

**АНАЛИЗАТОР
РАСТВОРЕННОГО
КИСЛОРОДА МАРК-403**

Руководство по эксплуатации

ВР15.00.000РЭ



Содержание

1	Описание и работа	4
1.1	Назначение изделия.....	4
1.2	Основные параметры и размеры	5
1.3	Технические характеристики	8
1.4	Состав изделия.....	10
1.5	Устройство и принцип работы	11
2	Использование по назначению	15
2.1	Эксплуатационные ограничения	15
2.2	Указание мер безопасности	15
2.3	Подготовка анализатора к работе	16
2.4	Проведение измерений.....	29
2.5	Проверка технического состояния.....	31
2.6	Возможные неисправности и методы их устранения	32
3	Техническое обслуживание	40
4	Комплект поставки	40
5	Средства измерения, инструмент и принадлежности	41
6	Маркировка	41
7	Упаковка	42
8	Свидетельство об упаковывании.....	42
9	Свидетельство о приемке.....	43
10	Сведения о поверке (калибровке).....	43
11	Гарантийные обязательства	45
12	Сведения о рекламациях	45
13	Сведения о ремонте	46
14	Сведения о содержании драгоценных металлов.....	47
15	Транспортирование и хранение	47
	Приложение А. Методика поверки	49
	Приложение Б. Растворимость кислорода воздуха 100 % влажности в дистиллированной воде в зависимости от температуры.....	69

Настоящий документ является совмещенным и включает разделы руководства по эксплуатации, формуляра и методику поверки.

Руководство предназначено для изучения технических характеристик анализатора растворенного кислорода МАРК-403 (в дальнейшем анализатор) и правил его эксплуатации, также для учета ремонтных работ и поверок анализатора.

Руководство по эксплуатации должно всегда находиться с анализатором.

При записи в РЭ не допускаются записи карандашом, смывающимися чернилами и подчистки. Неправильная запись должна быть аккуратно зачеркнута и рядом записана новая, которую заверяет ответственное лицо. После подписи проставляют фамилию и инициалы ответственного лица.

При передаче изделия в ремонт или на поверку (калибровку) РЭ передается вместе с анализатором.

Изделие соответствует требованиям ГОСТ 22018-84 «Анализаторы растворенного в воде кислорода амперометрические ГСП».

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Наименование и обозначение изделия

Анализатор растворенного кислорода МАРК-403 (МАРК-403/1, МАРК-403/2, МАРК-403/3, МАРК-403/4, МАРК-403/5, МАРК-403/6, МАРК-403/7) ТУ 4215-007-39232169-99.

Таблица 1.1

Обозначение исполнения анализатора	Обозначение исполнения блока преобразовательного	Напряжение питания	Дистанционное управление диапазонами (ДУ)	Исполнение по способу монтажа
МАРК-403	ВР15.01.000	220 В, 50 Гц	есть	щитовое
МАРК-403/1	-01	36 В, 50 Гц	есть	щитовое
МАРК-403/2	-02	220 В, 50 Гц	нет	щитовое
МАРК-403/3	-03	36 В, 50 Гц	нет	щитовое
МАРК-403/4	-04	220 В, 50 Гц	есть	настольное
МАРК-403/5	-05	36 В, 50 Гц	есть	настольное
МАРК-403/6	-06	220 В, 50 Гц	нет	настольное
МАРК-403/7	-07	36 В, 50 Гц	нет	настольное

1.1.2 Анализатор предназначен для измерения концентрации растворенного кислорода.

1.1.3 Область применения – контроль содержания растворенного кислорода на объектах теплоэнергетики, а также в других областях, где требуется контроль растворенного кислорода (экология, рыбоводство и т.д.).

1.1.4 Тип анализатора:

- с внешним поляризирующим напряжением;
- с одним чувствительным элементом;
- непрерывного действия;
- четырехдиапазонный;
- аналоговый;
- с цифровым индикатором;
- с выдачей результатов измерения по токовым выходам 0-5 и 4-20 мА;
- с автоматической коррекцией температурной характеристики;
- с проточно-погружным датчиком.

1.2 Основные параметры и размеры

1.2.1 По устойчивости к климатическим воздействиям анализатор имеет группу исполнения В4 по ГОСТ 12997-84.

1.2.2 По устойчивости к механическим воздействиям анализатор имеет исполнение L1 по ГОСТ 12997-84.

1.2.3 По защищенности от воздействия окружающей среды анализатор имеет исполнение IP20 по ГОСТ 14254-96.

1.2.4 По устойчивости к воздействию атмосферного давления анализатор имеет исполнение P1 по ГОСТ 12997-84 – атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

1.2.5 Параметры анализируемой воды:

- температура, °С от 0 до плюс 70;
- давление, МПа, не более 0,05;
- содержание солей, г/дм³ от 0 до 40;
- рН от 4 до 12;
- скорость потока воды при использовании модуля стабилизации водного потока, дм³/мин от 0,55 до 5,0;
- скорость потока воды при использовании кюветы проточной, дм³/мин от 0,20 до 0,60.

1.2.6 Допустимые концентрации неизмеряемых компонентов:

- концентрация растворенного аммиака, мг/дм³, не более 40,0;
- концентрация растворенного фенола, мг/дм³, не более 0,2.

1.2.7 Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 5 до плюс 50;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

1.2.8 Градуировка анализатора производится по воде, насыщенному кислородом воздуха либо по воздуху 100 % влажности.

Диапазон температуры градуировки, °С от плюс 15 до плюс 55.

1.2.9 Электрическое питание анализатора осуществляется от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением в соответствии с таблицей 1.2.

Таблица 1.2

Обозначение исполнения анализатора	Напряжение, В	Обозначение исполнения анализатора	Напряжение, В
МАРК-403 МАРК-403/2 МАРК-403/4 МАРК-403/6	220 ^{+10%} _{-15%}	МАРК-403/1 МАРК-403/3 МАРК-403/5 МАРК-403/7	36 ^{+10%} _{-15%}

1.2.10 Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания, В·А, не более 10.

1.2.11 Время прогрева и установления теплового равновесия, ч, не более 0,5.

1.2.12 После установки запасных частей из комплекта ЗИП и градуировки анализатор сохраняет свои характеристики в пределах норм, установленных в технических условиях на изделие.

1.2.13 Габаритные размеры и масса узлов анализатора соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Обозначение исполнения анализатора	Наименование и обозначение исполнений узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
МАРК-403 МАРК-403/1 МАРК-403/2 МАРК-403/3	Блок преобразовательный от ВР15.01.000 до -03	125×270×260	3,10
МАРК-403/4 МАРК-403/5 МАРК-403/6 МАРК-403/7	Блок преобразовательный от ВР15.01.000-04 до -07	150×245×260	3,10

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение исполнения анализатора	Наименование и обозначение исполнений узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
МАРК-403	Датчик ДК-402М:		
МАРК-403/1	– измерительный элемент датчика;	Ø30×135	0,10
МАРК-403/2	– модуль термоканала	Ø32×65	0,15
МАРК-403/3			
МАРК-403/4			
МАРК-403/5			
МАРК-403/6			
МАРК-403/7			

1.2.14 Условия транспортирования в транспортной таре по ГОСТ 12997-84:

- температура, °С от минус 50 до плюс 50;
- относительная влажность воздуха при 35 °С, % 95 ± 03;
- синусоидальная вибрация с частотой 5-35 Гц, амплитудой смещения 0,35 мм в направлении, обозначенном на упаковке манипуляционным знаком «Верх, не кантовать».

1.2.15 Требования к надежности

1.2.15.1 Средняя наработка на отказ, ч, не менее 20000.

1.2.15.2 Среднее время восстановления работоспособности, ч, не более..... 2.

1.2.15.3 Средний срок службы анализаторов, лет, не менее 10.

1.2.16 Требования безопасности

1.2.16.1 Блок преобразовательный анализатора относится по способу защиты от поражения электрическим током к классу защиты 1.

1.2.16.2 Электрическая изоляция между цепями питания блока преобразовательного и его корпусом выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока со среднеквадратичным значением 1500 В и частотой (50±1) Гц в нормальных условиях применения.

1.2.16.3 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания анализатора между штырями вилки и корпусом, МОм, не менее:

- при температуре окружающего воздуха (20±5) °С 40;
- при температуре окружающего воздуха 50 °С 5;
- при температуре окружающего воздуха 35 °С и относительной влажности 80 % 5.

1.2.16.4 Электрическое сопротивление между внешним зажимом (контактом) защитного заземления блока и его корпусом не более 0,1 Ом.

1.3 Технические характеристики

1.3.1 Диапазоны измерения концентрации растворенного кислорода (в дальнейшем КРК):

- I диапазон, мкг/дм³ от 0 до 20,0;
- II диапазон, мкг/дм³ от 0 до 200,0;
- III диапазон, мкг/дм³ от 0 до 2000;
- IV диапазон, мг/дм³ от 0 до 20,00.

1.3.2 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК при температуре анализируемой среды, совпадающей с температурой градуировки и находящейся в диапазоне от плюс 15 до плюс 55 °С, при температуре окружающего воздуха (20±5) °С:

- I диапазон ±(2,7+0,04Y) мкг/дм³;
- II диапазон ±(3+0,04Y) мкг/дм³;
- III диапазон ±(5+0,04Y) мкг/дм³;
- IV диапазон ±(0,023+0,04Y) мг/дм³,

где Y – здесь и далее по тексту - измеряемое значение КРК.

1.3.3 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК, обусловленной изменением температуры анализируемой среды на каждые ±5 °С от температуры градуировки, в пределах всего рабочего диапазона температур, мг/дм³ ±0,013Y.

1.3.4 Закон преобразования показаний индикатора в режиме измерения КРК на диапазоне 0-20,00 мг/дм³ в показания индикатора в режиме градуировки «КАЛИБР %» в диапазоне температур от плюс 15 до плюс 55 °С соответствует выражению

$$Z_{град}(t) = 100 \cdot \frac{Z_{КРК}^{20,00}(t)}{Co_2(t)},$$

где $Z_{град}(t)$ – показания индикатора в режиме градуировки «КАЛИБР %», % насыщения;

$Z_{КРК}^{20,00}(t)$ – показания индикатора в режиме измерения КРК на диапазоне 0-20,00 мг/дм³;

$Co_2(t)$ – растворимость в дистиллированной воде кислорода воздуха 100 % влажности при атмосферном давлении 101,325 кПа, мг/дм³;

t – температура анализируемой среды, °С.

1.3.5 Сопряжение показаний индикатора в режиме измерения КРК на диапазоне 0-20,00 мг/дм³ и показаний индикатора в режиме градуировки «КАЛИБР %», % от индицируемой величины ±0,5.

1.3.6 Регулировка градуировки обеспечивает в режиме «КАЛИБР %» установку показаний индикатора 100,0 при температуре датчика (20,0±0,2) °С при изменении входного тока канала измерения КРК $I^0(20)$... от 1,3 до 3,9 мкА.

1.3.7 Предел допускаемого значения времени установления показаний анализатора, мин, не более 5.

1.3.8 Предел допускаемого значения полного времени установления показаний анализатора, мин, не более 30.

1.3.9 Стабильность показаний анализатора за время 8 ч не хуже, мг/дм³ $\pm(0,001+0,015)Y$.

1.3.10 Закон преобразования показаний индикатора в выходной ток $I_{\text{вых}}$, мА, при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С определяется выражением

$$I_{\text{вых}} = 4 + 16 \frac{Z_{\text{КРК}}}{Z_{\text{диап}}}$$

– для токового выхода 4-20 мА на нагрузке, не превышающей 500 Ом;

$$I_{\text{вых}} = 5 \frac{Z_{\text{КРК}}}{Z_{\text{диап}}}$$

– для токового выхода 0-5 мА на нагрузке, не превышающей 2 кОм;

где $Z_{\text{КРК}}$ – показания индикатора;

$Z_{\text{диап}}$ – верхний предел диапазона, на котором фиксируются показания индикатора.

Переключение токового выхода 0-5/4-20 мА производится переключателем «ТОКОВЫЙ ВЫХОД» на задней панели блока преобразовательного.

1.3.11 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С:

– на нагрузке, не превышающей 500 Ом, % от диапазона 4-20 мА $\pm 0,5$;

– на нагрузке, не превышающей 2 кОм, % от диапазона 0-5 мА $\pm 0,5$.

1.3.12 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах всего рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С:

– I диапазон $\pm(0,14+0,001Y)$ мкг/дм³;

– II диапазон $\pm(0,4+0,002Y)$ мкг/дм³;

– III диапазон $\pm(2,2+0,003Y)$ мкг/дм³;

– IV диапазон $\pm(0,02+0,002Y)$ мг/дм³.

1.3.13 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха на каждые ± 10 °С от нормальной в пределах всего рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С:

– % от диапазона 4-20 мА $\pm 0,25$;

– % от диапазона 0-5 мА $\pm 0,25$.

1.3.14 Диапазон регулировки шлица переменного резистора «УСТАНОВКА НУЛЯ», не менее, мкг/дм^3 от минус 10 до плюс 10.

1.3.15 Включение диапазонов анализатора осуществляется переключателем на передней панели блока преобразовательного либо токовым сигналом управления, подаваемым на разъем «ДУ» на задней панели блока преобразовательного, либо внешним пультом управления в соответствии с таблицей 1.4.

Таблица 1.4

Обозначение исполнения анализатора	Режим работы	Диапазон измерения	Значение токового сигнала управления
МАРК-403 МАРК-403/1 МАРК-403/4 МАРК-403/5	Автономный	Включается переключателем на передней панели либо внешним пультом управления	—
	Дистанционный	0-20,0 мкг/дм^3 0-200,0 мкг/дм^3 0-2000 мкг/дм^3 0-20,00 мг/дм^3	(5±0,5) мА (10±1) мА (15±1,5) мА (20±2) мА
МАРК-403/2 МАРК-403/3 МАРК-403/6 МАРК-403/7	Автономный	Включается переключателем на передней панели	—

1.3.16 Включение режимов блока преобразовательного «СЕТЬ», «УСТАНОВКА НУЛЯ», «КАЛИБР %», диапазоны «0-20 мкг/дм^3 », «0-200 мкг/дм^3 », «0-2000 мкг/дм^3 », «0-20 мг/дм^3 » индицируется соответствующими светодиодными индикаторами на передней панели блока.

1.3.17 При превышении температуры датчика плюс 70 °С вырабатывается прерывистый звуковой сигнал и прерывистый красный световой сигнал индикатора «ПЕРЕГРУЗКА ПО ТЕМПЕРАТУРЕ», а при превышении температуры плюс 90 °С вырабатывается непрерывный звуковой сигнал и непрерывный красный световой сигнал индикатора «ПЕРЕГРУЗКА ПО ТЕМПЕРАТУРЕ».

1.4 Состав изделия

1.4.1 В состав анализатора входит блок преобразовательный и датчик кислородный ДК-402М с соединительным кабелем 5 м.

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Блок преобразовательный включает в себя четыре платы:

- плату источников питания и канала кислорода;
- плату аналого-цифрового преобразователя температуры;
- плату индикации и управления;
- плату дистанционного управления для исполнений ВР15.01.000, ВР15.01.000-01, ВР15.01.000-04, ВР15.01.000-05.

Структурная схема анализатора показана на рисунке 1.1.

1.5.2 Кислородный датчик включает в себя:

- измерительный элемент датчика с преобразователями концентрации кислорода и температуры;

- модуль термоканала с усилителем-нормализатором температуры.

Измерительный элемент датчика и модуль термоканала соединяются двужильным экранированным кабелем длиной 5 м (может быть увеличена до 100 м).

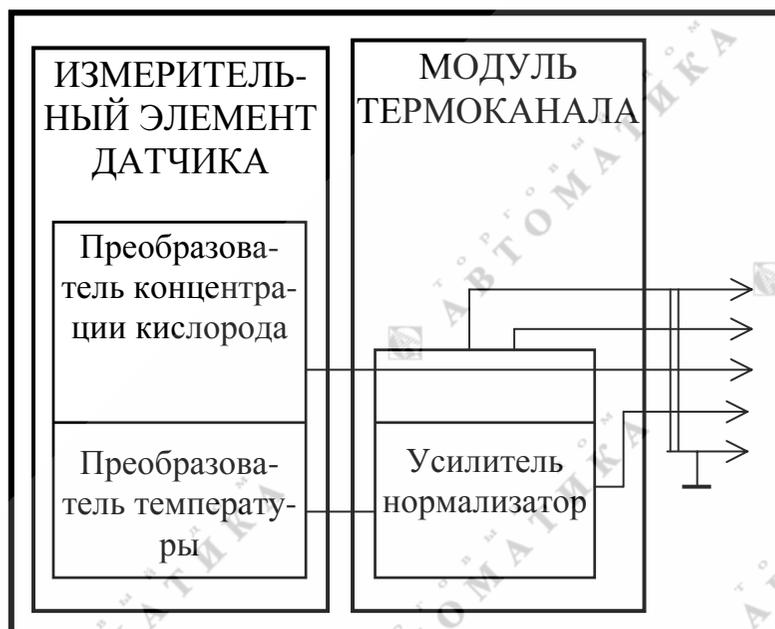
Модуль термоканала соединяется коротким многожильным кабелем через разъем с блоком преобразовательным.

Через контакты разъема 1 и 3 на модуль термоканала поступают напряжения $(5 \pm 0,1)$ В и $(-4,205 \pm 0,001)$ В. Через контакт 6 поступает поляризационное напряжение $U_n = -0,63 \pm 0,05$ В на преобразователь концентрации кислорода. Из модуля термоканала на блок преобразовательный через контакт 8 поступает напряжение U_t , мВ, пропорциональное температуре измерительного элемента датчика $t_{из}$, °С,

$$U_t = -22,07 t_{из}.$$

Ток, текущий в цепи, подключенной к преобразователю концентрации кислорода (контакт 6), пропорционален концентрации кислорода в анализируемой среде.

