

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК РАСТВОРЁННОГО КИСЛОРОДА
С ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ
ДКТП-02

ПАСПОРТ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Москва
2023

Перед использованием датчика растворённого кислорода внимательно изучите прилагаемое руководство!

В изделии допускаются незначительные конструктивные изменения, не отражённые в настоящем документе и не влияющие на технические характеристики и правила эксплуатации.

ВНИМАНИЕ: между измерениями **ОБЯЗАТЕЛЬНО** хранить датчик в воде, рекомендуется использовать защитный чехол.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Назначение и область применения.....	4
2	Конструкция датчика	4
3	Технические характеристики	5
4	Особенности эксплуатации.....	6
5	Подготовка к работе	6
6	Измерение концентрации растворённого кислорода.....	7
	Измерение с поправкой на солёность	8
7	Обслуживание датчика	10
7.1	Операции по обслуживанию датчика	10
7.2	Периодичность проведения операций по обслуживанию датчика	10
7.3	Градуировка датчика	11
7.4	Проверка правильности показаний концентрации растворённого кислорода.....	16
7.5	Коррекция градуировочного графика.....	19
7.6	Очистка мембраны	20
7.7	Замена мембраны	20
7.8	Очистка рабочего электрода датчика	22
7.9	Замена электролита	22
8	Возможные неисправности и способы их устранения	22
9	Свидетельство о приёмке	23
10	Гарантийные обязательства.....	24
11	Измерение биохимического потребления кислорода (БПК).....	24
12	Литература	24

1 Назначение и область применения

Амперометрический датчик растворённого кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-02 в комплекте с анализатором жидкости «Эксперт-001» или в комплекте с анализатором растворенного кислорода «Эксперт-009» предназначен для решения широкого круга задач, включающих определение содержания растворённого кислорода в водах различной природы в лабораторных и полевых условиях, измерение биохимического потребления кислорода (БПК) в природных и сточных водах, биохимические измерения в специальных ячейках.

Измерение БПК проводят по методике ПНД Ф 14.1:2:3.4.123-97 «Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дневной инкубации (БПК) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах» с учетом рекомендаций, описанных в [1-4]. Используют стандартные склянки БПК с диаметром внутреннего конуса 12/21 мм.

Датчик выпускается в двух модификациях:

- ДКТП-02.4 – для лабораторных измерений;
- ДКТП-02.5 – для измерений в водоёмах.

Модификация ДКТП-02.5 отличается наличием дополнительного защитного измерительного кожуха и увеличенной длиной кабеля.

