

ОКП РБ 33.20.53.890  
ОКП 42 1522  
Изм.3

П63  
МКС 17.060

# **КИСЛОРОДОМЕР АЖА-101МА**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
МТИС2.840.016 РЭ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b> .....	<b>3</b>
1.1 Принцип измерения кислорода .....	3
1.2 Конструкция прибора.....	6
<b>2 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>13</b>
<b>3 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ</b> .....	<b>13</b>
3.1 Распаковка .....	13
3.2 Подготовка к работе датчика кислорода.....	13
3.3 Подготовка к работе измерительного устройства для измерений в открытых водоемах .....	14
3.4 Подготовка к работе измерительного устройства для измерений в колбе .....	14
3.5 Подготовка источников питания .....	14
3.6 Подготовка преобразователя .....	17
<b>4 РАБОТА С ПРИБОРОМ</b> .....	<b>17</b>
4.1 Особенности применения прибора. ....	17
4.2 Режимы работы прибора .....	18
4.3 Калибровка прибора.....	18
4.4 Редактирование числовых значений.....	20
4.5 Порядок работы прибора в режиме калибровки .....	20
4.6 Контроль правильности проведения калибровки.....	22
4.7 Порядок проведения измерений .....	22
<b>5 ВРЕМЕННАЯ ОСТАНОВКА ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ</b> .....	<b>23</b>
<b>6 РАБОТА С БЛОКНОТОМ</b> .....	<b>23</b>
6.1 Порядок сохранения результатов измерений .....	23
6.2 Порядок извлечения результатов измерений .....	24
<b>7 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИБОРА. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ</b> .....	<b>24</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА В ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЕ, НАСЫЩЕННОЙ ВОЗДУХОМ ПРИ ДАВЛЕНИИ 101,3 кПа</b> .....	<b>26</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА В МОРСКОЙ ВОДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЛЕВОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОЗДУХОМ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ 101,3 кПа</b> .....	<b>27</b>

Кислородомер АЖА-101МА (в дальнейшем - прибор) предназначен для оперативного измерения содержания растворенного кислорода и температуры в пробах технологических растворов, природных и сточных вод, а также непосредственно в водоемах и открытых резервуарах.

Портативный прибор с автономным и сетевым питанием может быть применен на очистных сооружениях сточных вод, на объектах различных отраслей промышленности, сельского хозяйства и в области охраны окружающей природной среды.

По устойчивости к климатическим воздействиям прибор соответствует требованиям группы 3 ГОСТ 22261.

Прибор состоит из измерительного преобразователя (в дальнейшем – преобразователя), измерительного устройства с датчиком кислорода и набора принадлежностей.

В зависимости от типа преобразователя, измерительного устройства и принадлежностей прибор выпускается в следующих исполнениях:

АЖА-101МА, состоящий из преобразователя и измерительного устройства погружного типа для измерений в водоемах и открытых резервуарах.

АЖА-101.1МА, состоящий из преобразователя и измерительного устройства для измерений в колбах и сосудах по ГОСТ 25336 с конической горловиной 45/40.

АЖА-101.2МА, состоящий из преобразователя и измерительного устройства, аналогичных прибору АЖА-101МА, и укомплектованный пробкой для установки измерительного устройства погружного типа на колбы и сосуды по ГОСТ 25336 с конической горловиной 45/40.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения правил эксплуатации прибора, а также сведений учитывающих специфику измерения растворенного кислорода в анализируемых средах различного состава.

## **1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### **1.1 Принцип измерения кислорода**

Для измерения содержания растворенного в воде кислорода в приборе используется датчик, построенный по типу трехэлектродной полярографической ячейки закрытого типа.

Катод, анод и электрод сравнения погружены в электролит, который отделен от анализируемой среды мембраной, проницаемой для кислорода, но непроницаемой для воды и растворенных ионов.

Кислород из анализируемой среды диффундирует через мембрану в тонкий слой раствора электролита между катодом и мембраной и вступает в электрохимическую реакцию восстановления кислорода на поверхности катода, который поляризуется напряжением на аноде.

Стабильность напряжения поляризации поддерживается с помощью электрода сравнения за счет автоматического регулирования тока поляризации катода.

Возникающий при этом ток датчика определяется количеством кислорода, диффундирующего к катоду, и пропорционален концентрации кислорода в анализируемой среде. Ток, протекающий через датчик, измеряется, преобразуется и индицируется на дисплее преобразователя в измеряемых единицах.

Измерение концентрации растворенного кислорода производится в единицах массовой концентрации (мг/л) или в процентах насыщения воды кислородом (% O<sub>2</sub>). *Концентрация кислорода в % O<sub>2</sub> - это концентрация кислорода в дистиллированной воде выраженная в процентах от концентрации кислорода в той же воде при полном насыщении ее кислородом воздуха при нормальном атмосферном давлении.*

Ток, протекающий через датчик, может быть представлен в виде формулы 1:

$$J_g = K \cdot C, \quad (1)$$

где K - чувствительность датчика, мкА/мг/л, мкА/% O<sub>2</sub>. Значение коэффициента K определяется диффузионными свойствами анализируемой среды и конструкцией датчика;

C – содержание кислорода в анализируемой среде, которое может быть выражено в единицах концентрации мг/ л, процента насыщения % O<sub>2</sub>.

Ток, протекающий через датчик, зависит от следующих факторов:

- 1) барометрического давления;
- 2) температуры;
- 3) мешающих газов.

**1.1.1** При измерении концентрации растворенного кислорода в анализируемых средах различного состава необходимо иметь в виду что при нормальном атмосферном давлении 101,3 кПа (760 мм рт.ст.) парциальное (составляющее в общем давлении) давление кислорода в сухом воздухе составляет 21,2 кПа (160 мм рт.ст.). При отклонении атмосферного давления от нормального значения пропорционально меняется парциальное давление кислорода воздуха и, соответственно ток датчика; при этом пропорция содержания кислорода в воздухе остается неизменной.

Растворимость кислорода в дистиллированной воде при других давлениях определяется из соотношения 2:

$$A = St \frac{P}{101,3}, \quad (2)$$

где  $A$  - растворимость кислорода при атмосферном давлении  $P$ , мг/л, % $O_2$ ;  
 $St$  - растворимость кислорода при нормальном атмосферном давлении 101,3 кПа, мг/л (%  $O_2$ );  
 $P$  - атмосферное (барометрическое) давление, кПа;  
101,3 – нормальное атмосферное давление, кПа.

**1.1.2** При изменении температуры анализируемой воды происходит изменение тока датчика за счет изменения скорости диффузии кислорода через мембрану.

При увеличении (уменьшении) температуры анализируемой воды парциальное давление кислорода остается неизменным (без учета давления водяных паров), однако массовая концентрация растворенного в воде кислорода (мг/л) уменьшается (увеличивается). В приборе предусмотрена автоматическая температурная компенсация изменения тока датчика, определяемая его конструктивными особенностями, а также автоматическая коррекция тока датчика, вызванная температурными изменениями растворимости кислорода в воде.

В приложении А приведена таблица, иллюстрирующая зависимость растворимости кислорода от изменения температуры в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

**1.1.3** При постоянном парциальном давлении кислорода величина диффузионного тока не зависит от природы и концентрации растворенной соли, однако массовая концентрация кислорода (мг/л) уменьшается с увеличением концентрации растворенной соли.

Поэтому калибровка прибора в единицах массовой концентрации растворенного в воде кислорода (мг/л), при измерениях растворенного кислорода в растворах, содержащих соли, должна проводиться по специальным методикам с использованием химического метода Винклера для определения усредненных значений содержания кислорода в данных средах.