ДАТЧИК КИСЛОРОДНЫЙ ДК-402М



Сигналы на разъеме блока преобразовательного «Датчик»

Конт	Цепь
1	$+(5 \pm 0,1) \text{ В}$
3	$-(4,205 \pm 0,001) \text{ В}$
4	Корпус
6	0,63 В (поляризационное напряжение кислородного датчика)
8	$U_t, \text{ мВ} = -22,07 t_{из} \text{ } ^\circ\text{С}$ (сигнал температуры измерительного элемента датчика $t_{из} \text{ } ^\circ\text{С}$, поступает с термочанала)

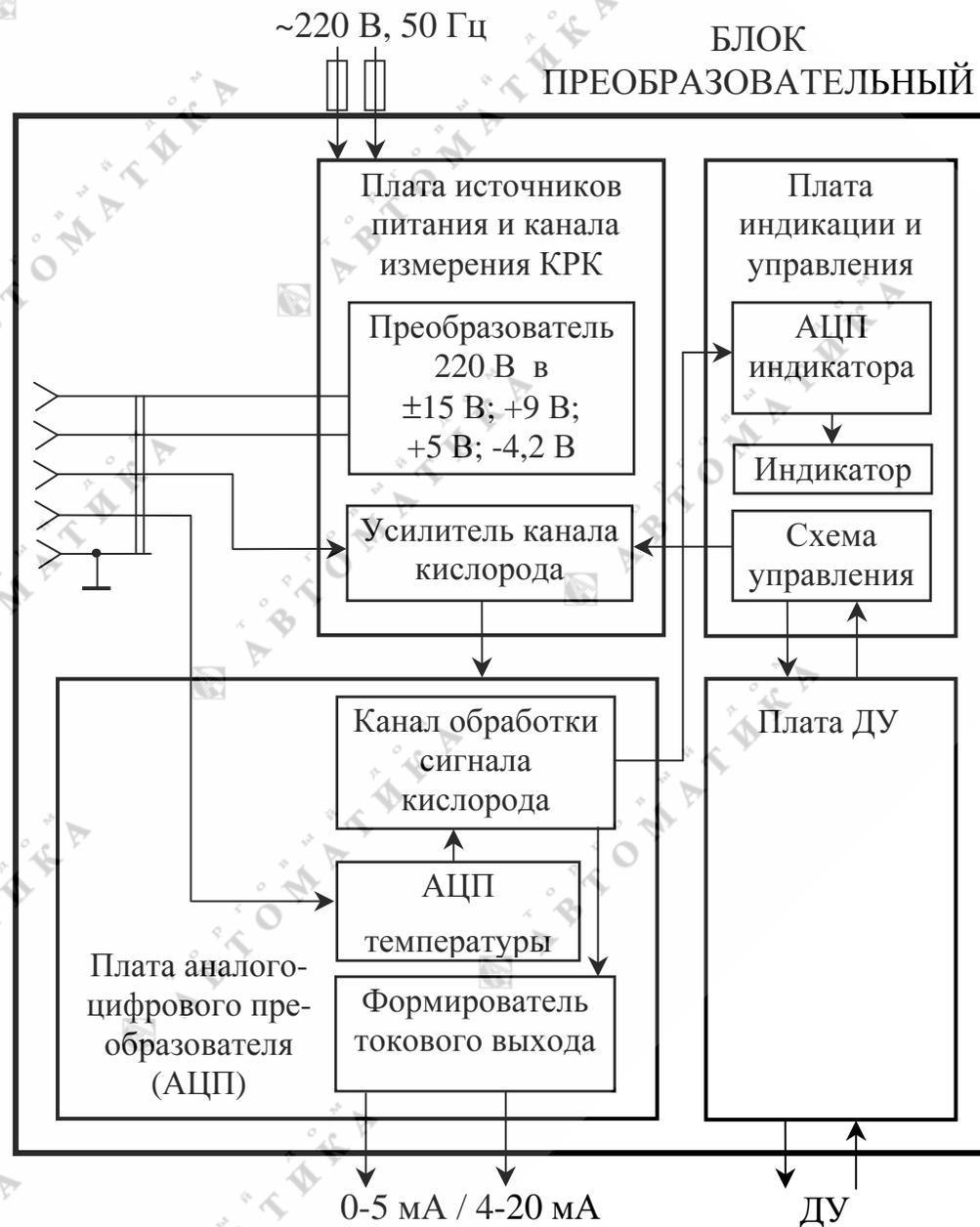


Рисунок 1.1 – Структурная схема анализатора

1.5.3 Конструкция измерительного элемента кислородного датчика

На рисунке 1.2 показаны основные детали измерительного элемента кислородного датчика, корпус которого выполнен из оргстекла.

Платиновый катод 3 впаян в торец стеклянной трубки-держателя электродов, серебряный анод 14 намотан поверх трубки. Трубка-держатель и кабель 8 герметично вмонтированы во внутренний корпус 13. Последний вставлен в основной корпус 12 и затянут гайкой 9 с уплотнительным кольцом 10.

На трубке-держателе капроновыми нитками 16 укреплена тефлоновая пленка 15 толщиной 10 мкм, обеспечивающая фиксированный зазор между катодом и мембраной.

Мембранный узел состоит из втулки-короны 2 и вставленной в нее мембраны с приклеенным резиновым кольцом 17. Мембранный узел установлен на основном корпусе и затянут накидной гайкой 1.

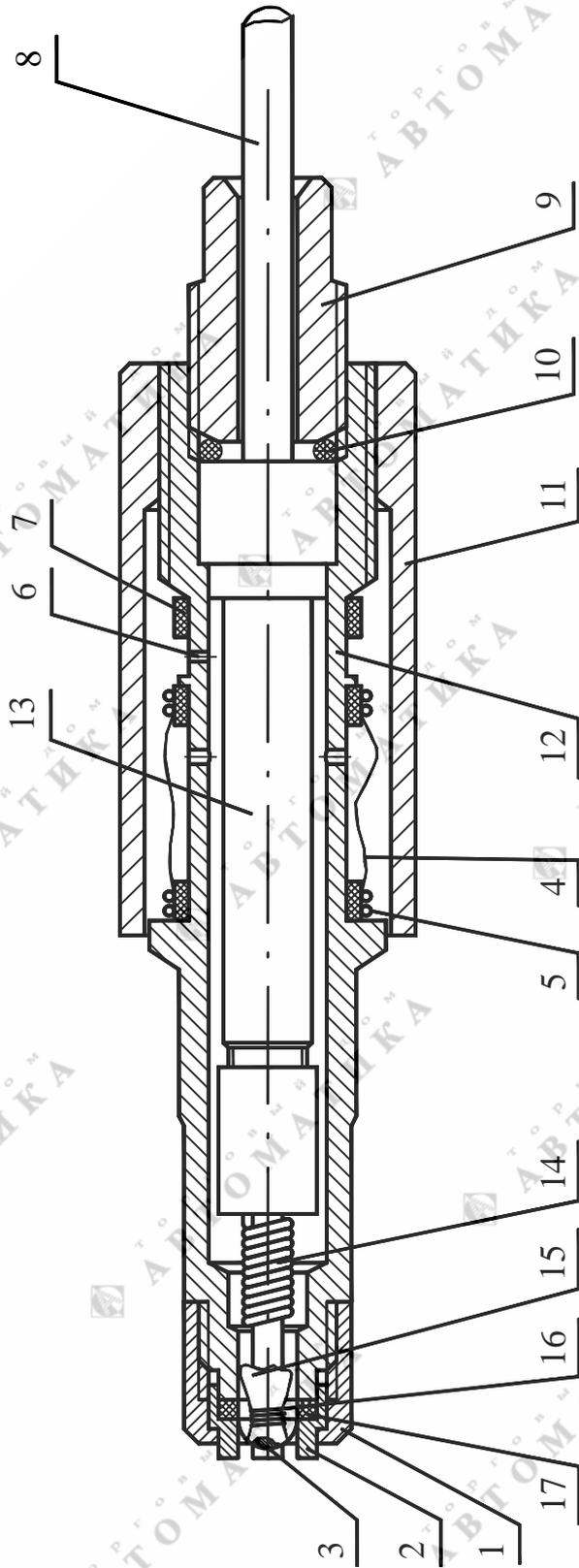
На основном корпусе размещена также диафрагма 4, предназначенная для выравнивания давления снаружи и внутри датчика. Проволочные стяжки 5 укрепляют диафрагму на основном корпусе и герметизируют внутреннее пространство датчика, заполненное электролитом. Для заливки электролита предназначены отверстия 6 в основном корпусе, закрываемые в рабочем положении резиновым кольцом 7.

Защитный колпак предназначен для предохранения диафрагмы от повреждений и выполняет декоративные функции.

1.5.4 Принцип измерения кислорода

При измерении содержания в воде растворенного кислорода используется амперометрический датчик, по принципу работы совпадающий с полярографической ячейкой закрытого типа.

Электроды погружены в раствор электролита, который отделен от анализируемой среды мембраной, проницаемой для кислорода, но непроницаемой для жидкости и паров воды. Кислород из анализируемой среды диффундирует через мембрану в тонкий слой электролита между катодом и мембраной и вступает в электрохимическую реакцию на поверхности катода, который поляризуется внешним напряжением, приложенным между электродами. При этом в датчике вырабатывается сигнал постоянного тока, который при фиксированной температуре пропорционален концентрации растворенного кислорода в анализируемой среде.



1 – накидная гайка, 2 – втулка-корона, 3 – платиновый катод, 4 – диафрагма, 5 – стяжка диафрагмы, 6 – отверстия для заливки электролита, 7 – резиновое кольцо, 8 – кабель, 9 – гайка, 10 – резиновое кольцо, 11 – защитный колпачок, 12 – основной корпус, 13 – внутренний корпус, 14 – серебряный анод, 15 – тефлоновая пленка, 16 – винты капроновые, 17 – резиновое кольцо в сборе с мембраной.

Рисунок 1.2 – Конструкция измерительного элемента датчика

Выходной сигнал датчика кислорода поступает на усилитель-нормализатор, затем на плату аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Далее термокомпенсированный сигнал идет на формирователь токового выхода и на плату индикации и управления, где преобразуется в десятичный код и отображается на индикаторе.

Чувствительность преобразователя концентрации кислорода (коэффициент пропорциональности) резко возрастает с повышением температуры анализируемой среды. Для компенсации этой зависимости в анализаторе применяется автоматическая температурная коррекция с использованием преобразователя температуры, размещенного в одном корпусе с преобразователем концентрации кислорода.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Кроме задач контроля растворенного кислорода в деаэрированных водах предприятий теплоэнергетики, анализатор может использоваться для измерений в различных поверхностных и сточных водах, в том числе в мутных и окрашенных, с наличием органических загрязнителей. По некоторым из компонентов, влияющих на результаты измерений, допустимые концентрации приведены в п. 1.2.6.

2.1.2 Анализатор должен располагаться таким образом, чтобы была исключена возможность попадания воды на блок преобразовательный.

2.1.3 Измерительный элемент датчика рассчитан на работу в диапазоне температур от 0 до плюс 70 °С. Кратковременно (до 15 мин) он выдерживает температуру до 100 °С, однако длительный перегрев может вызвать деформацию корпуса.

2.1.4 При работе с анализатором следует оберегать кислородный датчик от ударов, поскольку в его конструкции использовано стекло.

2.2 Указание мер безопасности

2.2.1 К работе с анализатором растворенного кислорода допускается

персонал, изучивший настоящее руководство и правила работы с химическими растворами.

2.2.2 Обслуживающий персонал должен быть проинструктирован и иметь допуск к работе с электроустановками до 1000 В в соответствии с действующими правилами техники безопасности.

2.2.3 Запрещается эксплуатировать анализатор при снятых крышках корпуса блока преобразовательного, а также при отсутствии заземления.

2.3 Подготовка анализатора к работе

При получении анализатора следует вскрыть упаковку, проверить комплектность и убедиться в сохранности упакованных изделий.

После пребывания анализатора на холодном воздухе необходимо выдержать его при комнатной температуре не менее 1 ч, после чего можно приступить к подготовке анализатора к работе.

2.3.1 Расположение и назначение органов управления и составных частей анализатора

2.3.1.1 На передней панели анализатора в соответствии с рисунком 2.1 находятся:

- выключатель «**СЕТЬ**» для подачи сетевого питания на весь анализатор. Во включенном состоянии при наличии сетевого напряжения переключатель подсвечивается;

- кнопочный переключатель измерительных диапазонов и режимов работы анализатора. При каждом нажатии кнопочного переключателя, расположенного в правой части светлого поля, происходит циклическое переключение диапазонов и режимов анализатора слева направо. Рядом со светодиодами, индицирующими включенный диапазон, находятся надписи, указывающие границы диапазона и единицы измерения;

- шлиц переменного резистора «**УСТАНОВКА НУЛЯ**» для установки нуля блока преобразовательного (электрического нуля анализатора) и градуировки анализатора в «нулевом» растворе;

- шлиц переменного резистора «**КАЛИБР %**» для градуировки по атмосферному воздуху;

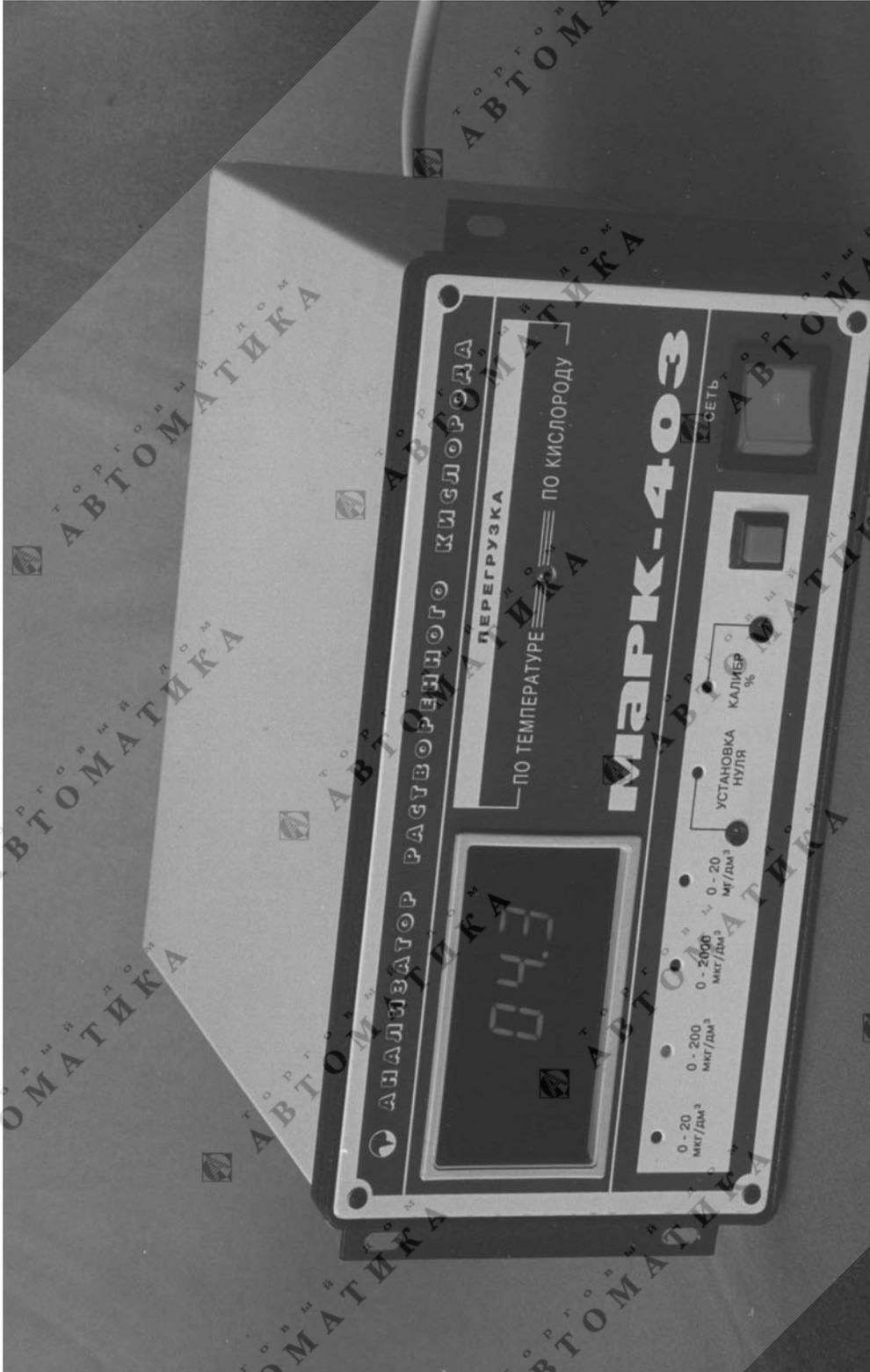


Рисунок 2.1

– цифровой светодиодный индикатор для индикации концентрации растворенного кислорода в единицах измерения, соответствующих включенному диапазону. При перегрузке диапазона (при превышении концентрации кислорода верхней границы диапазона) на индикаторе загораются одиночная цифра «1» (слева) и светодиодный индикатор **«ПЕРЕГРУЗКА ПО КИСЛОРОДУ»** (зеленый с проблесками красного), а также звучит прерывистый звуковой сигнал. В этом случае необходимо перейти на более грубый диапазон.

В режиме **«КАЛИБР %»** концентрация растворенного кислорода индицируется в процентах насыщения. При этом за 100 % насыщения принимается концентрация кислорода в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха при атмосферном давлении 101,325 кПа при 100 % влажности воздуха.

В режиме **«УСТАНОВКА НУЛЯ»** единицы измерения – мкг/дм³;

– одиночный светодиодный индикатор **«ПЕРЕГРУЗКА»** с надписями **«ПО ТЕМПЕРАТУРЕ»** и **«ПО КИСЛОРОДУ»**, находящейся в правой половине передней панели.

Индикатор загорается:

– при превышении температуры датчика 70 °С (свечение красное, прерывистое);

– при превышении концентрации кислорода верхней границы включенного измерительного диапазона (свечение зеленое с проблесками красного).

В обоих случаях анализатор выдает прерывистый звуковой сигнал.

При превышении температуры датчика 90 °С анализатор выдает непрерывный звуковой сигнал (свечение индикатора красное, непрерывное).

2.3.1.2 На задней панели анализатора находятся:

- разъем сетевого кабеля;
- разъем для подключения датчика;
- клемма заземления.
- хомут крепления модуля термоканала датчика. Хомут устанавливается на задней панели блока и фиксируется двумя винтами;
- переключатель токового выхода **«ТОКОВЫЙ ВЫХОД»**;
- клеммы токового выхода «+», «-», предназначенные для подключения внешнего регистрирующего устройства. На эти клеммы блок выдает токовый сигнал (0-5 мА либо 4-20 мА в зависимости от положения переключателя **«ТОКОВЫЙ ВЫХОД»**), соответствующий включенному измерительному диапазону;
- разъем **«ДУ»**, предназначенный для подачи токового сигнала управления включением диапазонов анализатора.

Разметка отверстий в щите для крепления блока преобразовательного анализатора исполнений от ВР15.01.000 до ВР15.01.000-03 – в соответствии с рисунком 2.2.