2 Конструкция датчика

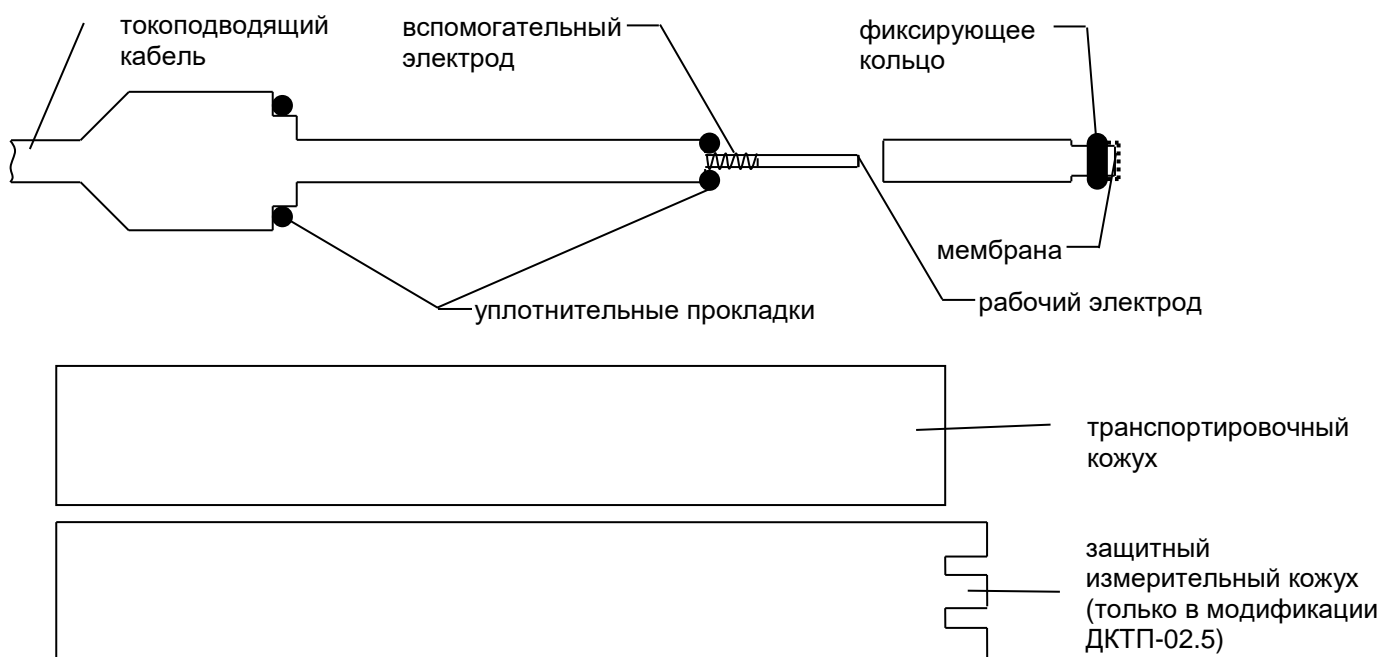


Рисунок 1 - Конструкция амперометрического датчика растворённого кислорода

Конструкция датчика представлена на рисунке 1. В корпус из оргстекла вклеен электродный узел с дисковым рабочим электродом и вспомогательным электродом. На корпус датчика навинчивается колпачок из оргстекла, заполняемый рабочим электролитом, на торце которого с помощью резинового фиксирующего кольца крепится мембрана. При транспортировке и хранении на корпус навинчивается транспортировочный кожух, заполняемый дистиллированной водой. Для измерений в водоемах на корпус навинчивается защитный измерительный кожух. Кабель для подключения к измерительному прибору имеет длину 1 м (ДКТП-02.4) или более 1 м (ДКТП-02.5).

3 Технические характеристики

- Диапазон измеряемых значений массовой концентрации растворённого кислорода с «Эксперт-001», мг/дм³ 1 – 15
- Диапазон измеряемых значений массовой концентрации растворённого кислорода с «Эксперт-009», мг/дм³ 0,2 – 20
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении массовой концентрации растворенного кислорода в комплекте с «Эксперт-001», мг/дм³ ±0,5
- Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массовой концентрации растворенного кислорода в комплекте с «Эксперт-009» при температуре анализируемой среды (25±1) °С ±5 %.
- Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массовой концентрации кислорода в комплекте с «Эксперт-009» при температуре анализируемой среды от 5 °С до 40 °С, кроме температуры (25±1) °С ±10%
- Диапазон температуры анализируемой среды, °С 5 - 40
- Пределы основной абсолютной погрешности при измерении температуры анализируемой среды, °С ±0,5
- Время установления показаний при измерении концентрации растворённого кислорода, не более, мин 5
- Стабильность показаний при измерении концентрации растворённого кислорода за время 8 ч не хуже, % от диапазона измерения ±1,25
- Длина соединительного кабеля, м 1 - 50

4 Особенности эксплуатации

- Датчик может быть использован лишь в водных растворах либо в разбавленных водных растворах органических веществ. После контакта с органическими растворами мембрана датчика может выйти из строя. Для дальнейшего использования датчика потребуется замена мембраны.
- Условия измерений должны предусматривать гарантированное перемешивание жидкости у поверхности мембраны датчика со скоростью не менее 20 см/с.
- Между измерениями храните датчик с навинченным транспортировочным кожухом, заполненным водой. Рекомендуется использовать дистиллированную воду. Транспортировочный кожух необходимо заполнять водой не более чем на 1/3 объема, в противном случае при навинчивании кожуха на датчик возможно резкое повышение давления, которое может повредить датчик.
- Следует беречь мембрану от механических повреждений и действия органических растворителей.
- Берегите датчик от значительных механических воздействий.

5 Подготовка к работе



Снимите с датчика транспортировочный кожух. Убедитесь в наличии электролита в колпачке, а также в том, что мембрана установлена и не повреждена. Если необходимо, смените мембрану и электролит по п. 7.7 и п. 7.9.

