 кОм
R8, R9, R14	7,5 кОм
R10	7,5 кОм
R33	44,2 кОм
R37	5,1 кОм
R40	44,2 кОм
R43	511 кОм
R36	1,4 кОм
R73, R74	825
R3, R32	210
R37	5,1
R70, R71, R77	12 кОм
R78, R90	12 кОм
R80	1 кОм
R81	1,2 кОм
R82	200
R75, R99	51,1
3296W	
R7, R12, R13, R18	10 кОм
R29, R34, R91	10 кОм
R11, R15	2,0 кОм
R46	5,0 кОм
R72, R79	100
R35	20 кОм
R88, R94	20 кОм

КИМ - 0,125

R1	680 МОм
R23	100 МОм

Терморезистор

R39	24,5
-----	------

Мост

выпрямительный

VD3	W02M
-----	------

Конденсаторы

К-50-35	
C3, C4	1000 мкФ х 25 В
C5, C6, C12, C23	47 мкФ х 16 В
КМ - 6	
C1	1 мкФ
C13, C14	33 пФ
C15 - C24	0,22 мкФ
К53 - 1а	
C2, C7, C9, C11	10 мкФ х 16 В
C10	22 мкФ х 6 В

Диоды

VD5	КД521
VD8	КТ3102
VD12	КД209

Стабилитроны

VD1, VD2	Д814Д
VD6, VD7	Д818Е

Транзисторы

VT4	КТ3117
VT3	КТ817

Микросхемы

DA1, DA3	К140УД17А
DA2, DA8	TL084SN
DA4	LM7815
DA5	LM7915
DA6	К525ПС2
DA7	AD620
DA10	КР554СА3
DA9	К159НТ1
DA11	МОС 3023
DA12	КР140УД608

* – подбирается при настройке

УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

1. Рамка индикатора
2. Переключатель RCL 371-1-3-4
3. Держатель предохранителя (2)
4. Предохранитель (2)
5. Кнопка двойная
6. Тумблер двойной
7. АЛ307 (2)
8. ВТ 138
9. 2РМ14-4 (компл.)
10. 2РМ18-7 (компл.)
11. 2РМ18-4 (компл.) (два компл. при наличии RS485)
12. СПЗ - 15 кОм
13. ГРПМШ-1-31 (компл.)
14. ВЛS-3 (компл.)
15. Трансформатор ТПГ 125-С3

ДЛЯ ЗАМЕТОК