В приложении Б приведена таблица, иллюстрирующая зависимость растворимости кислорода воздуха в морской воде при атмосферном давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) в зависимости от солевого содержания.

**1.1.4** Газы, восстанавливающиеся или окисляющиеся при напряжении поляризации равном 0,750 В, могут вызвать погрешность при отсчете. К таким газам относятся  $SO_2$ ,  $Cl_2$  и окислы азота. Малые концентрации сероводорода ( $H_2S$ ) влияют на растворимость кислорода в воде незначительно, но могут вызвать загрязнение датчика.

## 1.2 Конструкция прибора

**1.2.1** Измерительное устройство погружного типа (рисунок 1) состоит из корпуса 1, в нижней части которого установлен датчик кислорода 3. Внутри корпуса 1 установлена плата входного усилителя. К корпусу 1 на резьбе крепится съемный защитный кожух 2, предохраняющий датчик кислорода 3 от повреждений.

В верхней части измерительного устройства находится соединительный кабель 4 с разъемом 5 для подключения к преобразователю.

**1.2.2** Измерительное устройство для измерений в колбах и сосудах (рисунок 2) состоит из корпуса 1, в нижней части которого установлен датчик кислорода 3. К корпусу 1 на резьбе крепится съемная пробка 2, которая позволяет устанавливать измерительное устройство на горловине колбы с конусом 45/40 ГОСТ 8682.

**1.2.3** Датчик кислорода (рисунок 3) состоит из корпуса 9 и электролитной камеры 10. В средней части корпуса электролитной камеры 10 находятся два узла компенсатора давления (детали 11, 12, 13), расположенных симметрично относительно оси датчика (на рисунке приведен один из них). В нижней части – узел крепления кислородоселективной мембраны 1 (детали 2, 3, 15). В верхней части - отверстие для выпуска воздуха и лишнего электролита. Отверстие закрывается винтом 17 с резиновым кольцом 18.

В корпусе 9 датчика кислорода встроен стержень 16 с электродами – катодом (в торцевой части стержня), электродом сравнения 14 и анодом 5.

Уплотнение электролитной камеры производится резиновым кольцом 6.

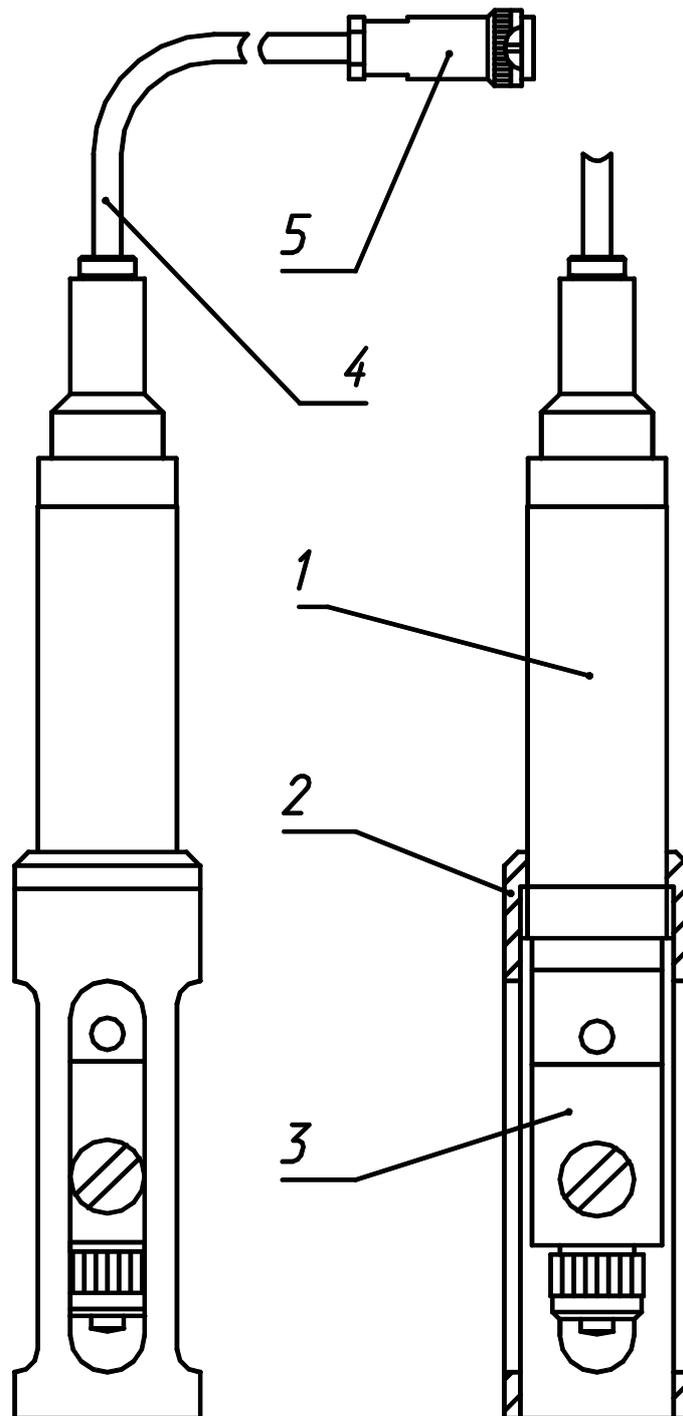
В корпусе 9 датчика кислорода установлен датчик температуры 7. Внутри электролитной камеры заливается приэлектродный раствор 19.

**Внимание!** *Запрещается извлекать датчик кислорода из корпуса измерительного устройства.*

**Внимание!** *Запрещается разбирать узел компенсатора давления датчика кислорода.*

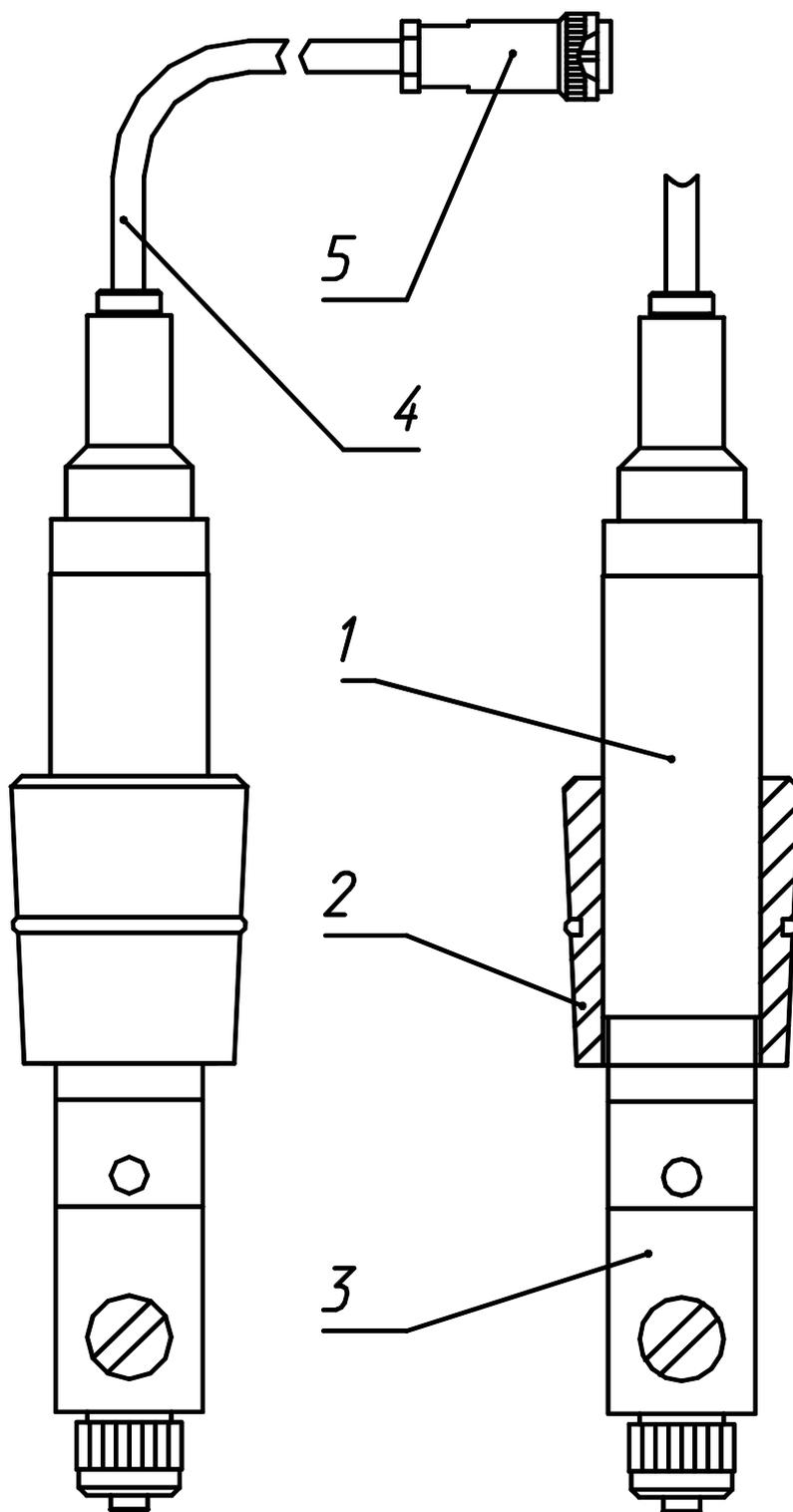
**1.2.4** Преобразователь имеет пластмассовый корпус (рисунок 4). На лицевой панели расположены жидкокристаллический дисплей и панель управления. Разъемы для подключения внешних электрических соединений расположены с торца преобразователя в верхней его части.