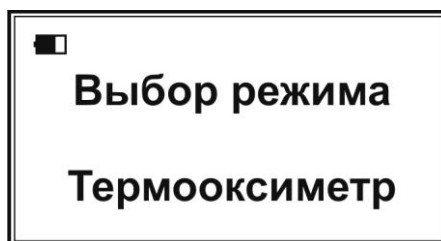
Торец электродного узла должен плотно прилегать к мембране, выгибая ее на 0,3-0,5 мм. Для измерения концентрации растворённого кислорода в природных водоёмах наденьте на датчик защитный измерительный кожух (входит в комплект датчика ДКТП-02.5) для предохранения мембраны от случайного механического повреждения.


Подключите датчик к разъёму **«Датчик»** на задней панели измерительного преобразователя анализатора жидкости «Эксперт-001» или анализатора растворенного кислорода «Эксперт-009».

При необходимости, выполните градуировку датчика по п. 7.3.

Установите режим ввода температуры «Автомат» в соответствии с п. 2.4.4.1 Руководства по эксплуатации анализатора жидкости «Эксперт-001» или п. 2.5 Руководства по эксплуатации анализатора растворенного кислорода «Эксперт-009».

Включите анализатор жидкости нажатием и удержанием в течение двух секунд кнопки . С помощью кнопок  и  установите режим «Термооксиметр»:




Не снимая с датчика защитного транспортировочного кожуха, нажмите кнопку  и оставьте прибор в состоянии измерения на 30-60 минут для оптимизации рабочих характеристик датчика. При этом убедитесь в наличии воды в кожухе. В противном случае долейте воду до требуемого уровня (примерно 1/3 объёма).

6 Измерение концентрации растворённого кислорода

Внимание! Приступая к измерениям концентрации растворённого кислорода, обязательно выполните коррекцию градуировочного графика по п. 7.5. В противном случае погрешности измерений могут превышать допустимые значения.


После выполнения коррекции градуировочного графика (так называемой «градуировки по 1 точке») погрузите датчик кислорода в анализируемый раствор. Для корректного измерения концентрации растворённого кислорода необходимо обеспечить движение анализируемой среды со скоростью не менее 20 см/с относительно датчика. Это достигается применением мешалки, либо перемещением самого датчика (например, при измерении в природных водоемах).

Нажмите кнопку . Прибор перейдёт в состояние измерения концентрации растворённого кислорода и температуры и на дисплее появится надпись:



В первой строке сверху отобразятся символ состояния заряда аккумулятора, название текущего режима измерения «Термооксиметр» и показание таймера. Во

второй строке крупным шрифтом отобразится результат измерения массовой концентрации растворённого кислорода. В нижней строке отобразится результат измерения температуры анализируемой среды.

После окончания измерения концентрации растворённого кислорода и температуры нажмите кнопку  для возврата в состояние выбора режима.

Измерение с поправкой на солёность

В зависимости от солесодержания анализируемых растворов, необходимо вносить поправку в результаты измерения концентрации растворённого кислорода. Если концентрация солей менее 2 г/дм³, поправку на солёность можно не учитывать (при этом дополнительная погрешность не превысит 1%). Если концентрация солей превышает 2 г/дм³, следует использовать поправочный коэффициент α , на который умножают показания прибора. Значение α определяется формулой (1):

$$\alpha = 1 - C \cdot \varepsilon \quad (1)$$

где C – содержание солей, г/дм³, ε – коэффициент, приведенный в таблице 1.

Таблица 1

Значения растворимости кислорода воздуха 100% влажности в дистиллированной воде и коэффициента ε в зависимости от температуры при $P_{\text{атм}} = 101,325$ кПа (760 мм рт. ст.)