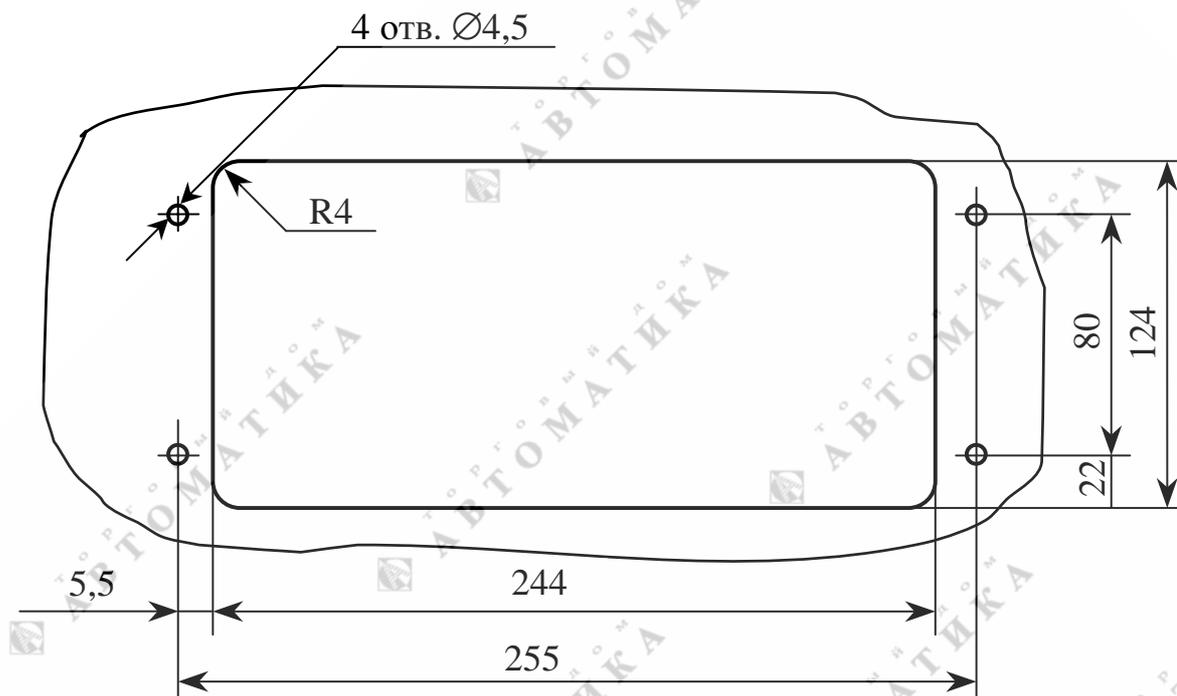


Рисунок 2.2 – Разметка отверстий в щите для крепления блока преобразовательного

2.3.2 Подготовка измерительного элемента кислородного датчика

Измерительный элемент кислородного датчика в комплекте анализатора поставляется в сухом виде и при получении его необходимо залить электролитом из комплекта поставки.

2.3.2.1 Заливка (добавление) электролита

Для выполнения этой операции в соответствии с рисунком 2.3 надо:

– отвернуть против часовой стрелки накладную гайку, снять ее и смочить изнутри мембрану и резиновое кольцо электролитом;

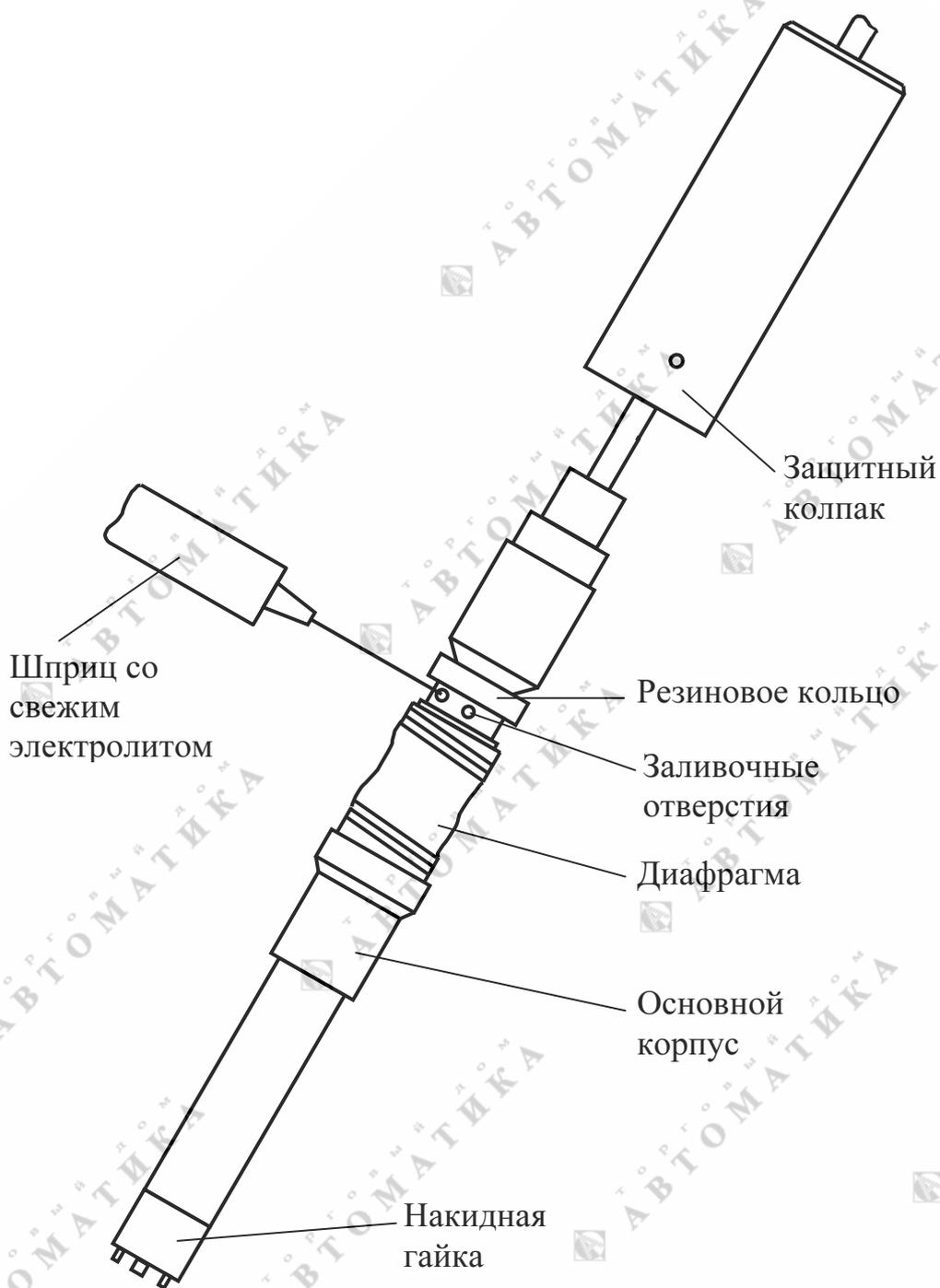


Рисунок 2.3 – Заливка (добавление) электролита

- накрутить по часовой стрелке до упора накидную гайку, обеспечивающую прижим мембраны к платиновому катоду;
- отвернуть защитный колпак и сместить его с корпуса датчика на соединительный кабель;
- с помощью шприца залить через одно из заливочных отверстий на корпусе датчика 4 см^3 электролита. Для лучшего проникания электролита к

электродам можно несколько раз встряхнуть датчик;

- сдвинуть резиновое кольцо таким образом, чтобы оно перекрыло оба заливочных отверстия;
- навернуть защитный колпак.

1 ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАТЬ переполнения измерительного элемента датчика электролитом (выпячивания диафрагмы)!

2 ВНИМАНИЕ: ЭЛЕКТРОЛИТ СОДЕРЖИТ В СВОЕМ СОСТАВЕ ЩЕЛОЧЬ. СОБЛЮДАТЬ НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ!

Подключить датчик к блоку преобразовательному. Включить анализатор (подключить к сети и нажать кнопку «**СЕТЬ**») и погрузить измерительный элемент датчика мембраной вниз на 8 ч в дистиллированную воду.

2.3.2.2 После выдержки измерительного элемента датчика в дистиллированной воде необходимо проверить реакцию датчика на кислород.

Для этого следует:

- включить анализатор;
- включить режим «**УСТАНОВКА НУЛЯ**». Установить шлицом переменного резистора значение $\pm 0,3$;
- включить режим «**КАЛИБР %**»;
- извлечь измерительный элемент датчика из воды, стряхнуть капли воды с мембраны, аккуратно положить на поверхность под углом в 45° и выдержать на воздухе 5 мин;
- шлицом «**КАЛИБР %**» с помощью отвертки из ЗИП установить показания индикатора 100 ± 1 ;
- приготовить раствор щелочи (KOH или NaOH) концентрации 5 г/дм^3 , используя дистиллированную либо кипяченую воду. Залить его в сосуд емкостью $0,3\text{-}0,5 \text{ дм}^3$ до уровня не менее 50 мм. Добавить $0,3\text{-}0,5 \text{ г}$ гидрохинона и перемешать;
- погрузить в полученный бескислородный («нулевой») раствор измерительный элемент датчика мембраной вниз и слегка взболтать им раствор, чтобы исключить скапливание пузырьков воздуха на мембране. Показания индикатора анализатора должны медленно уменьшаться;
- перейти на диапазон « $0\text{-}2000 \text{ мкг/дм}^3$ », когда показания опустятся ниже 10 %. По мере снижения показаний индикатора следует переходить на более чувствительные диапазоны;
- выдержать измерительный элемент датчика в «нулевом» растворе 30 мин.

Если через 30 мин показания индикатора при нахождении измерительного элемента датчика в «нулевом» растворе опустятся ниже 3 мкг/дм^3 , то следует перейти к п. 2.3.3.

Если через 30 мин показания индикатора при нахождении измерительного элемента датчика в «нулевом» растворе выше 3 мкг/дм^3 , то следует перейти к п. 2.3.2.3.

2.3.2.3 Циклирование кислородного датчика

Для выполнения операции циклирования датчика надо провести следующие операции:

- включить анализатор в режиме измерения кислорода и диапазоне измерения $0-20,00 \text{ мг/дм}^3$;
- приготовить «нулевой» раствор в соответствии с п. 2.3.2.2;
- погрузить измерительный элемент датчика мембраной вниз в «нулевой» раствор и слегка взболтать им раствор, чтобы исключить скапливание пузырьков воздуха на мембране;
- выдержать измерительный элемент датчика в «нулевом» растворе 15 мин, затем вынести его на 5 мин на воздух, стряхнув капли раствора с мембраны;
- повторить цикл «нулевой» раствор-воздух 3-4 раза;
- снова погрузить измерительный элемент датчика в «нулевой» раствор;
- зафиксировать показания анализатора через 30 мин. Они должны быть в пределах $\pm 6 \text{ мкг/дм}^3$.

2.3.3 Градуировка в «нулевом» растворе

Для проведения этой операции необходимо:

- приготовить свежий «нулевой» раствор;
- включить анализатор в режиме «**УСТАНОВКА НУЛЯ**». Шлицом переменного резистора «**УСТАНОВКА НУЛЯ**» выставить показания индикатора $(0,0 \pm 0,3) \text{ мкг/дм}^3$. Включить диапазон $0-20,00 \text{ мг/дм}^3$;
- измерительный элемент датчика выдержать на воздухе 5 мин, затем погрузить его в «нулевой» раствор, стряхнув пузырьки воздуха с мембраны;

- по мере падения показаний индикатора переходить на более чувствительные диапазоны;
- снять показания индикатора на диапазоне 0-20,0 мкг/дм³ через 30 минут после погружения измерительного элемента датчика, они должны быть в пределах ± 6 мкг/дм³;
- если показания не достигают указанных пределов, сделать несколько энергичных встряхиваний измерительного элемента датчика, не вынимая его из раствора, чтобы удалить пузырьки воздуха с мембраны.

Если в результате вышеуказанных действий не удастся получить требуемые показания, то это может свидетельствовать либо о плохом качестве «нулевого» раствора (плохих реактивах), либо о неисправности анализатора (см. раздел 2.6 «Возможные неисправности и методы их устранения»).

Шлицом переменного резистора «УСТАНОВКА НУЛЯ» установить показания $(0,0 \pm 0,3)$ мкг/дм³.

ВНИМАНИЕ: «НУЛЕВОЙ» РАСТВОР ДОЛЖЕН БЫТЬ СВЕЖЕ-ПРИГОТОВЛЕННЫМ!

- В открытой емкости он сохраняется 2-3 ч.

2.3.4 Градуировка анализатора по атмосферному воздуху

2.3.4.1 Градуировку анализатора по атмосферному воздуху следует проводить в диапазоне температур от плюс 15 до плюс 55 °С.

Для уменьшения дополнительной погрешности датчика температура градуировки должна быть близка к температуре анализируемой среды.

Для выполнения градуировки выполнить следующие операции:

- включить анализатор в режиме измерения КРК на диапазоне 0-20,00 мг/дм³;
- ополоснуть измерительный элемент датчика дистиллированной водой;
- стряхнуть капли воды с мембраны измерительного элемента датчика и поместить его в коническую колбу КН-100-19/26 или аналогичную, на дно которой налита вода слоем 3-5 мм в соответствии с рисунком 2.4;
- колбу с измерительным элементом расположить наклонно под углом 30-45° к горизонтали для стекания остатка воды с мембраны и поместить в термостат (для температур выше комнатной) либо в камеру холода (для температур ниже комнатной);
- через 2 ч измерить и записать атмосферное давление $P_{атм}$, кПа, на момент градуировки;

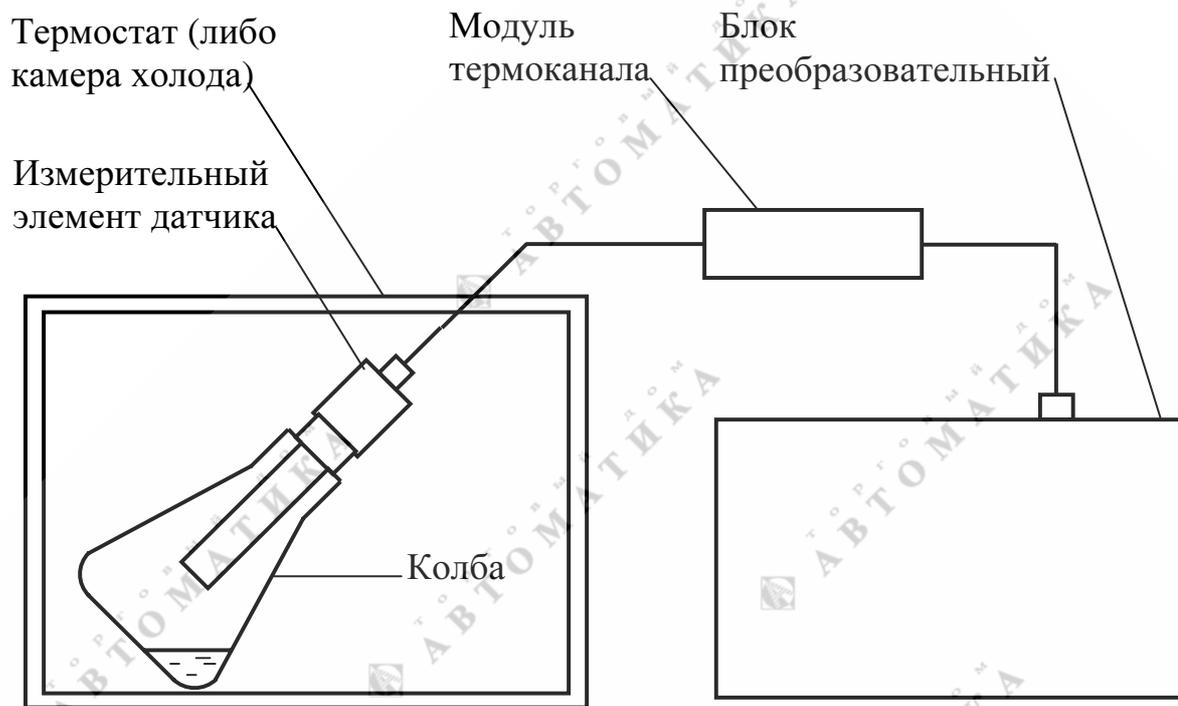


Рисунок 2.4 – Схема градуировки анализатора

– вращая шлиц переменного резистора «КАЛИБР %», установить показания индикатора

$$Z_{град} = Z(t) \cdot \frac{P_{атм}}{101,325} \pm 0,3,$$

где $Z(t)$ – табличное значение растворимости кислорода воздуха для температуры воздуха в термостате либо в камере холода, взятое из приложения Б, мг/дм³.

2.3.4.2 Допускается проводить градуировку в режиме «КАЛИБР %», в этом случае шлицом переменного резистора «КАЛИБР %» устанавливаются показания без учета температуры воздуха по формуле

$$Z_{град} = 100 \cdot \frac{P_{атм}}{101,325} \pm 0,3.$$

Дополнительная погрешность при градуировке в режиме «КАЛИБР %» не превышает 0,5 %.

2.3.4.3 Наиболее удобной является градуировка в атмосферном воздухе при комнатной температуре.

Чтобы датчик привести в температурное равновесие с окружающим воздухом, необходимо его на 20 мин полностью погрузить в воду комнатной температуры.

Для выполнения градуировки выполнить следующие операции:

- включить анализатор в режиме «КАЛИБР %»;
- ополоснуть измерительный элемент датчика дистиллированной водой;
- стряхнуть капли воды с мембраны измерительного элемента датчика и поместить его в коническую колбу (как в п. 2.3.4.1). Колбу расположить наклонно под углом 30-45° к горизонтали для стекания остатка воды с мембраны;
- через 10 мин измерить и записать атмосферное давление $P_{атм}$, кПа, на момент градуировки;
- вращая шлиц переменного резистора «КАЛИБР %», установить показания индикатора

$$Z_{град} = 100 \cdot \frac{P_{атм}}{101,325} \pm 0,3.$$

После градуировки анализатор готов к работе.

ВНИМАНИЕ: Для обеспечения нормальной работы анализатора не допускать пересыхания мембраны датчика. В перерывах между измерениями следует хранить его в дистиллированной воде!

2.3.5 Работа в режиме дистанционного управления переключением диапазонов анализатора

В анализаторах исполнений МАРК-403, МАРК-403/1, МАРК-403/4, МАРК-403/5 предусмотрена возможность дистанционного переключения диапазонов измерения:

- от внешнего пульта управления;
- от внешнего источника тока.