Для автономного питания прибора на задней стенке преобразователя имеется отсек для подключения элементов автономного источника питания.



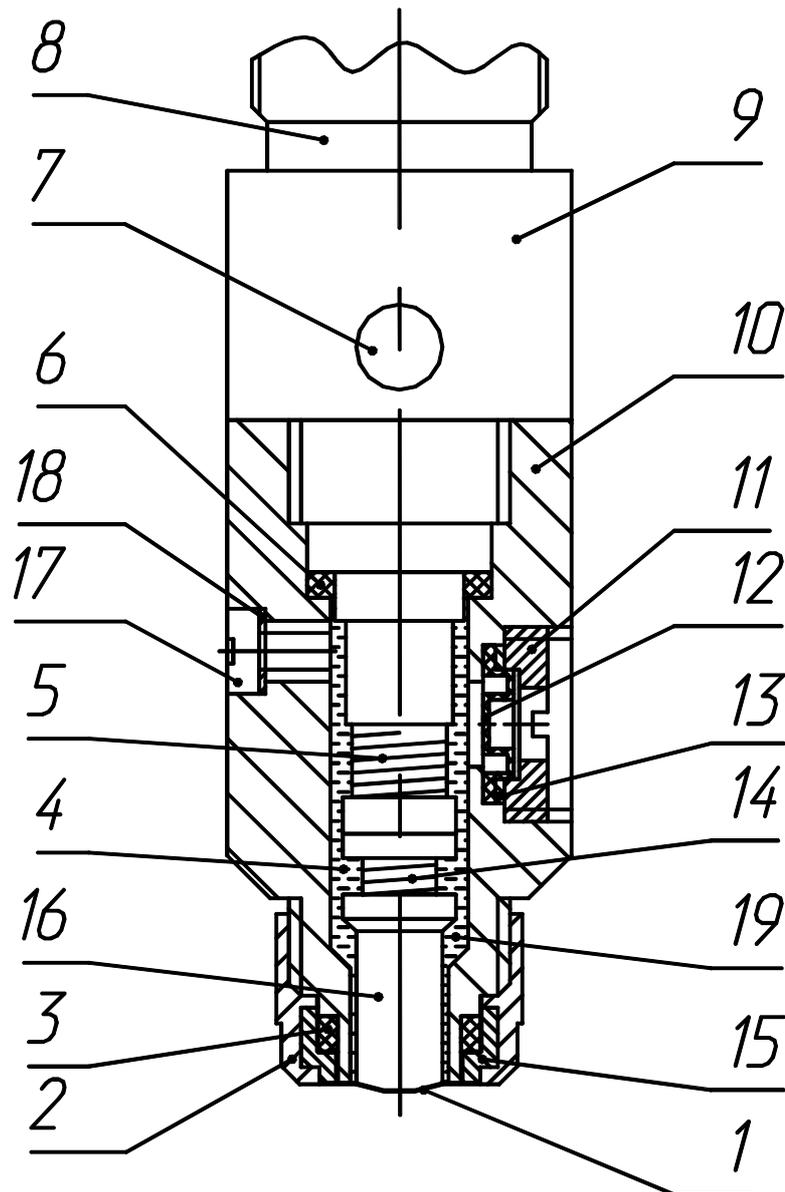
1. Корпус. 2. Защитный кожух. 3. Датчик кислорода. 4. Кабель. 5. Разъем для подключения к преобразователю.

Рисунок 1 – Измерительное устройство кислородомера АЖА-101МА



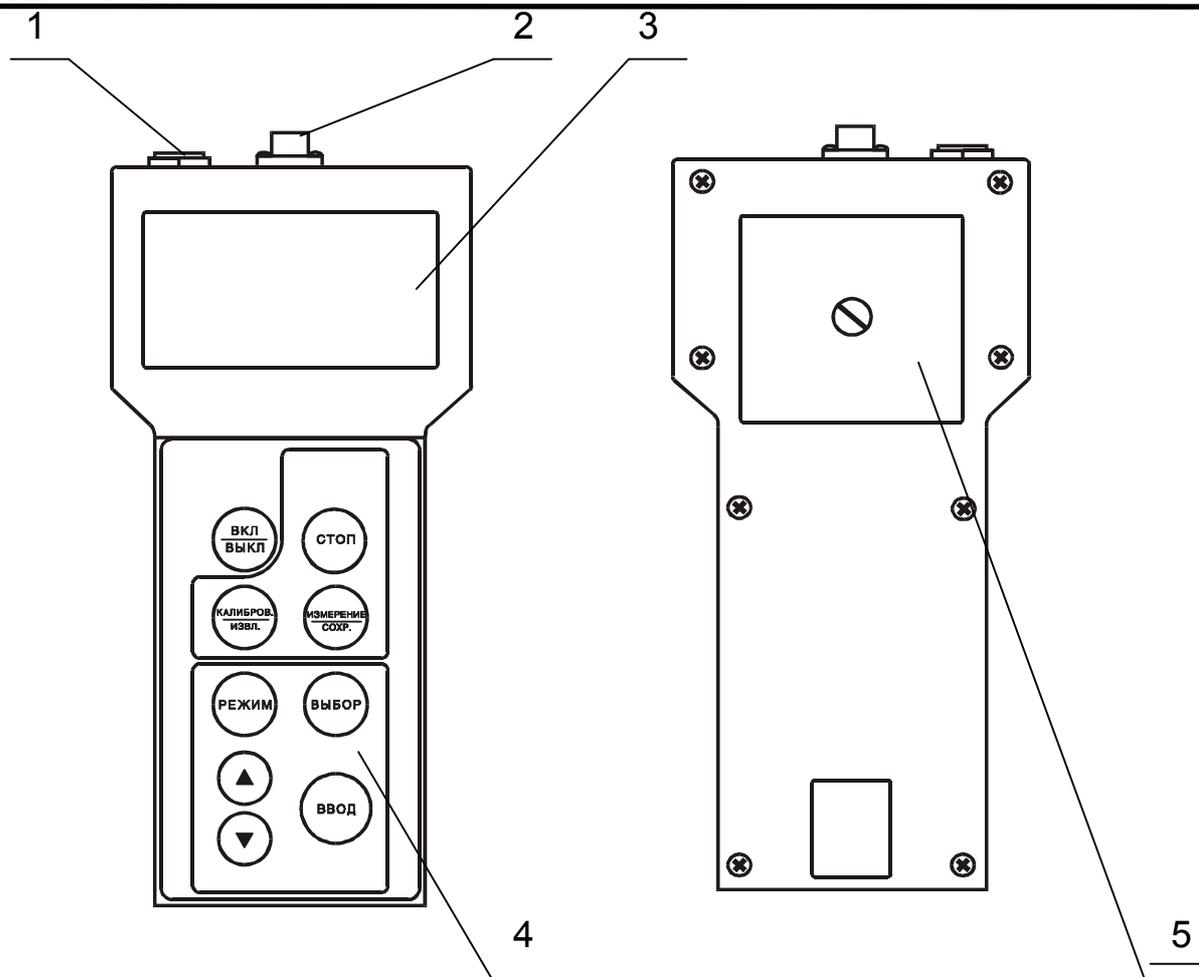
1. Корпус. 2. Пробка. 3. Датчик кислорода. 4. Кабель. 5. Разъем для подключения к преобразователю.