t, °C	C _{O₂} , мг/дм ³	ε	t, °C	C _{O₂} , мг/дм ³	ε	t, °C	C _{O₂} , мг/дм ³	ε
0,0	14,54	0,0063	17,0	9,65	0,0054	34,0	7,03	0,0046
0,5	14,34		17,5	9,54		34,5	6,98	
1,0	14,15	0,0063	18,0	9,44	0,0054	35,0	6,92	0,0046
1,5	13,97		18,5	9,35		35,5	6,87	
2,0	13,78	0,0062	19,0	9,25	0,0053	36,0	6,82	0,0045
2,5	13,60		19,5	9,15		36,5	6,76	
3,0	13,42	0,0062	20,0	9,06	0,0053	37,0	6,71	0,0045
3,5	13,25		20,5	8,97		37,5	6,66	
4,0	13,08	0,0060	21,0	8,88	0,0052	38,0	6,61	0,0044
4,5	12,91		21,5	8,79		38,5	6,56	
5,0	12,74	0,0060	22,0	8,70	0,0052	39,0	6,51	0,0044
5,5	12,58		22,5	8,62		39,5	6,46	
6,0	12,41	0,0060	23,0	8,53	0,0051	40,0	6,41	0,0043
6,5	12,26		23,5	8,45		40,5	6,36	
7,0	12,10	0,0060	24,0	8,37	0,0050	41,0	6,31	0,0043
7,5	11,95		24,5	8,29		41,5	6,26	
8,0	11,80	0,0058	25,0	8,21	0,0050	42,0	6,21	0,0042
8,5	11,65		25,5	8,13		42,5	6,17	
9,0	11,51	0,0058	26,0	8,05	0,0049	43,0	6,12	0,0042
9,5	11,37		26,5	7,97		43,5	6,07	
10,0	11,23	0,0058	27,0	7,90	0,0049	44,0	6,03	0,0041
10,5	11,11		27,5	7,83		44,5	5,98	
11,0	10,98	0,0057	28,0	7,75	0,0049	45,0	5,93	0,0041
11,5	10,86		28,5	7,68		45,5	5,89	
12,0	10,75	0,0057	29,0	7,61	0,0048	46,0	5,84	0,0040

t, °C	CO ₂ , мг/дм ³	ε	t, °C	CO ₂ , мг/дм ³	ε	t, °C	CO ₂ , мг/дм ³	ε
12,5	10,63		29,5	7,55		46,5	5,80	
13,0	10,51	0,0057	30,0	7,48	0,0048	47,0	5,75	0,0040
13,5	10,40		30,5	7,42		47,5	5,71	
14,0	10,29	0,0055	31,0	7,37	0,0048	48,0	5,66	0,0039
14,5	10,18		31,5	7,31		48,5	5,62	
15,0	10,07	0,0055	32,0	7,25	0,0047	49,0	5,58	0,0039
15,5	9,96		32,5	7,20		49,5	5,53	
16,0	9,85	0,0055	33,0	7,14	0,0047	50,0	5,49	0,0038
16,5	9,75		33,5	7,09				

Пример расчета с поправочным коэффициентом

Пусть $C = 10$ г/дм³, $t = 20$ °C, а показания прибора относительно дистиллированной воды составляют $X = 2,069$ мг/дм³.

Согласно табл.1, $\epsilon = 0,0053$, тогда получаем:

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

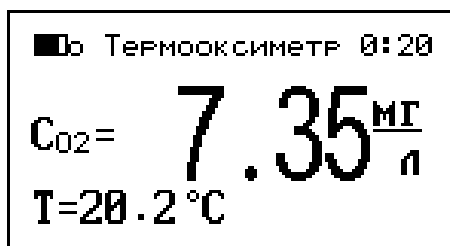
Найдём скорректированное значение концентрации кислорода:


$$X_1 = X \cdot \alpha = 2,069 \text{ мг/дм}^3 \cdot 0,947 = 1,959 \text{ мг/дм}^3.$$

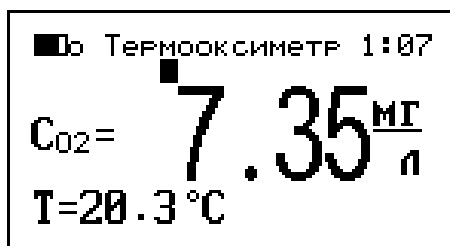
Автоматический пересчёт

В актуальных прошивках измерительных преобразователей анализаторов реализован автоматический пересчёт измеряемых концентраций кислорода. По умолчанию анализатор выполняет измерение без поправки на солёность раствора, поскольку для пресных вод (солёность не более 2 г/дм³) такая поправка не требуется.

Для активации пересчёта перейдите в режим «Измерения концентрации растворённого кислорода» (см. выше):





Нажмите клавишу . В верхней части дисплея появится курсор ввода:



Введите величину солёности в г/дм³ (г/л):



Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Для сохранения набранного числа нажмите

кнопку . Набранное значение зафиксируется в верхней строке, а отображаемое значение концентрации кислорода будет автоматически корректироваться:



При выключении режим измерения с поправкой на солёность автоматически отключается. Для отключения режима во время измерения установите величину солёности равной 0.