Схема внешнего пульта управления и подключения его к разъему «ДУ» на задней панели блока преобразовательного представлена на рисунке 2.5.

На контакты 2 и 4 подается токовый сигнал от внешнего источника тока. Соответствие включаемых диапазонов и сигналов управления определено таблицей 1.4.

При одновременном подключении внешнего источника тока и внешнего пульта управления приоритет в управлении отдается внешнему источнику тока; если подключен только пульт управления, то приоритет отдается ему, поэтому переключение диапазонов измерения кнопкой на передней панели блока

преобразовательного возможно только тогда, когда на модуле дистанционного управления не включен ни один из диапазонов.

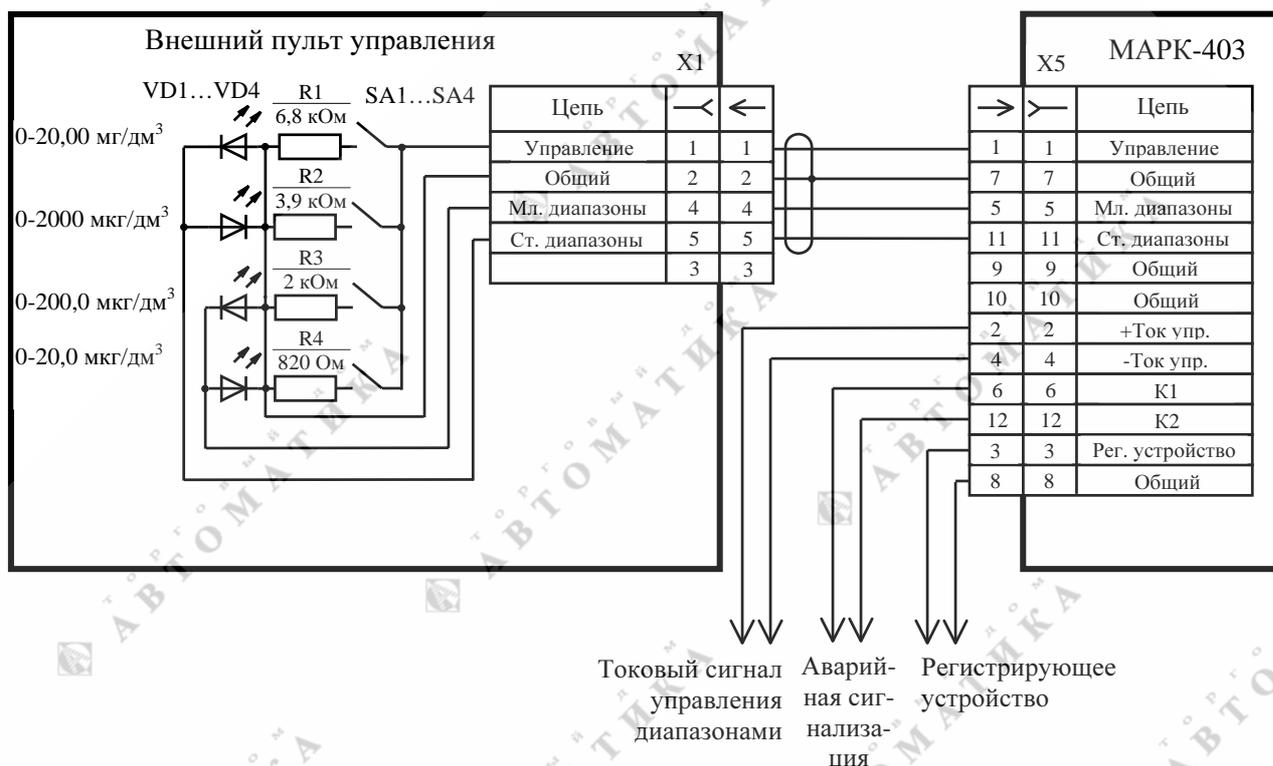


Рисунок 2.5

Перегрузка любого измерительного диапазона, а также перегрев датчика выше $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, индицируется на внешнем пульте управления периодическим попарным переключением индикаторных диодов с частотой ориентировочно 1 Гц.

На контакты 3 и 8 (общий) разъема ДУ выдается токовый сигнал в диапазоне 0-5 мА, несущий информацию о включенном измерительном диапазоне. Соответствие выдаваемого значения тока и включенного измерительного диапазона определено таблицей 2.1.

Таблица 2.1

Диапазон КРК	Номинальное значение токового сигнала, мА
0-20,0 мкг/дм ³	1
0-200,0 мкг/дм ³	2
0-2000 мкг/дм ³	3
0-20,00 мг/дм ³	4
Перегрузка диапазона	5

Примечание – Токовые сигналы могут отклоняться от указанных номинальных значений в пределах $\pm 10\%$.

На контакты 6, 12 разъема «ДУ» выведены контакты реле К1, К2, рассчитанные на ток коммутации до 0,5 А при напряжении не более 30 В. Контакты замыкаются при перегреве датчика более 70 °С и при перегрузке включенного измерительного диапазона.

На блоке преобразовательном установлен разъем «ДУ» типа РГ1Н-1-4-В. Ответный к данному разъему – РШ2Н-1-23.

2.3.6 Установка анализатора

Установить блок преобразовательный в месте, исключающем попадание воды на блок, обеспечив доступ к задней панели блока для замены предохранителей.

Подвести сетевое питание 220 В, 50 Гц либо 36 В, 50 Гц в зависимости от исполнения анализатора и заземляющую шину сечением не менее 0,35 мм². Заземляющую шину подключить к клемме заземления блока.

Пробоотборная точка может быть удалена от блока преобразовательного на расстояние, определяемое длиной соединительного кабеля (стандартное исполнение 5 м, по заказу до 100 м).

Термоканал датчика закрепить при помощи специального хомута на задней панели блока преобразовательного.

Разъем датчика соединить с соответствующим разъемом на задней панели блока преобразовательного.

Клеммы токового выхода «+», «-» с помощью соединительных проводов подключить к регистрирующему устройству. Длина соединительных проводов должна быть такова, чтобы общее сопротивление подключаемой нагрузки не превышало 2 кОм (для токового выхода 5 мА) либо 500 Ом (для токового выхода 4-20 мА), включая входное сопротивление регистрирующего устройства.

К разъему «ДУ» подключить дистанционное управление в соответствии с рисунком 2.6 (для исполнений анализатора МАРК-403, МАРК-403/1, МАРК-403/4, МАРК-403/5).

2.3.7 Подготовка к работе с использованием модуля стабилизации водного потока МС-402М – в соответствии с ВР13.00.000РЭ.

Модуль стабилизации водного потока используется при скорости протока от 0,55 до 5,00 дм³/мин.

2.3.8 Подготовка к работе с использованием кюветы проточной ВР11.03.000.

Кювета проточная используется при скорости потока от 0,20 до 0,60 дм³/мин.

При подготовке к работе с кюветой проточной необходимо:

- снять шланг с выходного штуцера кюветы проточной;
- смочить измерительный элемент датчика либо уплотнительное резиновое кольцо водой;
- вставить измерительный элемент датчика в кювету проточную в соответствии с рисунком 2.6 на максимальную глубину (до упора).



Рисунок 2.6 – Использование кюветы проточной

За счет уплотнительного резинового кольца установка измерительного элемента датчика в кювету проточную и извлечение из нее осуществляется с усилием.

При установке и извлечении из кюветы проточной измерительный элемент датчика можно покачивать, но **НЕ ВРАЩАТЬ**.

В перерывах между измерениями в кювете проточной можно хранить и

транспортировать измерительный элемент датчика. Для этого, не сливая из кюветы воду после проведения измерений, замкнуть между собой шланги кюветы.

ВНИМАНИЕ: При замкнутых шлангах кюветы во избежание повреждений мембраны измерительный элемент датчика из кюветы не вынимать!

2.4 Проведение измерений

2.4.1 Измерение с использованием модуля стабилизации водного потока либо кюветы проточной.

Подключить при помощи гибкого шланга входной штуцер модуля стабилизации водного потока (кюветы проточной) с измерительным элементом датчика к магистрали с анализируемой водой.

Установить модуль стабилизации водного потока вблизи пробоотборной точки на вертикальной либо горизонтальной поверхности.

Если используется кювета проточная, установить ее в положении, близком к вертикальному.

Подать анализируемую воду. Проконтролировать, чтобы в потоке воды и на мембране измерительного элемента датчика отсутствовали пузырьки воздуха.

Застой пузырьков воздуха в изгибах шланга, на мембране измерительного элемента датчика либо в колене водоподводящей магистрали может существенно исказить результаты измерений. Одним из признаков наличия воздушных пузырьков является то, что показания анализатора не устанавливаются и медленно и непрерывно падают. Подобное падение показаний анализатора, обусловленное вымыванием кислорода воздуха из воздушных пузырьков, может продолжаться в течение 1-2 ч.

Если используется кювета проточная, для сброса пузырьков с мембраны необходимо осторожно встряхнуть кювету с измерительным элементом датчика.

Для устранения пузырьков в магистрали пробоотборника рекомендуется на 10-20 с резко увеличить поток, затем вернуться к нормальному потоку.

Если используется кювета проточная, на время увеличения потока необходимо вынуть измерительный элемент датчика из кюветы.

Включить переключателем измерительных диапазонов и режимов работы анализатора диапазон измерения, соответствующий ожидаемой концентра-

ции кислорода, и снять показания индикатора.

При появлении на индикаторе одиночной цифры «1» следует перейти на менее чувствительный диапазон.

Отрицательные показания по кислороду при работе на пробоотборниках свидетельствуют о наличии в анализируемой воде каких-либо электроактивных примесей.

Анализатор рассчитан на непрерывную круглосуточную работу, поэтому позволяет осуществлять как оперативные измерения (например, последовательно с нескольких пробоотборников, расположенных рядом) так и непрерывные измерения на потоке, когда модуль стабилизации водного потока либо кювета проточная подключены к одному пробоотборнику.

При непрерывных измерениях необходимо исключать возможность перегрева измерительного элемента датчика (выше 70 °С).

При использовании кюветы проточной следует поддерживать поток воды в диапазоне от 200 до 600 см³/мин. Большая скорость потока воды может вызвать нестабильность показаний анализатора. При очень больших потоках возможно механическое повреждение мембраны измерительного элемента датчика.

2.4.2 Измерение без использования модуля стабилизации водного потока либо кюветы проточной.

Измерения можно производить, поместив измерительный элемент датчика в подходящий сосуд, где обеспечивается проток анализируемой воды со скоростью не менее 5 см/сек в области мембраны измерительного элемента датчика.

2.4.3 Измерение в соленой воде

В случае измерения КРК в соленой воде следует использовать поправочный коэффициент α , на который нужно умножить показания анализатора. Значение α определяется формулой

$$\alpha = 1 - C \cdot \varepsilon$$

где C – содержание солей, г/дм³;

ε – коэффициент, приведенный в таблице 2.2.

Таблица 2.2

t °C	ε								
0,0	0,0063	15,0	0,0055	30,0	0,0048	45,0	0,0041	60,0	0,0033
1,0	0,0063	16,0	0,0055	31,0	0,0048	46,0	0,0040	61,0	0,0033
2,0	0,0062	17,0	0,0054	32,0	0,0047	47,0	0,0040	62,0	0,0032
3,0	0,0062	18,0	0,0054	33,0	0,0047	48,0	0,0039	63,0	0,0032
4,0	0,0060	19,0	0,0053	34,0	0,0046	49,0	0,0039	64,0	0,0031
5,0	0,0060	20,0	0,0053	35,0	0,0046	50,0	0,0038	65,0	0,0031
6,0	0,0060	21,0	0,0052	36,0	0,0045	51,0	0,0038	66,0	0,0030
7,0	0,0060	22,0	0,0052	37,0	0,0045	52,0	0,0037	67,0	0,0030
8,0	0,0058	23,0	0,0051	38,0	0,0044	53,0	0,0037	68,0	0,0029
9,0	0,0058	24,0	0,0050	39,0	0,0044	54,0	0,0036	69,0	0,0029
10,0	0,0058	25,0	0,0050	40,0	0,0043	55,0	0,0036	70,0	0,0028
11,0	0,0057	26,0	0,0049	41,0	0,0043	56,0	0,0035		
12,0	0,0057	27,0	0,0049	42,0	0,0042	57,0	0,0035		
13,0	0,0057	28,0	0,0049	43,0	0,0042	58,0	0,0034		
14,0	0,0055	29,0	0,0048	44,0	0,0041	59,0	0,0034		

Пример расчета поправочного коэффициента α :

Пусть $C=10$ г/дм³;

$t=20$ °C, следовательно $\varepsilon=0,0053$, тогда

$$\alpha=1-10 \cdot 0,0053=0,947.$$

Примечание – Данная методика поправки на солесодержание разработана на основе данных, приведенных в Международном стандарте ISO 5814 Качество воды. Определение растворенного кислорода методом электрохимического датчика.

2.5 Проверка технического состояния

Показателем нормального технического состояния анализатора является выполнение следующих условий:

– при градуировке по атмосферному воздуху шлиц переменного резистора «КАЛИБР %» позволяет установить необходимые показания анализатора в соответствии с п. 2.3.4;

– при градуировке в «нулевом» растворе установившиеся показания анализатора находятся в пределах ± 6 мкг/дм³ (см. п. 2.3.3).

2.6 Возможные неисправности и методы их устранения

2.6.1 Характерные неисправности анализатора и методы их устранения приведены в таблице 2.3.

При возникновении неисправностей, указанных в таблице 2.3, следует выполнить действия, рекомендуемые в графе «методы устранения» (см. ниже-следующие пункты, рис. 1.2, 2.3, 2.6, 2.7).

Таблица 2.3

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
1 Анализатор не включается	Неисправен сетевой кабель	Проверить сетевой кабель
	Вышли из строя предохранители	Ремонт в заводских условиях
2. Перегрузка по всем измерительным диапазонам. На индикаторе одиначная цифра «1»	Попала влага на платы блока преобразовательного	Просушить блок преобразовательный в течение 3-4 суток
	Обрыв кабеля от датчика температуры	Ремонт в заводских условиях
3. В режиме измерения концентрации кислорода на индикаторе во всех разрядах индицируются нули	Отсутствует электролит в измерительном элементе кислородного датчика	п. 2.3.2.1. Залить электролит
4. При выполнении операции градуировки регулировки «КАЛИБР %» не хватает, чтобы выставить требуемые показания индикатора при нахождении измерительного элемента датчика на воздухе	Вытек электролит	п. 2.3.2.1. Долить электролит
	Загрязнена мембрана	п. 2.5.2. Протереть мембрану ваткой, смоченной спиртом
	Высохла мембрана	Выдержать измерительный элемент датчика в дистиллированной воде в течение 1-2 суток

Продолжение таблицы 2.3

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
5. Слишком длительное время реагирования на изменение концентрации кислорода	Имел место длительный перерыв в работе анализатора	п. 2.3.2.3. Провести циклирование датчика
	Загрязнена мембрана	п.2.6.2. Протереть мембрану ваткой, смоченной спиртом
	Вытянулась мембрана	п. 2.6.5. Заменить мембранный узел
	Переполнение датчика электролитом (выпячивание диафрагмы)	Слить излишек электролита
6. Резкое изменение и повышенная нестабильность показаний анализатора, велики показания в «нулевом» растворе	Велика скорость потока через кювету проточную	Установить скорость потока воды через кювету проточную от 200 до 600 см ³ /мин
	Разрыв, проколы мембраны, либо диафрагмы измерительного элемента датчика (нарушена герметичность измерительного элемента датчика)	пп. 2.6.3, 2.6.4, 2.6.5. Заменить мембрану, диафрагму и электролит
	Попала влага внутрь блока преобразовательного	Просушить блок преобразовательный в течение 3-4 суток
	Разбита (трещина) стеклянная трубка-держатель электродов измерительного элемента датчика	Ремонт в заводских условиях
	Вытянулась мембрана	п. 2.6.5. Заменить мембранный узел

ВНИМАНИЕ: При повреждении изоляции кабеля, соединяющего датчик с блоком преобразовательным, требуется немедленная замена кабеля в заводских условиях, так как влага, попавшая внутрь кабеля, полностью нарушает работу анализатора.

В процессе эксплуатации анализаторов следует предохранять его электрические и электронные устройства от попадания влаги. При попадании влаги необходимо тщательно просушить увлажненные части в потоке теплого воздуха.

2.6.2 Очистка мембраны

Для очистки мембраны измерительного элемента датчика ее можно протереть ваткой, смоченной в спирте.

Можно также погрузить измерительный элемент датчика мембраной в слабый раствор (2 %) серной кислоты на время около 1 ч, после чего промыть его в проточной воде.

2.6.3 Замена электролита

Замена электролита требуется при его загрязнении при нарушении герметичности мембраны или диафрагмы. Соответствующим признаком являются нестабильность показаний анализатора и большая величина показаний при помещении измерительного элемента датчика в «нулевой» раствор.

Для этого следует:

- отвернуть защитный колпак в соответствии с рисунком 2.7;
- сдвинуть резиновое кольцо, освободив два отверстия, предназначенных для заливки электролита;
- повернуть датчик мембранным узлом вверх и откачать шприцом старый электролит через одно из заливочных отверстий;
- залить новый электролит, как описано в п. 2.3.2.1.

2.6.4 Замена диафрагмы

2.6.4.1 Нарушение герметичности диафрагмы может привести к вытеканию либо загрязнению электролита.

Для замены диафрагмы следует:

- отвернуть защитный колпак в соответствии с рисунком 2.7;
- осмотреть диафрагму. При наличии видимых механических повреждений (трещины, отверстия) заменить ее на новую из комплекта ЗИП;
- для стяжки и уплотнения краев новой диафрагмы использовать проволоку или леску из комплекта ЗИП;
- завернуть защитный колпак.