Рисунок 2 – Измерительное устройство кислородомера АЖА-101.1МА



1. Кислородоселективная мембрана. 2. Гайка. 3. Резиновое кольцо. 4. Раствор. 5. Анод. 6. Резиновое кольцо. 7. Датчик температуры. 8. Корпус измерительного устройства. 9. Корпус датчика кислорода. 10. Корпус электролитной камеры. 11. Гайка. 12. Резиновая мембрана компенсатора давления. 13. Прокладка. 14. Электрод сравнения. 15. Колпачок. 16. Электродный стержень. 17. Винт. 18. Резиновое кольцо. 19. Приэлектродный раствор.

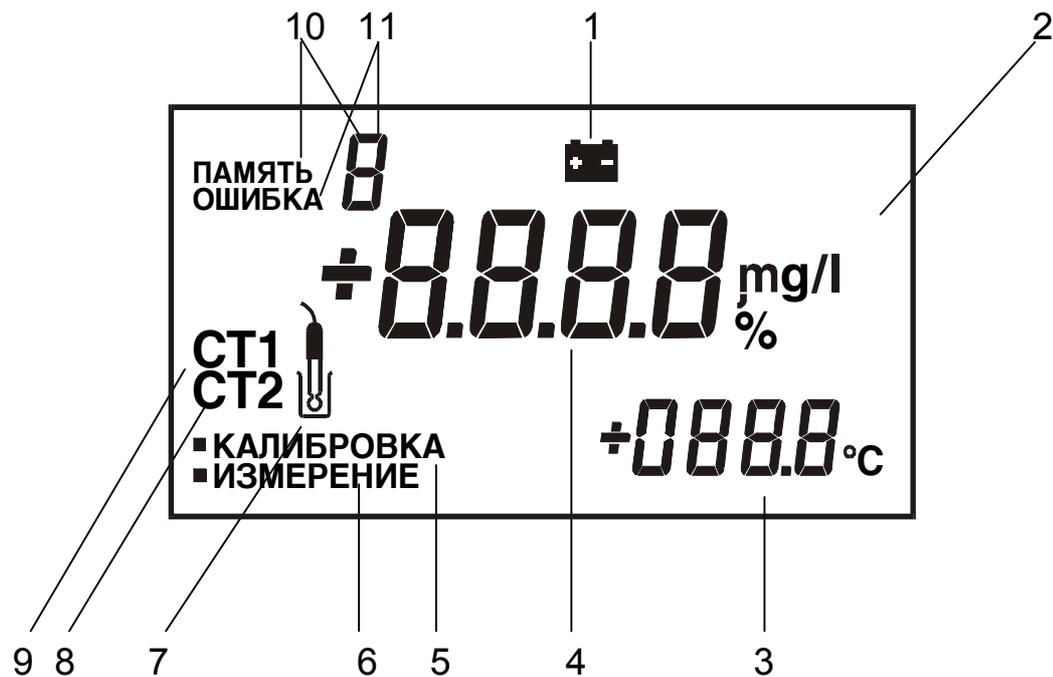
Рисунок 3 – Датчик кислорода



1. Гнездо « $\approx 6V \dots 9V$ » - для подключения выносного источника питания;
2. Разъем «ВХОД» - для подключения измерительного устройства;
3. Жидкокристаллический дисплей;
4. Панель управления;
5. Отсек элементов батареи автономного источника питания.

Рисунок 4 – Преобразователь

1.2.5 Расположение индикаторов и цифровых табло на жидкокристаллическом дисплее показано на рисунке 5.



1. Индикатор разряда батареи питания;
2. Индикатор единиц измерения;
3. Вспомогательное цифровое табло текущей температуры раствора;
4. Основное цифровое табло измеряемых величин;
5. Индикатор режима калибровки прибора;
6. Индикатор режима измерения;
7. Индикатор калибровки датчика в контрольных растворах;
8. Индикатор калибровки по второму раствору;
9. Индикатор калибровки по первому раствору;
10. Индикатор номера ячейки блокнота;
11. Индикатор номера ошибки.

Рисунок 5 - Многофункциональный дисплей

### 1.2.6 Панель управления.

На панели управления расположены девять кнопок, которыми пользователь управляет прибором во всех режимах работы.



Включение прибора.  
Выключение прибора



Временная остановка процесса измерения с удержанием на дисплее текущего результата.  
Возобновление процесса измерения (при повторном нажатии).



Перевод прибора в режим «ИЗМЕРЕНИЕ».  
Перевод прибора в состояние готовности к сохранению результата измерения в выбранной ячейке блокнота.



Перевод прибора в режим «КАЛИБРОВКА».  
Извлечение содержимого ячеек блокнота на дисплей.



Выбор единиц измерения.  
Выбор разряда изменяемого числа или знака.



Подтверждение ввода данных, выбранного режима, символа или числового значения.



Увеличение  
Изменение числовых значений при калибровке и установке значений атмосферного давления.



Уменьшение



Возврат к предыдущему этапу калибровки.

## 2 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускается персонал, изучивший настоящее руководство, действующие правила эксплуатации электроустановок и правила работы с химическими реактивами.

Во время профилактических работ и ремонта прибора необходимо блок сетевого питания отключить от сети.

## 3 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

### 3.1 Распаковка

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

Распакованный прибор следует выдержать при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности до 80 % в течение 8 часов.

### 3.2 Подготовка к работе датчика кислорода

**3.2.1** Перезарядка датчика кислорода необходима в случае его неисправности или повреждения пленки, а также, если датчик транспортируется в незаполненной электролитной камерой.