7 Обслуживание датчика

7.1 Операции по обслуживанию датчика

Обслуживание датчика кислорода включает три операции:

1 градуировка по двум точкам с использованием водяного термостата с сохранением градуировочного графика в памяти анализатора;

2 проверка правильности показаний массовой концентрации растворённого кислорода;

3 коррекция градуировочного графика по одной контрольной точке (так называемая «градуировка по 1 точке»).

7.2 Периодичность проведения операций по обслуживанию датчика

Градуировку датчика кислорода следует выполнять в следующих случаях:

- при смене мембраны и/или электролита;
- при отрицательных результатах проверки правильности показаний массовой концентрации растворённого кислорода по п. 7.4.



Проверку правильности показаний массовой концентрации растворённого кислорода рекомендуется проводить непосредственно после завершения

градуировки, чтобы удостовериться в корректности ее выполнения, и в случае, когда правильность показаний прибора вызывает сомнение.



Коррекцию градуировочного графика необходимо проводить каждый раз перед началом работы.

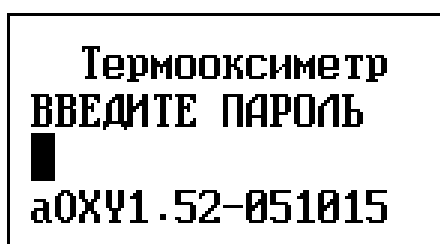
7.3 Градуировка датчика


7.3.1 Градуировка амперометрического датчика кислорода выполняется по двум точкам на установке, собранной по схеме, приведенной на рисунке А.1 Приложения А, с использованием растворов, содержащих различные концентрации растворённого кислорода. В качестве первого градуировочного раствора применяется раствор с нулевым содержанием кислорода. В качестве второго градуировочного раствора применяется раствор, насыщенный кислородом воздуха при фиксированной температуре в диапазоне от 10 до 35 °С (обычно вблизи 25 °С).

7.3.2 После включения анализатора с помощью кнопок  и  установите режим «Термооксиметр»:




7.3.3 Подключите датчик кислорода ДКТП к разъёму «Датчик» и нажмите кнопку  при использовании анализатора «Эксперт-001» или кнопку  при использовании анализатора «Эксперт-009». На дисплее отобразится запрос пароля:





В нижней строке отобразится текущая версия программного обеспечения при работе в режиме «Термооксиметр», например «aOXU1.52-051015». В месте ввода пароля появится указатель в виде мигающего прямоугольника. Введите пароль, набрав число «271», и нажмите кнопку . На дисплее появится меню настройки:



```
1. Клб. Ом  
2. Клб. °С  
3. Клб. Тока  
4. Клб. О2  
5. Клб. Давления  
6. Init CPU  
7. ДАТЧИК
```


7.3.4 Нажмите кнопку , соответствующую пункту «Клб.О2». Прибор перейдёт в состояние градуировки датчика кислорода и на дисплее отобразятся параметры последней выполненной градуировки, например:

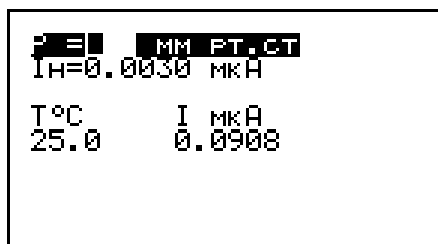
```
739 мм рт.ст  
Iн=0.0030 мкА  
  
Т°С      I мкА  
25.0     0.0908
```

В верхней строчке отобразится значение атмосферного давления, введённого пользователем при последней градуировке. Во второй строчке – значение тока, измеренное для раствора с нулевой концентрацией растворённого кислорода. Ниже отобразится результат измерения значения тока для раствора, насыщенного кислородом воздуха при известной температуре, в данном случае при 25 °С.

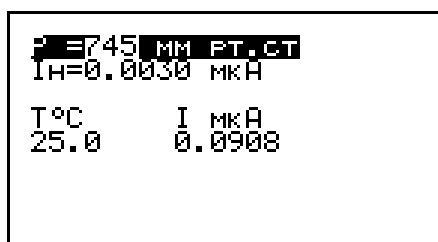
7.3.5 Приступая к градуировке, в первую очередь введите актуальное на момент измерений значение атмосферного давления в мм рт. ст. Для этого с помощью кнопок  и  выделите верхнюю строчку (если она не была выделена).



Если прибор оснащен встроенным датчиком давления, нажмите , через несколько секунд измеренное значение будет отображено в месте ввода. Проверьте его по контрольному барометру, скорректируйте при необходимости, и нажмите  для фиксации значения.