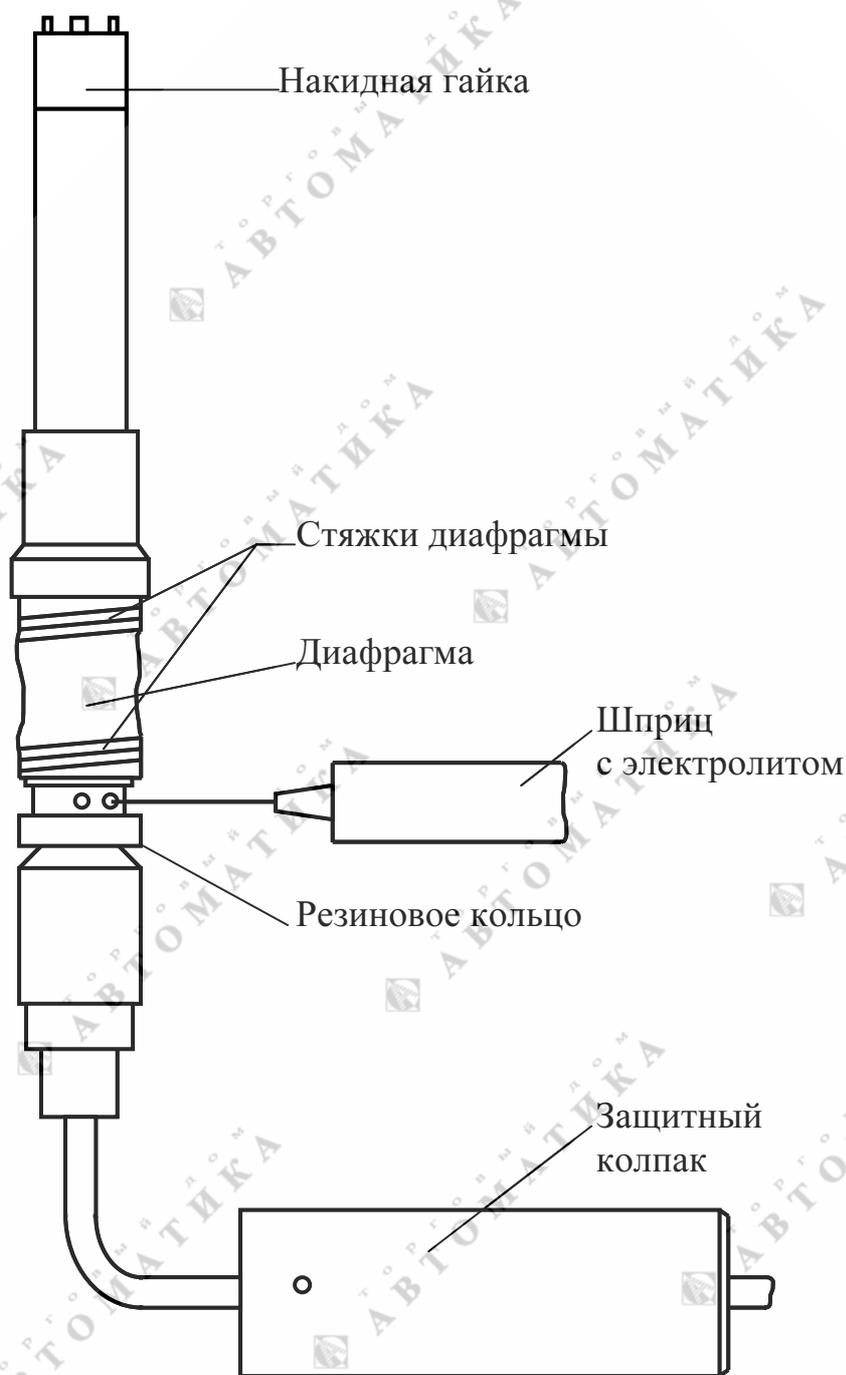


Рисунок 2.7

2.6.4.2 Если в комплект ЗИП входит леска, то крепление диафрагмы при замене ее производится с помощью банджа из лески.

Для этого следует:

- снять поврежденную диафрагму;
- надеть новую из комплекта ЗИП и аккуратно расправить, чтобы она легла на силиконовые кольца-уплотнители;

- сложить конец лески вдвое и положить вдоль диафрагмы в соответствии с рисунком 2.8а;
- намотать 5-6 витков поверх петли в месте расположения силиконового кольца, затем конец лески продеть в петлю диафрагмы в соответствии с рисунком 2.8б;
- потянув за концы лески, сдвинуть получившийся узел под витки лески диафрагмы в соответствии с рисунком 2.8в;
- обрезать излишки лески диафрагмы в соответствии с рисунком 2.8г;
- аналогичным образом закрепить диафрагму в месте расположения второго силиконового кольца.

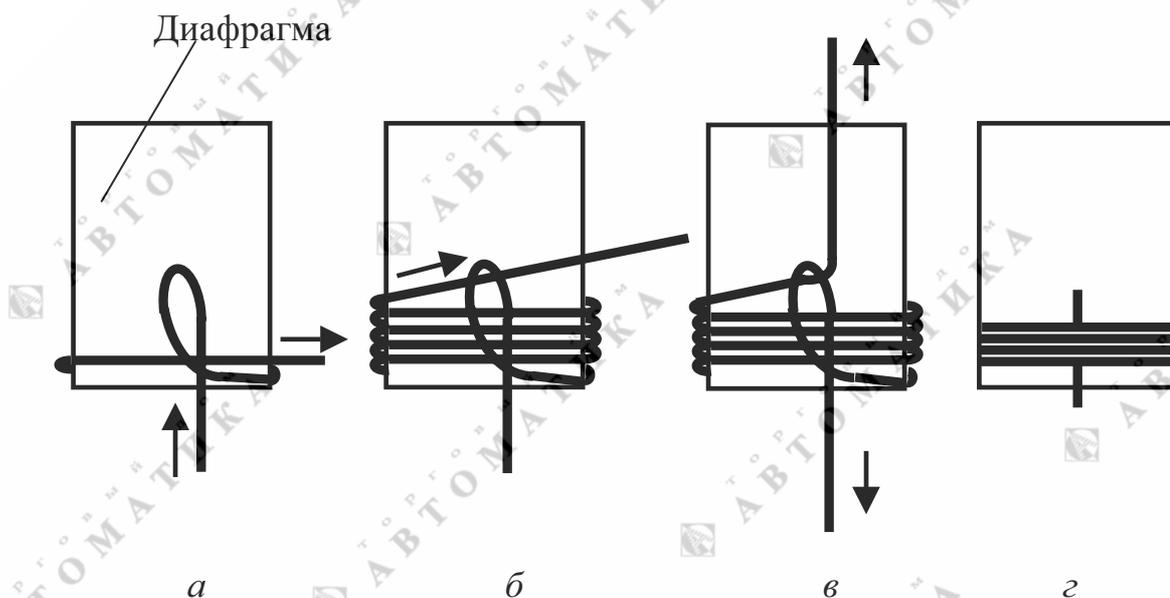


Рисунок 2.8

2.6.5 Замена мембраны

Замена мембраны требуется при ее механическом повреждении (трещинах, вытягивании). Признаками этого являются:

- нестабильность показаний анализатора;
- большие показания в «нулевом» растворе;
- большое время реагирования при измерении концентрации кислорода.

Для замены мембраны следует:

- повернуть измерительный элемент датчика мембранным узлом вверх для того, чтобы исключить выливание электролита при его разборке;
- отвернуть накидную гайку, вынуть из нее старый мембранный узел в сборе (втулка-корона с резиновым кольцом и мембраной);

- убедиться, что тефлоновая пленка не имеет механических дефектов (дыры, трещины, морщины) и плотно прилегает к платиновому катоду;
- если дефекты тефлоновой пленки обнаружены, то заменить ее в соответствии с п. 2.6.6;
- установить в накидную гайку новый мембранный узел из комплекта ЗИП;
- смочить изнутри мембрану и резиновое кольцо электролитом;
- повернуть гайку на корпус измерительного элемента датчика до упора;
- залить электролит в соответствии с п. 2.3.2.1.

Далее следует выдержать измерительный элемент датчика в дистиллированной воде при включенном анализаторе не менее одного часа, после чего выполнить операции, указанные в пп. 2.3.2.3, 2.3.3, 2.3.4.

2.6.6 Замена тефлоновой пленки

Замена тефлоновой пленки требуется:

- при обнаружении на ней видимых дефектов;
- когда замена мембранного узла или диафрагмы не привела к нормальной работе датчика.

Для замены тефлоновой пленки следует:

- отвернуть защитный колпак в соответствии с рисунком 2.9;
- вывернуть гайку с лысками;
- осторожно вынуть пинцетом уплотнительное резиновое кольцо;
- осторожно извлечь внутренний корпус из основного и слить электролит;
- снять старую тефлоновую пленку.
- осмотреть электроды измерительного элемента датчика. Платиновый катод, впаянный в стеклянную трубку, должен быть чистым. Серебряный анод, намотанный поверх трубки, должен быть серого цвета;
- при необходимости очистить электроды ваткой, смоченной спиртом.

ВНИМАНИЕ: ЭЛЕКТРОДЫ АБРАЗИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НЕ ЧИСТИТЬ!

- взять новую тефлоновую пленку из комплекта ЗИП и наложить ее на плоскость катода;

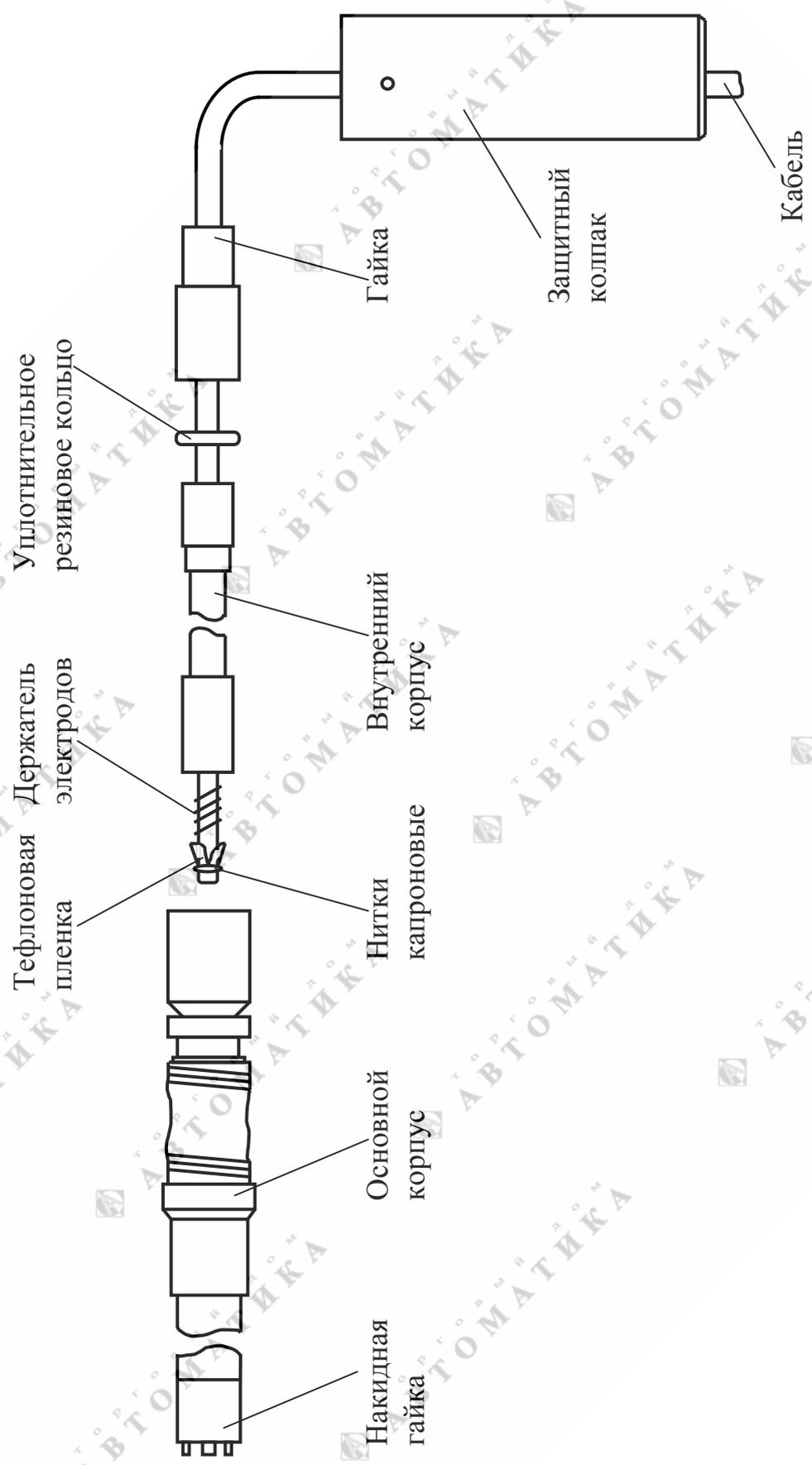


Рисунок 2.9 – Последовательность сборки датчика при замене мембраны и тefлоновой пленки

– края пленки прижать к боковой поверхности стеклянной трубки, и, удерживая их рукой, намотать 5-6 витков капроновых ниток и завязать 2-3 узла. Пленка должна быть плотно прижата к катоду.

ВНИМАНИЕ: НАЛИЧИЕ РАЗРЫВОВ И ОТВЕРСТИЙ НА ТЕФЛОНОВОЙ ПЛЕНКЕ НЕДОПУСТИМО!

Сборка измерительного элемента датчика осуществляется следующим образом:

- вставить в основной корпус внутренний корпус;
- установить уплотнительное резиновое кольцо;
- завернуть гайку;
- залить электролит в соответствии с п. 2.3.2.1;
- навернуть защитный колпак.

После переборки необходимо выдержать измерительный элемент датчика в дистиллированной воде при включенном анализаторе не менее 3 ч, после чего выполнить операции, указанные в разделах 2.3.2.3, 2.3.3 и 2.3.4.

2.6.7 Сетевые предохранители

Замена предохранителей производится в заводских условиях после устранения неисправностей, вызвавших разрушение предохранителей.

В первичной обмотке трансформатора питания анализаторов исполнений МАРК-403, МАРК-403/2, МАРК-403/4, МАРК-403/6 установлены два предохранителя ВП4-1 0,5 А.

В первичной обмотке трансформатора питания анализаторов исполнений МАРК-403/1, МАРК-403/3, МАРК-403/5, МАРК-403/7 установлены два предохранителя ВП4-3 0,1 А.

Во вторичных обмотках трансформатора питания установлены два предохранителя ВП4-1 0,5 А и два предохранителя ВП4-11 0,25 А.

3 Техническое обслуживание

3.1 Градуировку анализатора по атмосферному воздуху (п. 2.3.4) и в «нулевом» растворе (п. 2.3.3) рекомендуется проводить:

- ежеквартально;
- при появлении сомнений в исправности анализатора;
- после замены сменных элементов (мембранного узла или тефлоновой пленки);
- после получения из ремонта или после длительного хранения.

3.2 Циклирование датчика (п. 2.3.2.3) рекомендуется проводить при перерывах в работе с анализатором более суток. Данная операция позволяет обеспечить максимальную скорость реагирования анализатора при измерении КРК.

При выполнении условий, указанных в разделе 2.5, анализатор обеспечивает характеристики, указанные в разделе 1.2.

4 Комплект поставки

4.1 Комплект поставки соответствует таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование	Обозначение	Кол.
Блок преобразовательный МАРК-403 ТУ 4215-017-392312-99	В зависимости от исполнения анализатора в соответствии с таблицей 1.1	1
Датчик кислородный ДК-402М ТУ 4215-004-392321-99	ВР15.02.000	1
Комплект инструмента и принадлежностей	ВР15.05.000	1
Комплект запасных частей	ВР15.01.500	1
Руководство по эксплуатации	ВР15.00.000РЭ	1

5 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Для проведения работ по контролю и текущему обслуживанию анализатора требуются следующие инструменты и принадлежности:

- отвертка 2 мм для регулировки шлицов переменных резисторов «КА-ЛИБР %» и «УСТАНОВКА НУЛЯ»;
- шприц медицинский 5 см³ для заливки электролита в датчик;
- колба КН-100-19/26;
- химический стакан;
- натрия (калия) гидроксид;
- гидрохинон;
- барометр-анероид БАММ-1.

6 Маркировка

6.1 На передней панели анализатора нанесено наименование анализатора, знак соответствия и знак утверждения типа.

6.2 На задней панели анализатора укреплена табличка, на которой нанесены:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение анализатора;
- порядковый номер анализатора;
- год выпуска.

6.3 На упаковочной коробке нанесены манипуляционные знаки «Осторожно, хрупкое», «Боится сырости» и «Верх, не кантовать». На упаковочной коробке также наклеена этикетка, содержащая наименование и условное обозначение анализатора, дату упаковки, товарный знак, телефоны, адрес и наименование предприятия-изготовителя.

7 Упаковка

Составные части анализатора укладываются в картонную коробку, изготовленную в соответствии с ВР10.08.003, в полиэтиленовых пакетах.

В отдельные пакеты укладываются:

- измерительный блок;
- датчик кислородный ДК-402М;
- комплект инструмента и принадлежностей, комплект запасных частей к датчику;
- раствор электролита;
- Руководство по эксплуатации и упаковочная ведомость.

Пространство между пакетами и стенками коробки заполняется амортизационным материалом.

8 Свидетельство об упаковывании

Анализатор растворенного кислорода МАРК-403 (МАРК-403/1, МАРК-403/2, МАРК-403/3, МАРК-403/4, МАРК-403/5, МАРК-403/6, МАРК-403/7) № _____

датчик № _____
упакован ООО « _____ » согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

должность

личная подпись

расшифровка подписи

« _____ » _____ 200 _____ г.

9 Свидетельство о приемке

Анализатор растворенного кислорода МАРК-403 (МАРК-403/1, МАРК-403/2, МАРК-403/3, МАРК-403/4, МАРК-403/5, МАРК-403/6, МАРК-403/7) № _____ датчик № _____

изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

М.П. _____

личная подпись

расшифровка подписи

«__» _____ 200__ г.

10 Сведения о поверке (калибровке)

Для применения в сферах государственного метрологического контроля и надзора анализаторы должны подвергаться поверке органами Государственной метрологической службы при выпуске из производства или ремонта и при эксплуатации.

Поверка производится в соответствии с «Методикой поверки анализатора растворенного кислорода МАРК-403», приведенной в приложении А.

Межповерочный интервал 1 год.

Для применения в сферах, на которые не распространяется государственный метрологический контроль и надзор, анализаторы при выпуске из производства или ремонта и при эксплуатации могут подвергаться калибровке.

Калибровка производится в соответствии с методикой поверки, приведенной в приложении А к Руководству по эксплуатации ВР15.00.000РЭ.

Калибровка выполняется метрологической службой (предприятия-изготовителя либо владельца анализатора), которая может быть аккредитована на право выполнения калибровочных работ.

Межкалибровочный интервал утверждается главным инженером предприятия – владельца анализатора. Рекомендуемый межкалибровочный интервал 1 год.