**3.2.2** Перезарядка датчика кислорода осуществляется следующим образом:

1) удерживая корпус датчика 9 (рисунок 3) одной рукой и, вращая корпус электролитной камеры 10 против часовой стрелки другой рукой, следует снять электролитную камеру, вывернуть винт 17 из отверстия для выпуска лишнего электролита;

2) отвернуть гайку 2 (рисунок 3) и снять детали 3, 15 узла крепления кислородоселективной мембраны 1;

3) тщательно промыть в дистиллированной воде электродный стержень 16, погружая датчик кислорода до уровня датчика температуры 7;

4) тщательно промыть в дистиллированной воде электролитную камеру и снятые детали крепления кислородоселективной мембраны 2, 3, 15;

5) высушить промытые детали фильтровальной бумагой;

6) провести сборку электролитной камеры следующим образом (рисунок 6):

- расположить корпус 1 вертикально;
- надеть резиновое кольцо 2 на корпус 1;
- взять новую кислородоселективную мембрану 3 и, не касаясь ее центральной части, поместить на резиновое кольцо 2;
- надеть колпачок 4;
- завернуть с усилием гайку 5;
- 7) заполнить электролитную камеру (рисунок 7):
- залить в электролитную камеру при помощи шприца или пипетки раствор электролита ( $\approx 1,5$  мл);

постукивая пальцем по корпусу электролитной камеры удалить возможные пузырьки воздуха;

8) собрать датчик кислорода (рисунок 3), медленно накрутив электролитную камеру 10 на корпус 9 до упора, завернуть с уплотнением винт в отверстие для выпуска излишнего электролита;

9) ополоснуть наружную часть датчика кислорода дистиллированной водой;

10) надеть на гладкую часть гайки 2 защитный колпачок, заполненный дистиллированной водой.

Состав электролита для заполнения датчика:

КСl хч – 14 г; КОН хч – 0,2 г; Трилон Б – 0,15 г; Вода дистиллированная 0,1 л.

Раствор профильтровать.

Перед проведением калибровки и измерений защитный колпачок следует снять.

### ***3.3 Подготовка к работе измерительного устройства для измерений в открытых водоемах***

Для измерений в открытых водоемах следует (при необходимости) перезарядить датчик кислорода (3.2.2) и плотно завернуть на корпус измерительного устройства 1 до упора защитный кожух 2 (рисунок 1).

### ***3.4 Подготовка к работе измерительного устройства для измерений в колбе***

Для измерений в колбе следует (при необходимости) перезарядить датчик кислорода (3.2.2). На резьбовую часть корпуса 1 измерительного устройства накрутить пробку 2 (рисунок 2).

При использовании измерительного устройства погружного типа для измерений в колбе необходимо вместо защитного кожуха 2 (рисунок 1) установить пробку, входящую в комплект поставки прибора АЖА-101.2МА.

Пробка предназначена для установки на колбах и других сосудах с конической горловиной по ГОСТ 25338 диаметром 45 мм.

### ***3.5 Подготовка источников питания***

Питание прибора осуществляется от четырех элементов типа А316 напряжением 1,5 В, или блока сетевого питания.

Для подключения элементов необходимо:

- вскрыть крышку 5 отсека на задней панели прибора (рисунок 4), для чего отвернуть винт крепления крышки отсека;

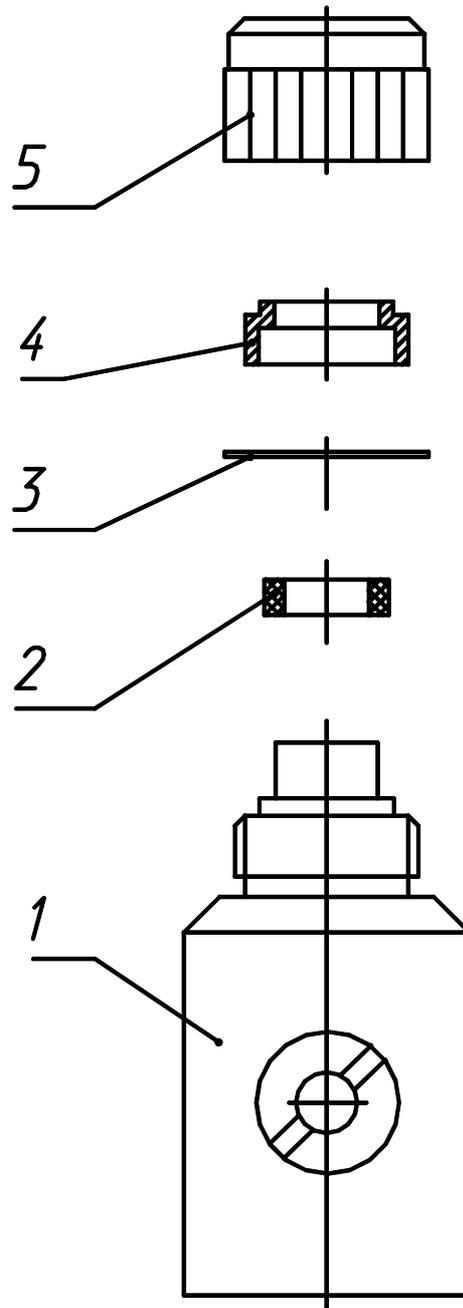
- установить элементы в отсек, соблюдая полярность;

- закрыть крышку отсека.

Для работы прибора от блока сетевого питания:

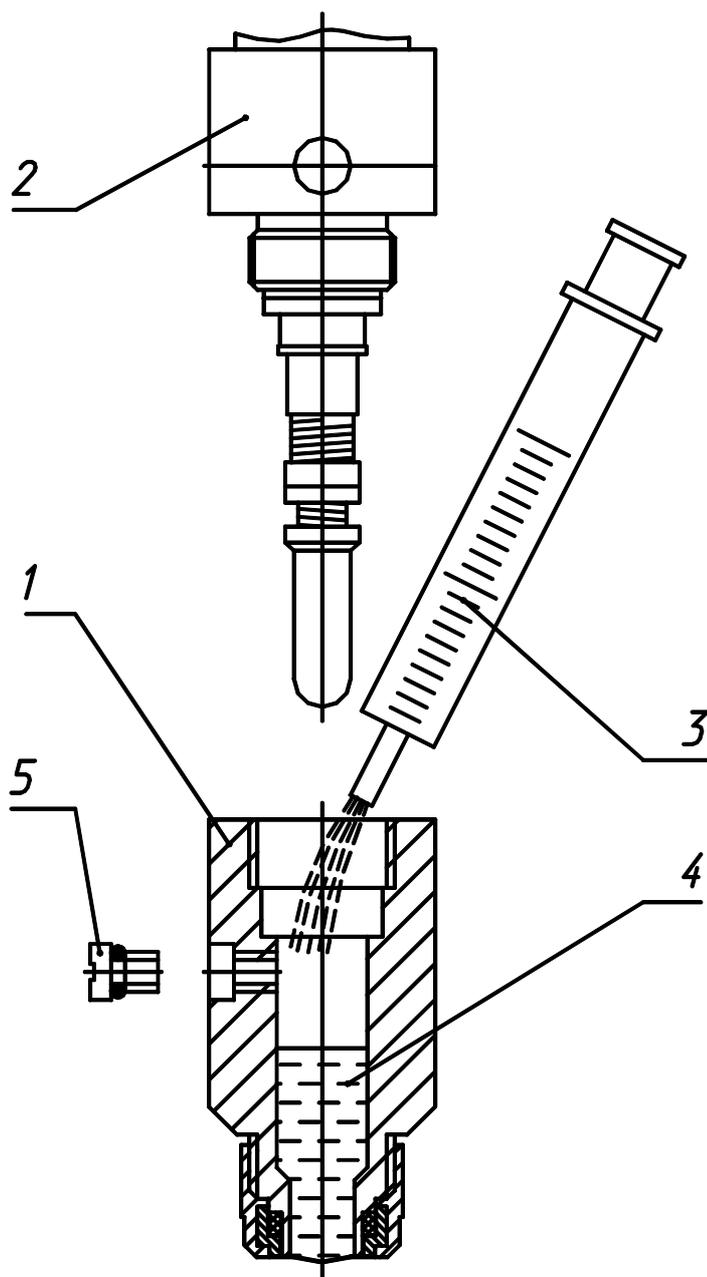
- вставить вилку блока сетевого питания в разъем 1 (рисунок 4);

- подключить блок сетевого питания к сети переменного тока напряжения 220 В.