Сферы применения анализаторов, на которые распространяется государственный метрологический контроль и надзор (ст. 13 закона РФ «Об обеспечении единства измерений», Рекомендация МИ 2273-93 «Области использования средств измерений, подлежащих поверке»):

- охрана окружающей среды;
- обеспечение обороны государства;
- гидрометеорологические работы;
- испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления РФ;
- прочие сферы деятельности, определенные нормативными актами республик в составе РФ, автономных областей, автономных округов, краев, областей, городов Москва и С.Петербург.

Таблица 10.1

Поверка (калибровка)	Дата проведения	Должность, ФИО	Подпись, печать	Срок очеред- ной поверки (калибровки)
Поверка	___/___/___			___/___/___

11 Гарантийные обязательства

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие анализатора требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации, установленных в настоящем паспорте.

11.2 Гарантийный срок эксплуатации 30 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

11.3 Гарантийный срок хранения 6 месяцев со дня изготовления.

11.4 Действие гарантийных обязательств прекращается при механических повреждениях по вине потребителя измерительного блока или кислородного датчика.

11.5 Изготовитель обязан в течение гарантийного срока бесплатно ремонтировать анализатор при выходе его из строя либо при ухудшении технических характеристик ниже норм технических требований не по вине потребителя.

12 Сведения о рекламациях

В случае выявления неисправности в период гарантийного срока, а также обнаружения некомплектности при получении анализатора потребитель должен предъявить рекламацию предприятию « » письменно с указанием признаков неисправности и точного адреса потребителя.

13 Сведения о ремонте

(Краткие записи о произведенном ремонте)

_____ заводской № _____
 наименование изделия _____ обозначение _____
 _____ «____» _____ 200 г.
 предприятие _____

Причина поступления в ремонт _____

Сведения о произведенном ремонте _____
 вид ремонта и краткие сведения о ремонте _____

_____ заводской № _____
 наименование изделия _____ обозначение _____
 _____ «____» _____ 200 г.
 предприятие _____

Причина поступления в ремонт _____

Сведения о произведенном ремонте _____
 вид ремонта и краткие сведения о ремонте _____

_____ заводской № _____
 наименование изделия _____ обозначение _____
 _____ «____» _____ 200 г.
 предприятие _____

Причина поступления в ремонт _____

Сведения о произведенном ремонте _____
 вид ремонта и краткие сведения о ремонте _____

14 Сведения о содержании драгоценных металлов

В конструкции кислородного датчика использованы драгоценные металлы:

- серебро (проволока) кр.Ср999 - 0,5 М ГОСТ 7222;
- платина (проволока) Пл.99,9-М-3,0 ГОСТ 18389.

Количественное содержание драгметаллов в комплектующих изделиях и в датчике в мг приведено в таблице 14.1.

15 Транспортирование и хранение

15.1 Транспортирование анализаторов в упаковке предприятия-изготовителя в закрытом железнодорожном или автомобильном транспорте в условиях 5 по ГОСТ 15150-69.

15.2 Хранение анализаторов в упаковке предприятия-изготовителя в условиях 1 по ГОСТ 15150-69.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочи, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Таблица 14.1

В мг

Наименование изделия	Кол изд	Платина		Серебро		Палладий		Золото	
		1 изд	всего	1 изд	всего	1 изд	всего	1 изд	всего
Резисторы:									
С-29В-0,125	52			4,67	242,84				
СП5-2ВБ-0,5 Вт	6			36,85	221,10	18,62	111,72		
СП5-22 - 22 кОм	1			21,53	21,53	13,00	13,00		
СП5-22 - 4,7 кОм	1			22,26	22,26	13,00	13,00		
СП3-19 - 10 кОм	1			13,09	13,09	2,68	2,68		
СП3-19 - 330 Ом	1			13,37	13,37	2,99	2,99		
Диоды:									
КД923	1							0,016	0,016
К10-17	54	0,64	34,56	3,94	212,76	4,82	260,28		
Транзисторы:									
КТ815	1							4,22	4,22
КТ644	1							3,81	3,81
КТ3102	25							0,89	22,25
КТ3107	12							1,04	12,48
Микросхемы:									
КР140УД1408Б	1							0,20	0,20
КР140УД17	10							0,20	2,00
КР1040УД1	1			0,19	0,19			0,28	0,28
КР142ЕН8	2			49,24	98,48			0,278	0,56
КР140УД1208Б	1							0,24	0,24
К561КП1	1							0,38	0,38
К561КП2	2							0,38	0,76
К561ЛЕ5	1							0,38	0,38
К561ИД1	2							0,41	0,82
К561ИЕ11	1							0,5	0,5
К561ЛА7	6							0,38	2,28
К561ЛН2	2							0,37	0,74
К561ЛП2	2							0,38	0,76
К561ТМ2	2							0,36	0,72
К561ИР9	1			0,295	0,295			0,473	0,47
К561ИЕ16	1							0,42	0,42
К572ПВ2А	1			82,88	82,88			86,66	86,66
Разъемы:									
РГ1Н-1-8	1			27,89	27,890				
РГ1Н-1-12	1			41,83	41,830				
Проволока Ср999					1060,00				
Проволока Пл99,9			260,300						
Итого			294,860		2058,52		403,67		140,95

Приложение А

(обязательное)

АНАЛИЗАТОР РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА МАРК-403

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика распространяется на анализатор растворенного кислорода МАРК-403 и устанавливает методы и средства поверки.

Диапазоны измерения концентрации растворенного кислорода (в дальнейшем КРК) должны быть:

I диапазон, мкг/дм ³	от 0 до 20,0;
II диапазон, мкг/дм ³	от 0 до 200,0;
III диапазон, мкг/дм ³	от 0 до 2000;
IV диапазон, мг/дм ³	от 0 до 20,00.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК при температуре анализируемой среды $(20,0 \pm 0,2)$ °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С должны быть:

I диапазон	$\pm(2,7 + 0,04Y)$ мкг/дм ³ ;
II диапазон	$\pm(3 + 0,04Y)$ мкг/дм ³ ;
III диапазон	$\pm(5 + 0,04Y)$ мкг/дм ³ ;
IV диапазон	$\pm(0,023 + 0,04Y)$ мг/дм ³ ,

где Y – здесь и далее по тексту - измеряемое значение КРК.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть:

- на нагрузке, не превышающей 500 Ом, % от диапазона 4-20 мА ... $\pm 0,5$;
- на нагрузке, не превышающей 2 кОм, % от диапазона 0-5 мА $\pm 0,5$.

Предел допускаемого значения времени установления показаний анализатора $t_{0,9}$ должен быть, мин, не более 5.

Предел допускаемого значения полного времени установления показаний анализатора t_y должен быть, мин, не более 30.

Межповерочный интервал 1 год.

А.1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице А.1.1.

Таблица А.1.1

Наименование операции	Номера пп. методики
1. Внешний осмотр	А.6.1
2. Опробование	А.6.2
3. Определение основной абсолютной погрешности показаний анализатора при измерении КРК	А.6.3
4. Определение основной приведенной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного на диапазонах 4-20 мА и 0-5 мА	А.6.3
5. Проверка времени установления показаний анализатора	А.6.4

А.2 Средства поверки

Средства измерения, реактивы, материалы, применяемые при поверке, указаны в таблице А.2.1.

Таблица А.2.1

Наименование средства	Нормативно-технические характеристики	Кол-во
Прибор для проверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12	2.085.006 ТУ; диапазон выходных калиброванных напряжений $1 \cdot 10^{-7}$ -1000 В; диапазон напряжений, измеряемых нуль-органом 0-100 В; предел допускаемой основной погрешности нуль-органа при чувствительности $10^{-6} \pm 0,00008$ В	1
Источник питания постоянного тока Б5-44А	ТУЗ.233.001, диапазон от 0 мВ до 30 В; от 0 до 1А; погрешность 300 мВ, 3 мА	2
Вольтметр В7-40	Тг 2.710.016, пределы измерения от 0 до 20 В и от 0 до 20 мА; основная погрешность $\pm 0,1$	1

Продолжение таблицы А.2.1

Наименование средства	Нормативно-технические характеристики	Кол-во
Секундомер СМ-60	ГОСТ 5072-79Е, кл.3	1
Прибор комбинированный цифровой Щ-300	ЗПВ.349,033 пределы измерения от 100 Ом до 100 МОм; основная погрешность $\pm 0,1$	1
Термометр ТЛ-4	ТУ-25-2021.003-88, пределы измерения от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С	1
Барометр-анероид БАММ-1	ТУ-25-04-15-13-79, цена деления 0,1 кПа	1
Мешалка магнитная ММ-5	ТУ 25-11-834-80	3
Термостат U-10	СЖМЛ-19/2,5-И1, диапазон регулирования температуры от 0 до 90 °С; отклонение температуры $\pm 0,1$ °С	1
Воздушный ротаметр РМ-Д 0,0631 УЗ	ГОСТ 13045-81	1
Стакан цилиндрический СЦ-2	ГОСТ 23932-79Е	1
Стакан цилиндрический СЦ-5	ГОСТ 23932-79Е	1
Посуда мерная лабораторная стеклянная	ГОСТ 1770-74	1
Натрия гидроокись, чда	СТ СЭВ 1438-78	
Гидрохинон, хч	ГОСТ 19627-74	
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72	
ПГС 0-7,96 % об. кислорода в азоте	№ в Госреестре 3722-87	
ПГС 31,8-39,81 % об. кислорода в азоте	№ в Госреестре 3732-87	

Примечание – допускается применение других средств измерения и оборудования, имеющих аналогичные или лучшие характеристики.

А.3 Требования безопасности

А.3.1 К операциям поверки анализатора растворенного кислорода МАРК-403 допускается персонал, изучивший руководство по эксплуатации

BP15.00.000PЭ и правила работы с химическими растворами, а также имеющий допуск к работе с сосудами под давлением.

А.3.2 Изделие относится к классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75. Безопасность эксплуатации анализатора обеспечивается изоляцией электрических цепей в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75. При проведении испытаний блок преобразовательный должен быть заземлен.

А.3.3 Обслуживающий персонал должен быть проинструктирован и иметь допуск к работе с электроустройствами до 1000 В в соответствии с действующими правилами техники безопасности.

ВНИМАНИЕ: ЗАПРЕЩАЕТСЯ работа с анализатором при снятых крышках корпуса блока преобразовательного!

А.4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С (20±5);
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа и изменяется за время испытаний не более, чем на ±0,5 кПа;
- поверочные газовые смеси должны быть выдержаны при комнатной температуре не менее 10 ч.

А.5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо подготовить к работе анализатор в соответствии с разделом 2.3 руководства по эксплуатации BP15.00.000PЭ и провести проверку технического состояния анализатора в соответствии с разделом 2.5 руководства по эксплуатации BP15.00.000PЭ.

Измерительные приборы, нестандартное оборудование должны иметь отметки, подтверждающие их годность.

Значения сопротивлений резисторов типа С2-29, используемых в схемах проверки анализатора, должны быть измерены прибором Щ-300 и отличаться от номинальных значений, указанных на схемах и в таблицах, не более чем на 0,2 %.

А.6 Проведение поверки

А.6.1 Внешний осмотр

А.6.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается отсутствие механических повреждений блока преобразовательного, датчика, электрического кабеля.

А.6.2 Опробование

А.6.2.1 Проверка работоспособности анализатора

Подключить блок преобразовательный к сети.

Включить переключатель «СЕТЬ».

Кнопочным переключателем измерительных диапазонов и режимов работы анализатора включить поочередно режимы «УСТАНОВКА НУЛЯ», «КАЛИБР %», диапазоны «0-20 мкг/дм³», «0-200 мкг/дм³», «0-2000 мкг/дм³», «0-20 мг/дм³».

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если включение любого из режимов или диапазонов индицируется соответствующим светодиодным индикатором на передней панели блока преобразовательного и подсвечивается клавиша «СЕТЬ».

А.6.3 Определение основной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК, определение основной приведенной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного на диапазонах 4-20 мА и 0-5 мА.

А.6.3.1 Определение основной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК (п. 1.3.2) в соответствии с ГОСТ 22018-84 проводить расчетным путем – суммированием погрешностей датчика кислородного и блока преобразовательного.

Пределы основной абсолютной погрешности датчика кислородного при измерении КРК определяются выражением $\pm(0,0025+0,03Y)$.

Пределы основной абсолютной погрешности преобразования при измерении КРК блока преобразовательного соответствуют таблице А.6.1.

Таблица А.6.1

Пределы погрешности			
Диапазон 0-20,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-200,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-2000 мкг/дм ³	Диапазон 0-20,00 мг/дм ³
$\pm(0,2+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(0,5+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(2,5+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(0,02+0,01Y)$ мг/дм ³

В результате пределы допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора на различных диапазонах измерения будут иметь вид, представленный в таблице А.6.2.

Таблица А.6.2

Пределы погрешности			
Диапазон 0-20,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-200,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-2000 мкг/дм ³	Диапазон 0-20,00 мг/дм ³
$\pm(2,7+0,04Y)$ мкг/дм ³	$\pm(3+0,04Y)$ мкг/дм ³	$\pm(5+0,04Y)$ мкг/дм ³	$\pm(0,023+0,04Y)$ мг/дм ³

Таким образом, требования по допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора выполняются, если выполняются требования по допускаемой основной абсолютной погрешности преобразования при измерении КРК датчика кислородного и требования по допускаемой основной абсолютной погрешности преобразования блока преобразовательного.

В соответствии с ГОСТ 22729-84 основная абсолютная погрешность при измерении КРК определяется в трех точках диапазона измерения, расположенных на начальном (0-20 % от диапазона), среднем (45-55 % от диапазона) и конечном (80-100 % от диапазона) участках диапазона измерений.

А.6.3.2 Определение основной абсолютной погрешности преобразования при измерении КРК датчика кислородного.

А.6.3.2.1 Для проверки используются воздух 100 % влажности, а также поверочные газовые смеси (в дальнейшем ПГС), концентрации которых в объемных процентах кислорода, а также участки диапазонов приведены в таблице А.6.3.

Таблица А.6.3

№ точки	Параметры ПГС, воздуха	КРК при атмосферном давлении 101,325 кПа, $t=20\text{ }^\circ\text{C}$ и 100 % влажности, мг/дм ³	Участок диапазона
1	ПГС №1 0-7,96 % об.	0-3,44	0-20 % от диапазона
2	Воздух 100 % влажности	9,06	52,6 % от диапазона
3	ПГС №2 31,8-39,81 % об.	13,75-17,22	80-100 % от диапазона

А.6.3.2.2 Определение выходного тока датчика $I_{\text{возд}}^0(20)$ при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$, воздухе 100 % влажности и атмосферном давлении 101,325 кПа (градуировка датчика при температуре градуировки $t_c=20\text{ }^\circ\text{C}$).

Используется установка в соответствии с рисунками А.6.1, А.6.2.

В цилиндрический сосуд типа СЦ-5 емкостью 5 дм^3 залить дистиллированную воду объемом 4 дм^3 .

Сосуд установить на магнитную мешалку.

С помощью лабораторного штатива установить в сосуде:

- измерительный элемент датчика с насадкой в виде трубки, выступающей от конца датчика на 15-20 мм. Датчик должен быть расположен в сосуде под углом $60-70^\circ$ к горизонтальной поверхности;

- термометр;

- изогнутую капиллярную трубку, соединенную с выходом микрокомпрессора.

Включить в сеть 220 В, 50 Гц магнитную мешалку, микрокомпрессор и термостат.

Включить магнитную мешалку и добиться максимального перемешивания воды.

С помощью термостата довести температуру воды до значения $(20,0 \pm 0,2)\text{ }^\circ\text{C}$ и поддерживать ее в заданном интервале.

Продолжать перемешивание воды в течение 30 мин.

Зафиксировать атмосферное давление $P_{\text{атм}}$ по барометру.

С помощью капиллярной трубки подвести к мембране измерительного элемента датчика воздух от компрессора. Скорость подачи воздуха должна быть такой, чтобы каждые 3-5 с обновлялся воздушный пузырь внутри насадки на датчик. Через 2-3 мин зафиксировать показания прибора В1-12, измеряющего напряжение $U_{\text{КРК}}$, В, на резисторе $R3$, равном $1,5\text{ кОм}$.