1. Корпус. 2. Резиновое кольцо. 3. Кислородоселективная мембрана.  
4. Колпачок. 5. Гайка.

Рисунок 6 – Сборка электролитной камеры датчика кислорода



1. Камера электролитная. 2. Корпус датчика кислорода. 3. Шприц.  
4. Приэлектродный раствор. 5. Винт.

Рисунок 7 – Заполнение электролитной камеры датчика кислорода

### **3.6 Подготовка преобразователя**

Проверить пригодность элементов, если питание прибора осуществляется от автономного источника. Нажать кнопку **ВКЛ/ВЫКЛ**.

При снижении напряжения автономных источников питания ниже допустимого значения на дисплее высвечивается индикатор разряда батареи питания 1 (рис. 5). В этом случае необходимо заменить элементы батареи питания.

## **4 РАБОТА С ПРИБОРОМ**

### **4.1 Особенности применения прибора.**

При определении концентрации растворенного кислорода в относительно чистых средах (например, очищенная вода паросиловых установок) и в содосодержащих растворах (насыщенные сточные воды, технологические растворы промышленных предприятий и т.д.) методики проведения калибровки прибора различны (1.1.3).

Следовательно, прежде чем приступить к измерению в конкретной анализируемой среде, растворенного кислорода, необходимо оценить факторы, влияющие на качество и правильность результатов измерения:

- состав и динамику изменения физико-химического состава анализируемой среды (солесодержание);
- форму выражения содержания растворенного кислорода (массовая концентрация (мг/л) или процент насыщения  $O_2$ );
- требуемая точность определения растворенного кислорода.

**4.1.1** При определении кислорода в относительно чистых растворах чаще всего измерения концентрации производятся по весу в мг/л. При этом для калибровки прибора используется дистиллированная вода, насыщенная атмосферным воздухом или дистиллированная вода, насыщенная азотно-кислородной газовой смесью с известной концентрацией кислорода, или чистым кислородом (4.3.2).

**4.1.2** При определении кислорода в растворах с известным и постоянным содержанием солей, как правило, производятся измерения массовой концентрации (мг/л). При этом для калибровки прибора используется проба анализируемой среды предварительно насыщенная кислородом воздуха (4.3.2). Концентрация кислорода в таком растворе определяется по таблице (приложение Б), либо методом Винклера.

**4.1.3** При определении кислорода в растворах с постоянно меняющимся содержанием солей, измерения массовой концентрации может привести к существенным ошибкам. Зависимость растворимости кислорода от изменения концентрации солей приведена в приложении Б. При измерениях, не требующих большой точности, калибровка прибора может быть произведена по усредненной пробе, насыщенной кислородом воздуха. Концентрация кислорода в таком растворе определяется по таблице (приложение Б) либо химическим методом Винклера.

Отмеченная особенность не вносит осложнений, если контролируется, например, сточная вода, поступившая на биохимическую очистку, так как в такой воде содержание растворенных солей должно быть регламентировано. В этих пределах ошибка, вносимая прибором незначительна: так, при концентрации ионов  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  до 1 г/л, ошибка в измерениях не превышает 3 %.

В большинстве случаев на практике при определении кислорода в растворах с постоянно меняющимся содержанием солей достаточно знать величину концентрации кислорода в %  $\text{O}_2$ , т.е. концентрацию кислорода в дистиллированной воде выраженную в процентах от концентрации кислорода в той же воде при полном насыщении ее кислородом воздуха при нормальном атмосферном давлении (например, при изучении кинетики химических реакций в растворах при участии растворенного кислорода, при исследовании биохимических процессов). При этом оператор видит, насколько изменилась концентрация кислорода в анализируемой пробе, по отношению к его концентрации в насыщенной при нормальном атмосферном давлении дистиллированной воде. В этом случае калибровка прибора производится в %  $\text{O}_2$  (4.5).

## **4.2 Режимы работы прибора**

Прибор имеет следующие режимы работы:

- **«ИЗМЕРЕНИЕ»** - основной режим работы прибора, при котором ток датчика преобразуется в результат измерения и индицируется на дисплее;
- **«КАЛИБРОВКА»** - вспомогательный режим работы прибора. Совокупность операций по доведению погрешности комплекта прибора до нормируемых значений.

## **4.3 Калибровка прибора**

**4.3.1** Калибровка прибора производится в следующих случаях:

- 1) при перезарядке датчика кислорода;
- 2) при получении прибора из ремонта или после длительного хранения;
- 3) при периодическом контроле основных эксплуатационно-технических характеристик, если обнаружится их несоответствие нормирующим значениям.

Для калибровки прибора необходимы следующие приборы и реактивы:

- 1) барометр-анероид БАММ-1;
- 2) вода дистиллированная;
- 3) сульфит натрия безводный, ч.д.а.;
- 4) магнитная мешалка (например, ПЭ-6100);
- 5) аэратор 5М5.150.002 или микрокомпрессор АЭН-2.

*Примечание - Допускается применение приборов и оборудования других типов, имеющих аналогичные метрологические характеристики и параметры.*

Для калибровки прибора на всех диапазонах измерения используются два контрольных раствора.

**4.3.2** При определении кислорода в относительно чистых растворах в качестве первого контрольного раствора СТ1 желательно использовать:

- дистиллированную воду, насыщенную атмосферным воздухом (концентрация кислорода в таком растворе приведена в приложении А);
- дистиллированную воду, насыщенную азотно-кислородной газовой смесью с известной концентрацией кислорода или чистым кислородом.

Газовые смеси или кислород применяются при настройке приборов, предназначенных для измерения в средах с большими концентрациями растворенного кислорода. В этом случае точность измерений повышается.

При измерении растворенного кислорода в растворах с постоянным и известным содержанием солей (например, морская вода) в качестве первого контрольного раствора СТ1 желательно использовать анализируемую пробу, насыщенную атмосферным воздухом. Концентрация кислорода в морской воде приведена в приложении Б.

При измерении растворенного кислорода в растворах с меняющимся и (или) неизвестным содержанием солей в качестве первого контрольного раствора СТ1 желательно использовать анализируемую пробу, насыщенную атмосферным воздухом. Концентрация кислорода в таком растворе определяется химическим методом Винклера. При этом необходимо, чтобы температура раствора отличалась не более, чем  $\pm 0,5$  °С, как при определении методом Винклера, так и при калибровке прибора.

Аэрацию первого контрольного раствора (при интенсивном его перемешивании) следует производить как до начала калибровки до полного насыщения воды, так и во время ее, до установления на дисплее неизменных показаний при помощи аэратора или микрокомпрессора.

При аэрации раствора СТ1, насыщаемого газовой смесью или чистым кислородом необходимо установить такую подачу газа из баллона, при которой показания прибора не изменяются. С целью экономии подача газа должна быть отрегулирована на минимальный расход для применяемого объема воды.

Следует иметь в виду, что концентрация кислорода в воде зависит от атмосферного давления. Зависимость определяется по формуле 2:

**4.3.3** В качестве второго контрольного раствора СТ2 используется раствор сульфита натрия концентрацией 80 г/л (раствор необходимо выдержать после приготовления не менее 8 ч).

#### **4.4 Редактирование числовых значений**

При проведении калибровки может возникнуть необходимость редактирования числовых значений.

Редактировать (изменять) можно то число или символ, которое обозначено на дисплее миганием.

Для увеличения (уменьшения) числовых значений следует использовать кнопки ▲ (▼). Для перехода от одного символа, доступного для изменения на текущем этапе калибровки, к другому используется кнопка **ВЫБОР**. Редактирование завершается после нажатия кнопки **ВВОД**.