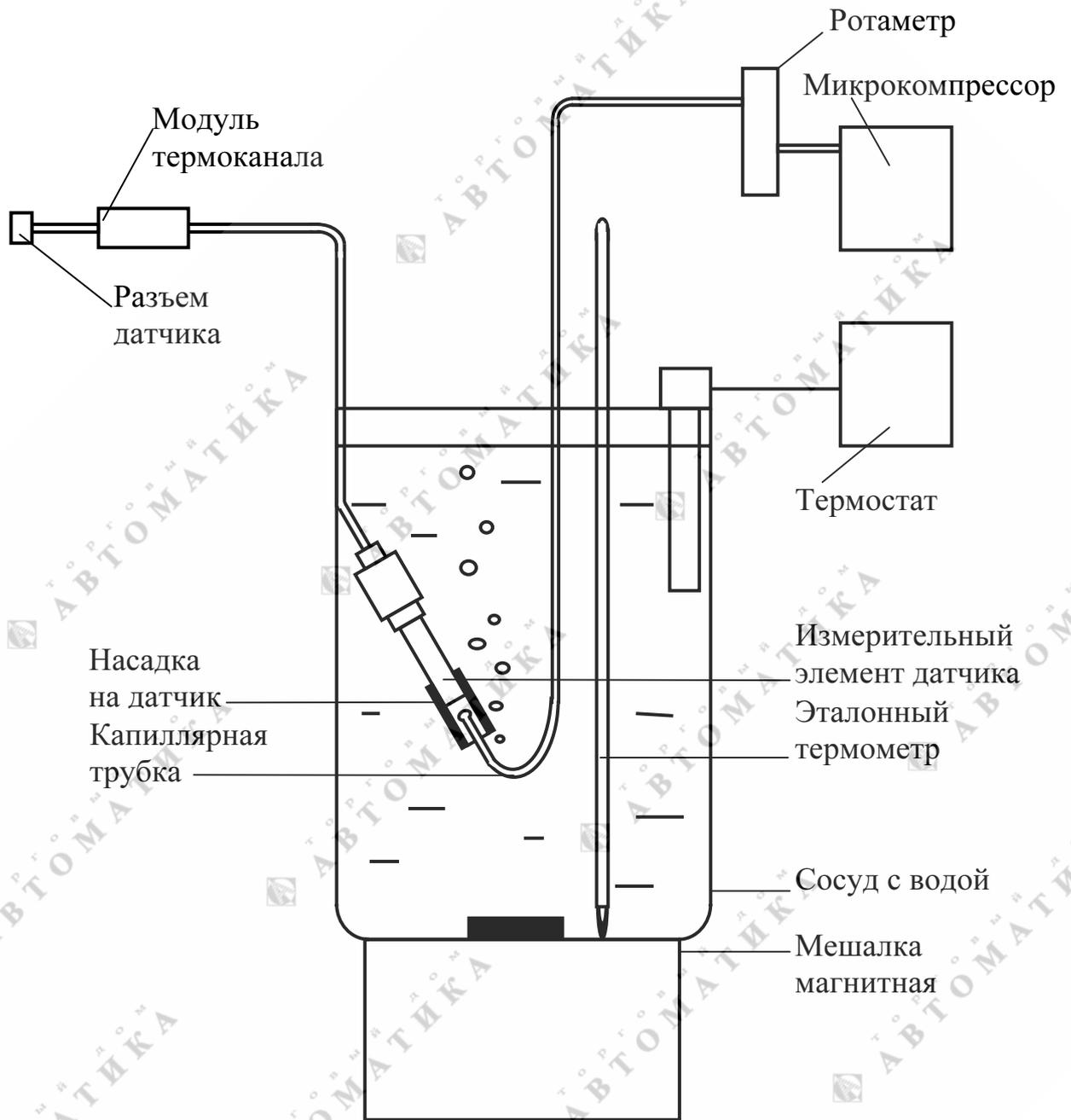
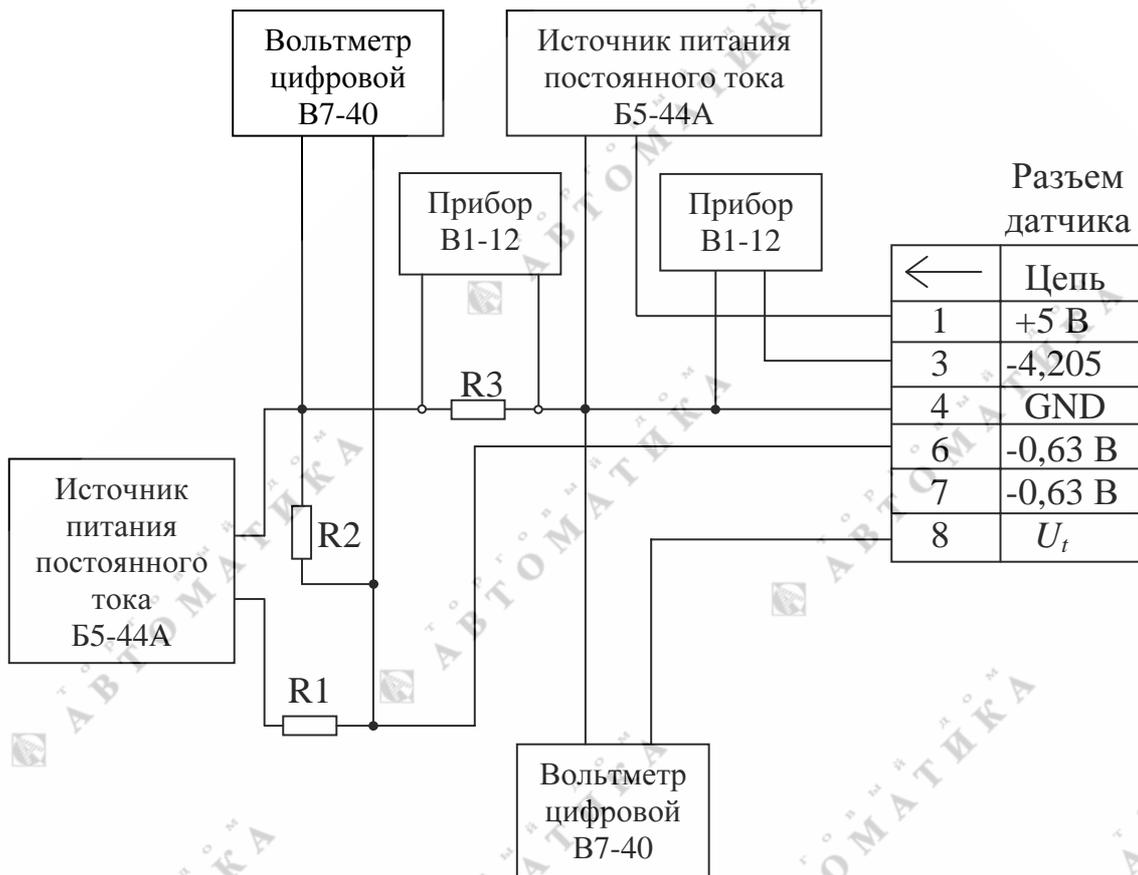


Рисунок А.6.1



R1 – резистор С2-33, 1 кОм;

R2 – резистор С2-33, 100 Ом;

R3 – резистор С2-29. Номинальное значение резистора устанавливается в зависимости от тока датчика. Допуск резистора не более $\pm 0,25\%$.

Рисунок А.6.2

Рассчитать выходной ток датчика $I^o(20)$ при давлении $P_{атм}$ и $I^o_{возд}(20)$ по формулам

$$I^o(20) = \frac{U_{КРК}}{1,5 \cdot 10^3};$$

(А.6.1)

$$I^o_{возд}(20) = I^o(20) \cdot \frac{101,325}{P_{атм}},$$

где $U_{КРК}$ – напряжение, зафиксированное вольтметром, В;

$1,5 \cdot 10^3$ – номинал резистора R3, Ом;

$P_{атм}$ – зафиксированное при измерении атмосферное давление, кПа.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренное значение $I_{возд}^{\partial}(20)$ находится в пределах от $1,3 \cdot 10^{-6}$ до $3,9 \cdot 10^{-6}$ А.

Измерение $I_{возд}^{\partial}(20)$ производить перед проверкой по пп. А.6.3.2.3-А.6.3.2.6. Полученное значение $I_{возд}^{\partial}(20)$ как результат градуировки при $t_2=20$ °С использовать для расчетов.

А.6.3.2.3 Определение нулевого тока датчика

Приготовить «нулевой» раствор. Для этого в $0,3$ дм³ дистиллированной или кипяченой воды растворить 5 г щелочи (КОН или NaOH) добавить 2,2 г гидрохинона и перемешать. Довести объем воды до 1 дм³.

Разъем датчика подсоединить к установке в соответствии с рисунком 6.2. Резистор R3 установить равным 2 МОм.

Измерительный элемент датчика переместить из сосуда с водой в полученный «нулевой» раствор, одновременно включить секундомер. Через 30 мин зафиксировать показание прибора В1-12, измеряющего напряжение $U_{КРК}(0)$ на резисторе R3, равном 2 МОм.

Рассчитать нулевой ток датчика $I^{\partial}(0)$, А, по формуле

$$I^{\partial}(0) = \frac{U_{КРК}(0)}{2000 \cdot 10^3}. \quad (\text{А.6.2})$$

Результаты проверки по п. 1.3.4 считаются удовлетворительными, если $I^{\partial}(0)$ не превышает $0,0009 I_{возд}^{\partial}(20)$.

Полученное значение $I^{\partial}(0)$ использовать для расчетов при испытаниях по пп. А.6.3.2.4-А.6.3.2.6.

А.6.3.2.4 Определение основной абсолютной погрешности преобразования при измерении КРК в точке № 2.

Для проверки погрешности в указанной точке используется воздух 100 % влажности.

Подготовка к измерениям и проведение измерений аналогичны приведенным в п. А.6.3.2.2.

Измерить напряжение $U_{КРК 2}$ прибором В1-12 на резисторе $R3=1,5$ кОм. Убрать капиллярную трубку от мембраны датчика на 2-3 мин, затем снова подвести воздух к мембране.

Провести измерения напряжения три раза, каждый раз предварительно подводя к мембране воздух от компрессора.

Рассчитать ток датчика $I_2^d(20)$, А, и концентрацию растворенного кислорода Y_2 , мг/дм³, для каждого измерения по формулам

$$I_2^d(20) = \frac{U_{КРК 2}}{1,5 \cdot 10^3}; \quad (A.6.3)$$

$$Y_2 = \frac{I_2^d(20) - I_2^d(0)}{I_{возд}^d(20)} \cdot Co_{2возд}(20),$$

где $Co_{2возд}(20)$ – растворимость кислорода воздуха в воде при температуре градуировки $t_2=20$ °С, взятая из приложения Б и равная 9,06 мг/дм³.

Рассчитать основную абсолютную погрешность преобразования при измерениях КРК ΔY_2 , мг/дм³, для всех трех измерений по формуле

$$\Delta Y_2 = Y_2 - Co_{2возд}(20) \cdot \frac{P_{атм}}{101,325}. \quad (A.6.4)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех трех измерений выполняется условие

$$-(0,0025 + 0,03Y_2) \leq \Delta Y_2 \leq 0,0025 + 0,03Y_2.$$

А.6.3.2.5 Определение основной абсолютной погрешности преобразования при измерениях КРК в точке № 3.

Для проверки погрешности в указанной точке используется ПГС № 2 в соответствии с таблицей А.6.2.

Собрать установку в соответствии с рисунками А.6.2, А.6.3.

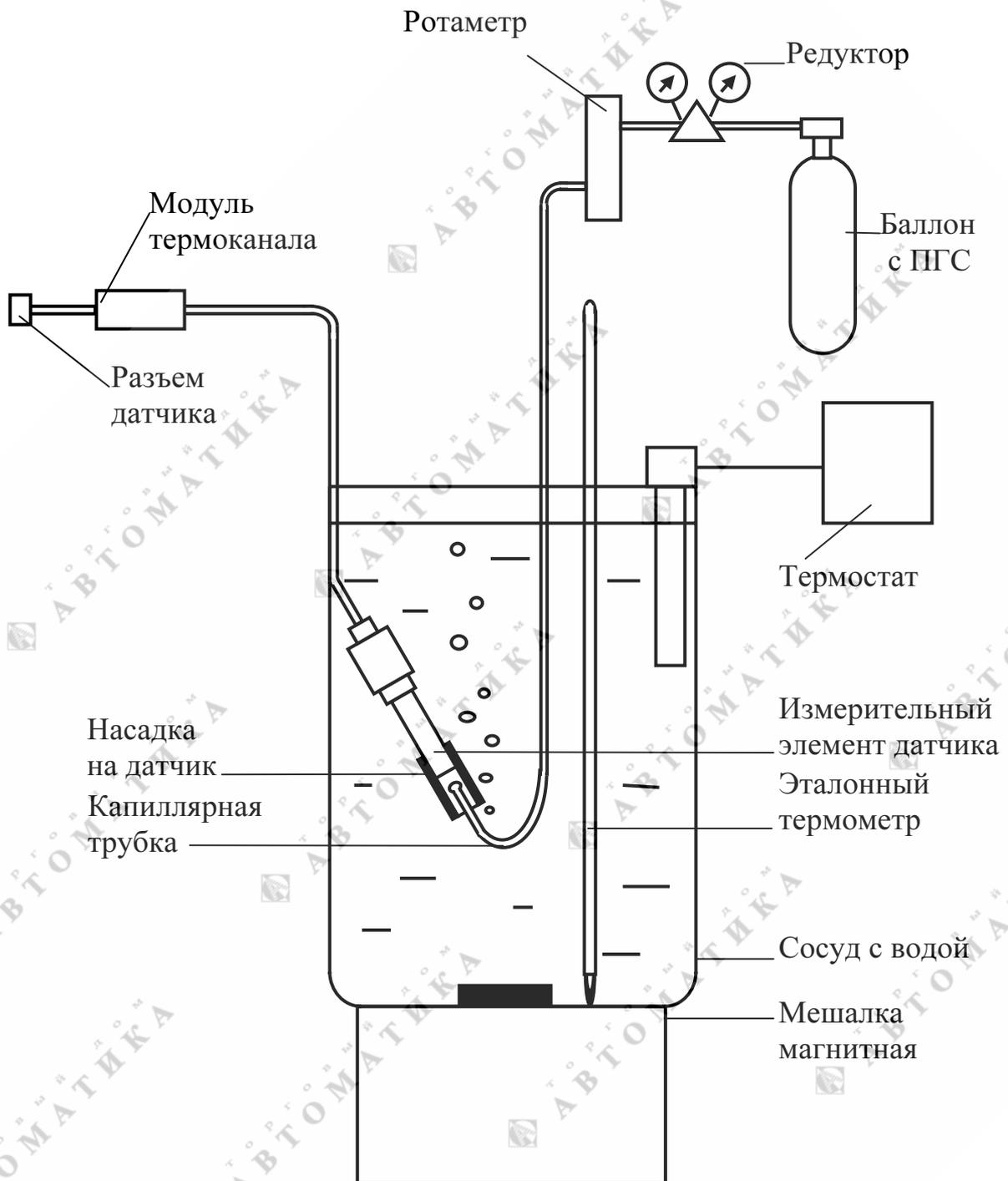


Рисунок А.6.3

Номинал резистора R3 (рисунок А.6.2) должен быть равным 750 Ом.
 Подготовка к измерениям аналогична п. А.6.3.2.2, но вместо воздуха от компрессора к мембране измерительного элемента датчика подается ПГС.
 Зафиксировать атмосферное давление $P_{атм}$ по барометру.
 При закрытом редукторе открыть вентиль баллона с ПГС.

Плавно открывая вентиль редуктора, установить с помощью ротаметра минимальную скорость потока ПГС, контролируя ее по пузырькам, выходящим из капиллярной трубки, опущенной в сосуд с водой.

Прокачать смесь в течение нескольких минут. Затем подвести ПГС с помощью капиллярной трубки к мембране измерительного элемента датчика. Скорость подачи ПГС должна быть такой, чтобы каждые 3-5 с обновлялся воздушный пузырь внутри насадки на датчик.

Дождаться установившихся показаний вольтметра $U_{КРК\ 3}, В$.

Далее произвести измерения, аналогичные указанным в п. А.6.3.2.4.

Рассчитать ток датчика $I_3^o(20)$, А, и концентрацию растворенного кислорода Y_3 , мг/дм³, для каждого измерения по формулам

$$I_3^o(20) = \frac{U_{КРК\ 3}}{750}, \quad (A.6.5)$$

$$Y_3 = \frac{I_3^o(20) - I_3^o(0)}{I_{возд}^o(20)} \cdot Co_{2возд}(20).$$

Рассчитать основную абсолютную погрешность преобразования при измерении КРК ΔY_3 , мг/дм³, для всех трех измерений по формуле

$$\Delta Y_3 = Y_3 - \frac{P_0}{20,95} \cdot \frac{P_{атм}}{101,325} \cdot Co_{2возд}(20), \quad (A.6.6)$$

где P_0 – концентрация кислорода в ПГС, % об.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех трех измерений выполняется условие

$$-(0,0025 + 0,03Y_3) \leq \Delta Y_3 \leq 0,0025 + 0,03Y_3.$$

А.6.3.2.6 Определение основной абсолютной погрешности преобразования при измерении КРК в точке № 1.

Для проверки погрешности в указанной точке используется ПГС № 1 в соответствии с таблицей А.6.3.

Собрать установку в соответствии с рисунками А.6.2, А.6.3. Номинал резистора $R3$ должен быть равным 15 кОм.

Подготовка к измерениям, проведение измерений и расчет погрешностей аналогичны п. А.6.3.2.5, но расчет тока датчика $I_1^0(20)$, А, следует вести по формуле

$$I_1^0(20) = \frac{U_{\text{КРК1}}}{15 \cdot 10^3}. \quad (\text{А.6.7})$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех трех измерений выполняется условие

$$-(0,0025+0,03Y_1) \leq \Delta Y_1 \leq 0,0025+0,03Y_1.$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех измерений в точках № 1, № 2 и № 3 выполняется условие:

$$(0,0025+0,03Y_i) \leq \Delta Y_i \leq 0,0025+0,03Y_i; \\ i=1, 2, 3.$$

А.6.3.3 Определение основной абсолютной погрешности преобразования входного тока канала измерения КРК в показания индикатора блока преобразовательного в режиме измерения КРК, определение основной относительной погрешности преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного для температуры датчика 20 °С проводить с использованием установки в соответствии с рисунком А.6.4.

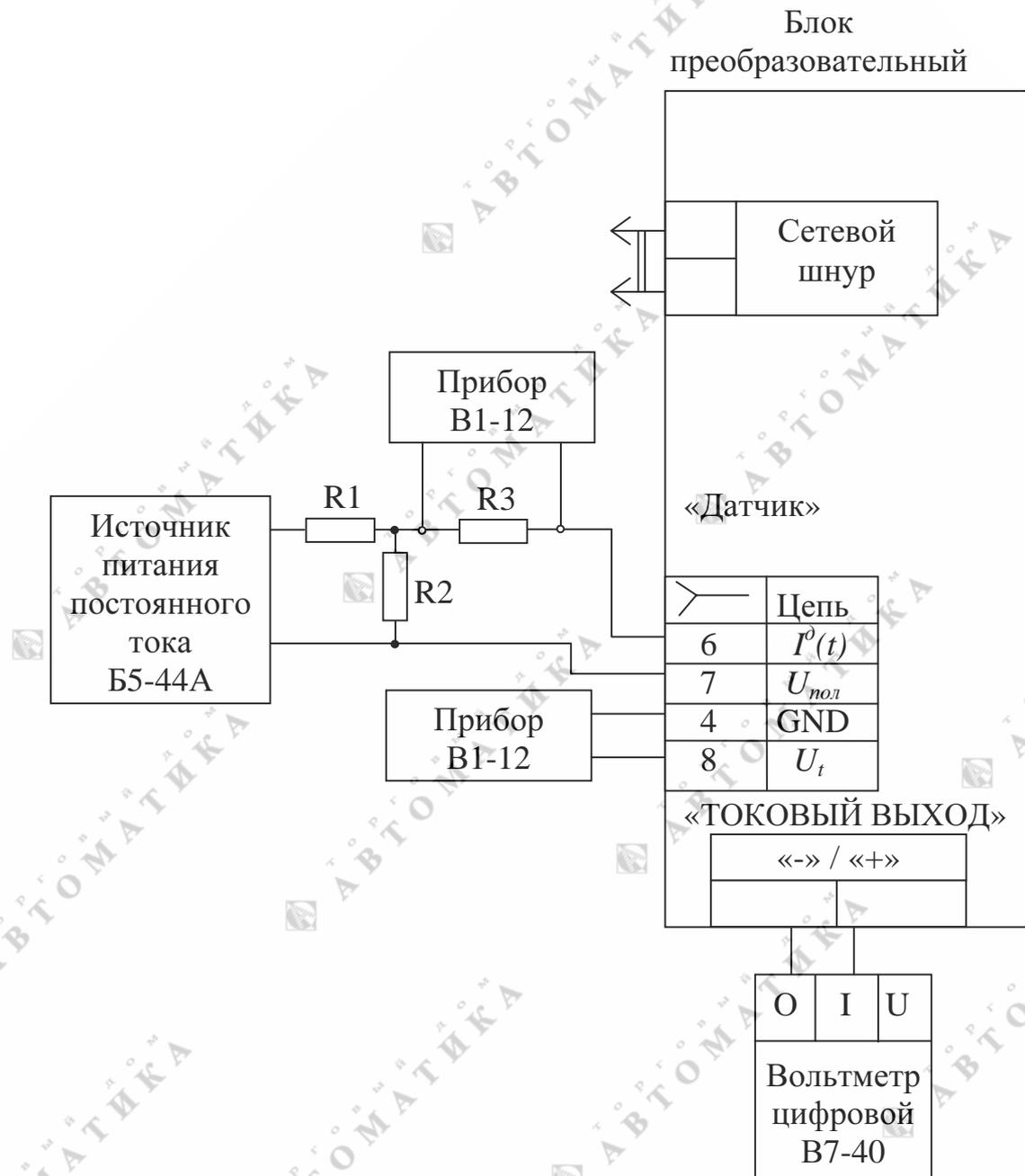
Входной ток канала измерения КРК $I^0(t)$, мкА, задается подключением резистора $R3$ соответствующего номинала и определяется по формуле:

$$I^0(t), \text{ мкА} = \frac{0,012 \text{ В}}{R3, \text{ МОм}}. \quad (\text{А.6.8})$$

Зависимость входного тока $I^0(t)$ от значения резистора $R3$ представлена в таблице А.6.4.