#### **Примечание**

*После окончания редактирования незначащие нули на дисплее не высвечиваются.*

#### **4.5 Порядок работы прибора в режиме калибровки**

**4.5.1** Для обеспечения стабилизации внутренних электролитических процессов в датчике кислорода, необходимо подключить его к работающему прибору и до калибровки выдержать в дистиллированной воде не менее 1,0 ч, если датчик был перезаряжен или не менее 0,5 ч после 8 ч перерыва работы прибора.

При переходе от одного раствора к другому датчик кислорода промывается дистиллированной водой, остатки воды удаляются фильтровальной бумагой.

**Внимание!** *Во избежание потери данных калибровки, введенных в память преобразователя, не рекомендуется без необходимости входить в режим «КАЛИБРОВКА». При случайном нарушении данных калибровки необходимо провести ее сначала.*

**Внимание!** *Во время проведения калибровки и измерений, раствор должен перемешиваться.*

**4.5.2** Перед проведением калибровки следует выбрать единицы измерения с помощью кнопки **ВЫБОР**.

**Внимание!** *Калибровка должна проводиться в тех единицах, в которых будут проводиться измерения.*

**4.5.3** Для перехода в режим калибровки следует нажать кнопку **КАЛИБРОВ**.

На дисплее высветится надпись **«КАЛИБРОВКА»**.

**4.5.4** На основное табло дисплея выводится значение атмосферного давления, установленное при последней калибровке (кПа). По методике п. 4.4 следует установить его значение в соответствии с показаниями барометра. Нажать кнопку **ВВОД**.

**4.5.5** Прибор переходит в режим измерения концентрации кислорода в первом контрольном растворе СТ1 (об этом сигнализирует мигающий индикатор «**ИЗМЕРЕНИЕ**» и индикатор «**СТ1**»):

- погрузить измерительное устройство в сосуд с заранее приготовленным первым контрольным раствором таким образом, чтобы корпус датчика кислорода 9 (рисунок 3) был погружен в раствор полностью;
- выдержать датчик в растворе (в течение не менее 3 мин.) продолжая аэрацию раствора;
- после установления стабильных показаний концентрации (мг/л или %) и температуры нажать кнопку **ВВОД** (погаснет индикатор «**ИЗМЕРЕНИЕ**»).

**4.5.6** Прибор выведет на табло рассчитанное значение концентрации кислорода (мг/л или %) в дистиллированной воде, насыщенной атмосферным воздухом для текущей температуры и установленного атмосферного давления. Если предложенное прибором значение не соответствует концентрации кислорода в применяемом растворе, следует откорректировать его значение (4.4).

При нажатии кнопки **ВВОД** прибор закончит калибровку в первом растворе и предложит перейти к калибровке по второму раствору о чем сигнализирует индикатор «**СТ2**» и мигающий индикатор «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

Калибровка может быть закончена нажатием кнопки **ИЗМЕРЕНИЕ**.

**4.5.7** Промыть дистиллированной водой погружную часть измерительного устройства и поместить его в сосуд со вторым контрольным раствором.

Выдержать датчик в растворе (в течение не менее 3 мин.) до установления стабильных показаний концентрации (мг/л или %) и температуры. Значение концентрации кислорода должно быть не более 0,5 мг/л или 5 %. Если значение концентрации кислорода выходит за эти пределы следует заменить второй контрольный раствор или перезаправить датчик (3.2.2).

Нажать кнопку **ВВОД**. Прибор автоматически перейдет в режим измерения. На дисплее прибора установится нулевое значение концентрации кислорода в растворе.

### **Примечания**

- 1 На любом этапе при нажатии кнопки **РЕЖИМ** можно вернуться к предыдущему этапу калибровки.
- 2 Допускается калибровка по одному первому контрольному раствору при периодическом контроле основных эксплуатационно-технических характеристик.

## 4.6 Контроль правильности проведения калибровки

**4.6.1** После проведения калибровки и периодически в процессе работы рекомендуется проверять исправность датчика. Для этого в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» необходимо поместить датчик в раствор сульфита натрия (4.3.3), показания прибора при этом не должны превышать 0,5 мг/л или 5 %. После этого следует одновременно нажать кнопки **ВВОД** и **ИЗМЕРЕНИЕ**. При этом на дисплее прибора появится надпись **КАНАЛ**, которая показывает, что прибор перешел в режим проверки работы датчика. Значение показаний не должно выйти из указанных пределов. Если значение концентрации кислорода выходит за эти пределы следует заменить второй контрольный раствор или перезакрепить датчик (3.2.2). Выход в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**» производится нажатием кнопки **ИЗМЕРЕНИЕ**.

**4.6.2** В случае необходимости проверка правильности проведения калибровки по первому раствору производится путем сравнения показаний прибора с результатами определения концентрации кислорода в той же пробе методом Винклера.

В случае отличия показаний более чем на допустимую погрешность следует проверить качество контрольных растворов и провести повторную калибровку.

## 4.7 Порядок проведения измерений

**4.7.1** До начала работы необходимо внимательно изучить устройство прибора, назначение его органов управления, а также усвоить методику проведения измерений в соответствии с рекомендациями настоящего руководства по эксплуатации.

**4.7.2** Работать с прибором можно только в условиях, соответствующих рабочим условиям эксплуатации.

**4.7.3** Отсчет показаний необходимо производить при установившейся температуре.

**4.7.4** Для проведения измерений необходимо проделать следующие операции:

- 1) подготовить прибор к работе в соответствии с указаниями раздела 3;
- 2) произвести калибровку прибора в соответствии с разделом 4.3;
- 3) выбрать единицы измерения с помощью кнопки **ВЫБОР**;
- 4) погрузить измерительное устройство в анализируемую среду и, после прекращения монотонного изменения показаний, произвести отсчет показаний прибора.

### Примечания

- 1 При работе преобразователь необходимо предохранять от попадания капель и брызг воды.
- 2 Если требуется проведение измерений в разных единицах (мг/л или %) следует произвести калибровку (4.5) дважды в разных единицах. В противном случае измерения в тех единицах, в которых не

была произведена калибровка, будет проводиться со значительной погрешностью.

**3** Для выполнения измерений в колбе установить измерительное устройство с пробкой (рисунок 2) в горловину колбы с измеряемой пробой. Количество пробы в колбе должно быть таким, чтобы при установке измерительного устройства, колба была заполнена пробой до пробки без образования воздушной прослойки. При измерении необходимо применение магнитной мешалки

**4** Для выполнения измерений в водоеме измерительное устройство в защитном кожухе (рисунок 1) опустить на требуемую глубину, удерживая его за кабель. При этом необходимо производить перемещение его вверх-вниз для обеспечения движения воды относительно датчика кислорода.

## 5 ВРЕМЕННАЯ ОСТАНОВКА ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ

Для временной остановки в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» нужно нажать кнопку **СТОП**. На дисплее гаснет индикатор «ИЗМЕРЕНИЕ». Процесс измерения прекращается.

На основном и вспомогательном табло дисплея происходит фиксация (заморозка) результата текущего измерения.

При повторном нажатии на кнопку **СТОП** процесс измерения возобновляется.

## 6 РАБОТА С БЛОКНОТОМ

При работе в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» пользователю предоставлена возможность использования блокнота: 10 ячеек оперативной памяти для временного хранения и последующего вывода на дисплей результатов измерений.

Информация, записанная в блокнот, сохраняется после выключения прибора и может храниться в течение длительного времени.

Наличие блокнота полезно, например, при проведении серии измерений в полевых условиях с последующей обработкой результатов в лаборатории.

### 6.1 Порядок сохранения результатов измерений

Для сохранения результатов в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» необходимо остановить процесс измерения (5) и нажать кнопку **СОХРАНИТЬ**.

Прибор переходит в режим сохранения, при этом мигает индикатор «ПАМЯТЬ». Выводится номер предлагаемой ячейки блокнота, например 0.

На основное и вспомогательное табло дисплея выводятся результаты текущего измерения концентрации кислорода и температуры.

Нажатием кнопок ▲ и ▼ можно выбрать любую другую ячейку блокнота от 0 до 9.

Нажатием кнопки **СТОП** можно закончить работу с блокнотом без сохранения результатов. Прибор автоматически переходит в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

Нажатием кнопки **ВВОД** следует ввести результат измерения в выбранную ячейку блокнота, при этом, если она ранее уже была использована, предыдущий результат теряется.

Прибор автоматически переходит в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

## 6.2 Порядок извлечения результатов измерений

Для извлечения результатов в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» необходимо остановить процесс измерения (5) и нажать кнопку **ИЗВЛЕЧЬ**.

На дисплее начинает мигать индикатор «**ПАМЯТЬ**». Выводится номер ячейки блокнота, в которую было произведено последнее сохранение, например, 2.

На основное и вспомогательное табло дисплея выводится информация, сохраненная в ячейке под данным номером.

Нажатием кнопок ▲ и ▼ можно выбрать необходимый номер ячейки блокнота от 0 до 9, при этом на табло дисплея появляется информация, содержащаяся в выбранной ячейке блокнота.

Для окончания работы с блокнотом нажать кнопку **СТОП**. Прибор автоматически переходит в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

## 7 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИБОРА. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Во включенном состоянии прибор проводит самотестирование. В случае, если при калибровке были допущены ошибки, а так же при неисправностях датчиков или преобразователя прибор автоматически индицирует ошибку на дисплее. Коды ошибок перечислены в таблице 1.

Для устранения ошибок и при неисправности прибора следует выполнить рекомендации, приведенные в таблице 1. В случае повторения отрицательного результата необходимо обратиться на предприятие производящее ремонт.

Таблица 1

Код ошибки	Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3	4
0	Неисправность преобразователя при самотестировании (при включении прибора).	-	Обратиться на предприятие, производящее ремонт

## Продолжение таблицы 1

1	Ошибка при калибровке. Значение концентрации кислорода в первом растворе СТ1 равно значению во втором растворе СТ2.	Ошибка в приготовлении растворов, использование при калибровке одного и того же раствора.	Провести повторную калибровку.
4	При калибровке по второму раствору нулевой ток датчика кислорода выходит за пределы допуска.	Ошибка в приготовлении второго раствора, неисправность датчика кислорода.	Провести повторную калибровку. Проверить целостность датчика, перезарядить датчик.
5	Перегрузка результата. Полученное в результате расчетов значение концентрации кислорода выходит за пределы диапазона измерения.	Выход из строя датчика кислорода.	Проверить целостность датчика, перезарядить датчик.
6	Перегрузка температуры. Полученное в результате расчетов значение температуры выходит за пределы диапазона $\pm 199$ °С.	Обрыв в цепи датчика температуры. Неисправность датчика температуры.	Устранить обрыв.
-	При включении питания преобразователя нет отображения информации на дисплее.	Обрыв в шнуре блока сетевого питания.	Проверить и отремонтировать шнур блока сетевого питания.
-	Показания прибора неустойчивы. При калибровке прибора по контрольным растворам показания почти не изменяются.	Отсутствие контакта в месте подключения датчиков или в разъеме кабеля, выход из строя датчика кислорода.	Проверить и обеспечить контакт, проверить целостность датчика, перезарядить датчик.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

**РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА В ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЕ,  
НАСЫЩЕННОЙ ВОЗДУХОМ ПРИ ДАВЛЕНИИ 101,3 кПа  
(760 мм рт. ст.)**

°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л
0	14,62	8,5	11,73	17,0	9,74	25,5	8,30	34,0	7,20	42,5	6,35
0,5	14,43	9,0	11,59	17,5	9,64	26,0	8,22	34,5	7,15	43,0	6,30
1,0	14,234	9,5	11,56	18,0	9,54	26,5	8,15	35,0	7,10	43,5	6,25
1,5	14,03	10,0	11,33	18,5	9,44	27,0	8,08	35,5	7,05	44,0	6,20
2,0	13,84	10,5	11,21	19,0	9,35	27,5	8,00	36,0	7,00	44,5	6,15
2,5	13,65	11,0	11,08	19,5	9,26	28,0	7,92	36,5	6,95	45,0	6,10
3,0	13,48	11,5	10,96	20,0	9,17	28,5	7,85	37,0	6,90	45,5	6,05
3,5	13,31	12,0	10,83	20,5	9,08	29,0	7,77	37,5	6,85	46,0	6,00
4,0	13,13	12,5	10,72	21,0	8,99	29,5	7,70	38,0	6,80	46,5	5,95
4,5	12,97	13,0	10,60	21,5	8,91	30,0	7,63	38,5	6,75	47,0	5,90
5,0	12,80	13,5	10,49	22,0	8,83	30,5	7,57	39,0	6,70	47,5	5,85
5,5	12,64	14,0	10,37	22,5	8,76	31,0	7,50	39,5	6,65	48,0	5,80
6,0	12,48	14,5	10,26	23,0	8,68	31,5	7,45	40,0	6,60	48,5	5,75
6,5	12,33	15,0	10,15	23,5	8,61	32,0	7,40	40,5	6,55	49,0	5,70
7,0	12,17	15,5	10,05	24,0	8,53	32,5	7,35	41,0	6,50	49,5	5,65
7,5	12,02	16,0	9,95	24,5	8,46	33,0	7,30	41,5	6,45	50,0	5,60
8,0	11,87	16,5	9,84	25,0	8,38	33,5	7,25	42,0	6,40	-	-

*Примечание* – Значения St при других значениях температуры определяются линейной интерполяцией.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА В МОРСКОЙ ВОДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
СОЛЕВОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОЗДУХОМ ПРИ  
АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ 101,3 кПа (760 мм рт. ст.)**

t, °C	Содержание солей, мг/л			
	5000	10000	15000	20000
	Концентрация кислорода, мг/л			
0	13,79	12,97	12,14	11,32
1	13,41	12,61	11,82	11,03
2	13,05	12,28	11,52	10,76
3	12,72	11,98	11,24	10,50
4	12,41	11,65	10,97	10,25
5	12,09	11,39	10,70	10,01
6	11,79	11,12	10,45	9,78
7	11,51	10,85	10,21	9,57
8	11,24	10,61	9,98	9,36
9	10,97	10,36	9,76	9,17
10	10,73	10,13	9,55	8,98
11	10,49	9,92	9,35	8,80
12	10,28	9,72	9,17	8,62
13	10,05	9,52	8,98	8,46
14	9,85	9,32	8,80	8,30
15	9,65	9,14	8,63	8,14
16	9,46	8,96	8,47	7,99
17	9,26	8,78	8,30	7,84
18	9,07	8,62	8,15	7,70
19	8,89	8,45	8,00	7,56
20	8,73	8,30	7,86	7,42
21	8,57	8,14	7,71	7,28
22	8,42	7,99	7,57	7,14
23	8,27	7,85	7,43	7,00
24	8,12	7,71	7,30	6,87
25	7,96	7,56	7,15	6,74
26	7,81	7,42	7,02	6,61
27	7,67	7,28	6,88	6,49
28	7,53	7,14	6,75	6,37
29	7,39	7,00	6,62	6,25
30	7,25	6,86	6,49	6,13

*Примечание* – Значения St при других значениях температуры определяются линейной интерполяцией.