Таблица А.6.4

$R3$	4,64 кОм	2,49 кОм	4,02 кОм	12 кОм	24,9 кОм	40,2 кОм	120 кОм
$I^0(t)$, мкА	2,6	4,8	3	1	0,48	0,3	0,1
$R3$	249 кОм	402 кОм	1,2 МОм	2,49 МОм	4,02 МОм	12 МОм	
$I^0(t)$, мкА	0,048	0,03	0,01	0,0048	0,003	0,001	



R1 – резистор С2-33, 10 кОм

R2 – резистор С2-33, 200 Ом

R3 – резистор С2-29. Номинальное значение резистора устанавливается в зависимости от задаваемого входного тока канала измерения КРК. Допуск резистора не более $\pm 0,25\%$.

Рисунок А.6.4

Температура датчика задается подачей на вход канала измерения температуры напряжения от прибора В1-12 и определяется по формуле:

$$t \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{U_t, \text{ мВ}}{22,07 \text{ мВ} \cdot \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}. \quad (\text{А.6.9})$$

Подать на вход канала измерения КРК ток 2,6 мкА, для этого номинал резистора $R3$ устанавливается равным 4,64 кОм. Напряжение на резисторе $R3$ должно быть равным 0,012 В и контролироваться прибором В1-12.

Подать на вход канала измерения температуры от прибора В1-12 напряжение 441,4 мВ, соответствующее температуре датчика 20 °С.

Включить режим «УСТАНОВКА НУЛЯ» и соответствующим шлицом установить показания индикатора в пределах $\pm 0,5$. Далее включить диапазон 0-20,00 мг/дм³ и вращением шлица «КАЛИБР %» установить показания индикатора ($9,06 \pm 0,02$) мг/дм³ в соответствии с приложением Б.

После этого показания индикатора на измерительных диапазонах определяются формулой:

$$Z_{\text{КРК}}(20) = 9,06 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot I^{\text{в}}(t), \quad (\text{А.6.10})$$

где $I^{\text{в}}(t)$ – входной ток блока преобразовательного.

Далее, включая последовательно все измерительные диапазоны, устанавливать входные токи канала измерения КРК в соответствии с таблицей А.6.5. Соответствующие входным токам номиналы резистора $R3$ выбираются из таблицы А.6.4.

Для каждого тока фиксировать показания индикатора $Z_{\text{КРК}}^{\text{нок}}$ и выходной ток блока преобразовательного $I_{\text{вых}}^{0-5}$, мА и $I_{\text{вых}}^{4-20}$, мА, для обоих положений переключателя токового выхода «ТОКОВЫЙ ВЫХОД».

Примечание – Для получения более точных показаний на диапазоне 0-20,0 мкг/дм³ рекомендуется перейти в режим индикации показаний с двумя знаками после запятой. Для этого следует при включении диапазона 0-20,0 мкг/дм³ нажать переключатель измерительных диапазонов и режимов работы и удерживать его в течение 10 с. На индикаторе появятся показания с двумя знаками после запятой. Этот режим отключается при включении любого другого диапазона или режима.

Таблица А.6.5

Диапазоны	Начальный участок диапазона (0-20 %)		Средний участок диапазона (45-55 %)		Конечный участок диапазона (80-100 %)	
	Входной ток $I^0(t)$, мкА	Значение, которое должно быть на индикаторе, $Z_{КРК}^{табл}$	Входной ток $I^0(t)$, мкА	Значение, которое должно быть на индикаторе, $Z_{КРК}^{табл}$	Входной ток $I^0(t)$, мкА	Значение, которое должно быть на индикаторе, $Z_{КРК}^{табл}$
0-20,0 мкг/дм ³	0,001	3,48 мкг/дм ³	0,003	10,45 мкг/дм ³	0,0048	16,73 мкг/дм ³
0-200,0 мкг/дм ³	0,01	34,8 мкг/дм ³	0,03	104,5 мкг/дм ³	0,048	167,3 мкг/дм ³
0-2000 мкг/дм ³	0,1	348 мкг/дм ³	0,3	1045 мкг/дм ³	0,48	1673 мкг/дм ³
0-20,00 мг/дм ³	1	3,48 мг/дм ³	3	10,45 мг/дм ³	4,8	16,73 мг/дм ³

Рассчитать абсолютную погрешность преобразования входного тока канала измерения КРК в показания индикатора $\Delta_{КРК}$ по формуле

$$\Delta_{КРК} = Z_{КРК}^{табл} - Z_{КРК}^{нок}, \quad (A.6.11)$$

и приведенную погрешность преобразования показаний индикатора в выходной ток блока преобразовательного, ξ , %, по формулам:

$$\xi = \frac{I_{вых}^{4-20} - (4 + 16 \cdot \frac{Z_{КРК}^{нок}}{Z_{диап}})}{16} \cdot 100 \%, \quad (A.6.12)$$

– для токового выхода 4-20 мА;

$$\xi = \frac{I_{вых}^{0-5} - 5 \cdot \frac{Z_{КРК}^{нок}}{Z_{диап}}}{5} \cdot 100 \%, \quad (A.6.13)$$

– для токового выхода 0-5 мА,

где $Z_{КРК}^{табл}$ – значения из таблицы А.6.5, рассчитанные по формуле (А.6.10);

$Z_{диап}$ – верхний предел измерительного диапазона.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение $\Delta_{КРК}$ находится в пределах, определенных таблицей А.6.6, а величина ξ находится в пределах:

$$-0,5 \% \leq \xi \leq 0,5 \%$$

Таблица А.6.6

Диапазон 0-20,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-200,0 мкг/дм ³	Диапазон 0-2000 мкг/дм ³	Диапазон 0-20,00 мг/дм ³
$\pm(0,2+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(0,5+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(2,5+0,01Y)$ мкг/дм ³	$\pm(0,02+0,01Y)$ мг/дм ³

А.6.4 Определение времени установления показаний анализатора

Приготовить «нулевой» раствор. Для этого в 0,3 дм³ дистиллированной или кипяченой воды растворить 5 г щелочи (КОН или NaOH), добавить 2,2 г гидрохинона и перемешать. Довести объем воды до 1 дм³.

Включить анализатор на диапазоне 0-200,0 мкг/дм³.

Выдержать датчик в нулевом растворе до достижения показаний анализатора не более 50 мкг/дм³ и, быстро ополоснув его дистиллированной водой и стряхнув капли воды с мембраны, установить его на воздухе под углом 30-45° к горизонтали, одновременно включив секундомер. Переключить анализатор на диапазон 0-20,00 мг/дм³.

Зафиксировать показания анализатора $Y_{возд.5}$, $Y_{возд.30}$, $Y_{возд.устан}$ соответственно через 5 мин и 30 мин, а также установившиеся показания.

Затем снова погрузить датчик в нулевой раствор, одновременно включив секундомер. Переключить анализатор на диапазон 0-20,0 мкг/дм³.

Зафиксировать показания анализатора $Y_{нуль5}$, $Y_{нуль30}$, $Y_{нуль устан}$ соответственно через 5 мин и 30 мин, а также установившиеся показания.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

$$\begin{aligned}
 & Y_{возд. 5} \geq 0,9Y_{возд. устан} \\
 & -0,04Y_{возд.устан} \leq Y_{возд.30} - Y_{возд.устан} \leq 0,04Y_{возд.устан} \\
 & Y_{нуль 5} \leq 0,1Y_{возд. устан} \\
 & -2,7 \leq Y_{нуль30} - Y_{нуль устан} \leq 2,7.
 \end{aligned}
 \tag{А.6.14}$$

А.7 Оформление результатов поверки

А.7.1 Результаты поверки считаются положительными, если анализатор МАРК-403 удовлетворяет требованиям настоящей методики.

А.7.2 При проведении поверки анализатора составляется протокол, в котором указывается его соответствие предъявляемым требованиям.

А.7.3 Положительные результаты поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке.

А.7.4 Результаты считаются отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие проверяемого анализатора МАРК-403 хотя бы одному из требований настоящей методики.

А.7.5 Отрицательные результаты поверки оформляются путем выдачи извещения о непригодности анализатора.

Приложение Б

(справочное)

Растворимость кислорода воздуха 100 % влажности
в дистиллированной воде в зависимости от температуры

$P_{атм}=101,325$ кПа

Таблица Б.1

В мг/дм³

t °C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,54	14,50	14,46	14,42	14,38	14,34	14,31	14,27	14,23	14,19
1	14,15	14,12	14,08	14,04	14,00	13,97	13,93	13,89	13,86	13,82
2	13,78	13,75	13,71	13,67	13,64	13,60	13,57	13,53	13,50	13,46
3	13,42	13,39	13,35	13,32	13,28	13,25	13,21	13,18	13,14	13,11
4	13,08	13,04	13,01	12,97	12,94	12,91	12,87	12,84	12,81	12,77
5	12,74	12,71	12,67	12,64	12,61	12,58	12,54	12,51	12,48	12,45
6	12,41	12,38	12,35	12,32	12,29	12,26	12,22	12,19	12,16	12,13
7	12,10	12,07	12,04	12,01	11,98	11,95	11,92	11,89	11,86	11,83
8	11,80	11,77	11,74	11,71	11,68	11,65	11,62	11,59	11,56	11,54
9	11,51	11,48	11,45	11,42	11,39	11,37	11,34	11,31	11,28	11,25
10	11,23	11,20	11,18	11,15	11,13	11,10	11,08	11,06	11,03	11,01
11	10,98	10,96	10,94	10,91	10,89	10,86	10,84	10,82	10,79	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,68	10,65	10,63	10,61	10,58	10,56	10,54
13	10,51	10,49	10,47	10,45	10,42	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31
14	10,29	10,27	10,24	10,22	10,20	10,18	10,16	10,13	10,11	10,09
15	10,07	10,05	10,03	10,00	9,98	9,96	9,94	9,92	9,90	9,88
16	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67
17	9,65	9,63	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46
18	9,44	9,42	9,40	9,38	9,36	9,35	9,33	9,31	9,29	9,27
19	9,25	9,23	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11	9,09	9,08
20	9,06	9,04	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,89
21	8,88	8,86	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72
22	8,70	8,68	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55
23	8,53	8,51	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,41	8,40	8,38
24	8,37	8,35	8,33	8,32	8,30	8,28	8,27	8,25	8,24	8,22
25	8,21	8,19	8,17	8,16	8,14	8,13	8,11	8,10	8,08	8,07
26	8,05	8,03	8,02	8,00	7,99	7,97	7,96	7,94	7,93	7,91
27	7,90	7,88	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77
28	7,75	7,74	7,73	7,71	7,70	7,68	7,67	7,66	7,64	7,63
29	7,61	7,60	7,59	7,57	7,56	7,55	7,53	7,52	7,51	7,49
30	7,48	7,47	7,46	7,44	7,43	7,42	7,41	7,40	7,39	7,38
31	7,36	7,35	7,34	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,27	7,26
32	7,25	7,24	7,23	7,22	7,21	7,20	7,18	7,17	7,16	7,15
33	7,14	7,13	7,12	7,11	7,10	7,09	7,07	7,06	7,05	7,04
34	7,03	7,02	7,01	7,00	6,99	6,98	6,97	6,95	6,94	6,93
35	6,92	6,91	6,90	6,89	6,88	6,87	6,86	6,85	6,84	6,83
36	6,82	6,81	6,80	6,78	6,77	6,76	6,75	6,74	6,73	6,72
37	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,65	6,64	6,63	6,62
38	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52
39	6,51	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,44	6,43	6,42

Продолжение таблицы Б.1

t °C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
40	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,36	6,35	6,34	6,33	6,32
41	6,31	6,30	6,29	6,28	6,27	6,26	6,25	6,24	6,23	6,22
42	6,21	6,20	6,19	6,19	6,18	6,17	6,16	6,15	6,14	6,13
43	6,12	6,11	6,10	6,09	6,08	6,07	6,06	6,05	6,04	6,04
44	6,03	6,02	6,01	6,00	5,99	5,98	5,97	5,96	5,95	5,94
45	5,93	5,92	5,92	5,91	5,90	5,89	5,88	5,87	5,86	5,85
46	5,84	5,83	5,82	5,82	5,81	5,80	5,79	5,78	5,77	5,76
47	5,75	5,74	5,74	5,73	5,72	5,71	5,70	5,69	5,68	5,67
48	5,66	5,66	5,65	5,64	5,63	5,62	5,61	5,60	5,59	5,59
49	5,58	5,57	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,52	5,51	5,50
50	5,49	5,48	5,47	5,47	5,46	5,45	5,44	5,44	5,43	5,42
51	5,41	5,41	5,40	5,39	5,38	5,38	5,37	5,36	5,35	5,34
52	5,34	5,33	5,32	5,31	5,31	5,30	5,29	5,28	5,27	5,27
53	5,26	5,25	5,24	5,23	5,23	5,22	5,21	5,20	5,19	5,19
54	5,18	5,17	5,16	5,16	5,15	5,14	5,13	5,12	5,12	5,11
55	5,10	5,09	5,08	5,07	5,07	5,06	5,05	5,04	5,03	5,03
56	5,02	5,01	5,00	4,99	4,99	4,98	4,97	4,96	4,95	4,94
57	4,94	4,93	4,92	4,91	4,90	4,90	4,89	4,88	4,87	4,86
58	4,85	4,85	4,84	4,83	4,82	4,81	4,80	4,80	4,79	4,78
59	4,77	4,76	4,75	4,74	4,74	4,73	4,72	4,71	4,70	4,69
60	4,69	4,68	4,67	4,66	4,66	4,65	4,64	4,64	4,63	4,62
61	4,61	4,61	4,60	4,59	4,58	4,58	4,57	4,56	4,55	4,55
62	4,54	4,53	4,52	4,52	4,51	4,50	4,49	4,49	4,48	4,47
63	4,46	4,45	4,45	4,44	4,43	4,42	4,41	4,41	4,40	4,39
64	4,38	4,38	4,37	4,36	4,35	4,34	4,33	4,33	4,32	4,31
65	4,30	4,29	4,29	4,28	4,27	4,26	4,25	4,24	4,23	4,23
66	4,22	4,21	4,20	4,19	4,18	4,18	4,17	4,16	4,15	4,14
67	4,13	4,12	4,11	4,11	4,10	4,09	4,08	4,07	4,06	4,05
68	4,04	4,03	4,03	4,02	4,01	4,00	3,99	3,98	3,97	3,96
69	3,95	3,94	3,93	3,93	3,92	3,91	3,90	3,89	3,88	3,87
70	3,86	3,85	3,84	3,83	3,82	3,81	3,80	3,79	3,78	3,77
71	3,77	3,76	3,75	3,74	3,73	3,72	3,71	3,70	3,69	3,68
72	3,67	3,66	3,65	3,64	3,63	3,62	3,61	3,60	3,59	3,58
73	3,57	3,56	3,55	3,54	3,53	3,52	3,51	3,50	3,49	3,48
74	3,47	3,46	3,44	3,43	3,42	3,41	3,40	3,39	3,38	3,37
75	3,36	3,35	3,34	3,33	3,32	3,31	3,30	3,29	3,28	3,27
76	3,25	3,24	3,23	3,22	3,21	3,20	3,19	3,18	3,17	3,16
77	3,15	3,13	3,12	3,11	3,10	3,09	3,08	3,07	3,06	3,05
78	3,03	3,02	3,01	3,00	2,99	2,98	2,97	2,95	2,94	2,93
79	2,92	2,91	2,90	2,89	2,87	2,86	2,85	2,84	2,83	2,82
80	2,80	2,79	2,78	2,77	2,76	2,75	2,74	2,73	2,72	2,71
81	2,70	2,69	2,68	2,67	2,66	2,65	2,64	2,63	2,62	2,61
82	2,60	2,59	2,58	2,56	2,55	2,54	2,53	2,52	2,51	2,50
83	2,49	2,48	2,47	2,46	2,45	2,44	2,43	2,42	2,41	2,40
84	2,38	2,37	2,36	2,35	2,34	2,33	2,32	2,31	2,30	2,29
85	2,28	2,27	2,26	2,25	2,23	2,22	2,21	2,20	2,19	2,18
86	2,17	2,16	2,15	2,14	2,13	2,12	2,10	2,09	2,08	2,07
87	2,06	2,05	2,04	2,03	2,02	2,01	1,99	1,98	1,97	1,96
88	1,95	1,94	1,93	1,92	1,91	1,90	1,88	1,87	1,86	1,85
89	1,84	1,83	1,82	1,81	1,80	1,78	1,77	1,76	1,75	1,74
90	1,73	1,72	1,71	1,69	1,68	1,67	1,66	1,65	1,64	1,63