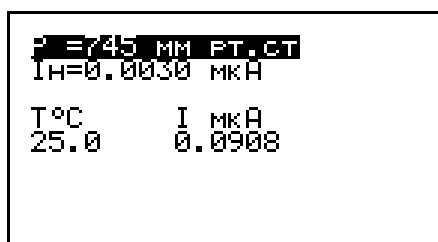
Если встроенный датчик давления отсутствует, нажмите кнопку . В месте ввода значения давления появится указатель в виде мигающего прямоугольника:





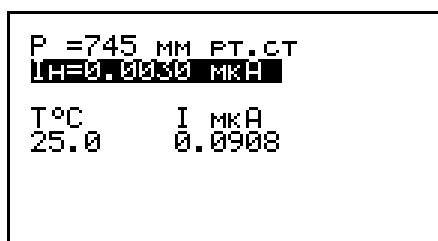
Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению атмосферного давления в мм рт.ст., например, «745»:



Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Для сохранения набранного числа нажмите кнопку . Набранное значение зафиксируется в верхней строке:



7.3.6 Выполните измерение значения тока в растворе с нулевой концентрацией растворённого кислорода (первая градуировочная точка). Для этого с помощью кнопок  и  выделите вторую строчку:

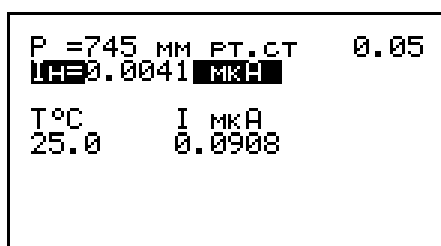


Отсоедините от датчика кислорода защитный кожух, поместите датчик в термостатируемую ёмкость, заполненную дистиллированной водой. Установите в термостате значение температуры, например, 25,0 °С. Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$ и продувать газообразным азотом, подаваемым из баллона, не менее 30 минут. Во время

насыщения воды азотом для предотвращения проникновения в воду атмосферного воздуха ёмкость необходимо снабдить крышкой с отверстием для выхода газа.

Примечание – Не рекомендуется использование в качестве свободной от кислорода водной среды раствора сульфита натрия (Na_2SO_3) в дистиллированной воде, т.к. могут измениться диффузионные характеристики используемой в датчике мембраны, что приведёт к значительному увеличению времени отклика и искажению измеренных показаний.

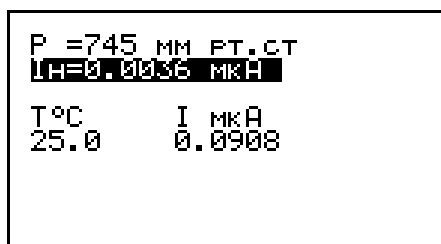
Одновременно с началом подачи азота нажмите кнопку **ИЗМ 4**. В правом верхнем углу дисплея появится показание таймера, отсчитывающего время с начала измерения, а во второй строке отобразится измеряемое значение тока:



The screenshot shows the following data on the display:

P = 745 мм рт.ст	0.05
CH=0.0041 мкА	
T°C	I мкА
25.0	0.0908

После установления стабильного значения тока (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку **ВВОД**. Значение тока для раствора с нулевой концентрацией растворённого кислорода зафиксируется во второй строке:



The screenshot shows the following data on the display:

P = 745 мм рт.ст	0.05
CH=0.0036 мкА	
T°C	I мкА
25.0	0.0908

После окончания измерения отключите подачу азота.

Примечание – Если значение тока для первой градуировочной точки известно, его можно ввести без выполнения измерения с помощью кнопки **ЧИСЛ 7**, аналогично вводу значения давления.

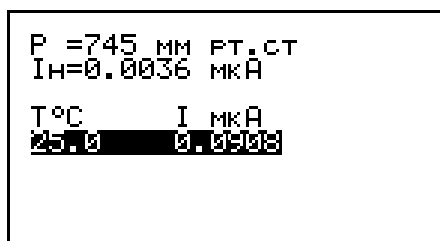
7.3.7 Выполните градуировку по второй точке, используя раствор, насыщенный кислородом воздуха при фиксированной температуре.

Для этого поместите датчик кислорода в ёмкость термостата, заполненную дистиллированной водой. Установите в термостате значение температуры, например 25,0 °С.


Примечание – Для градуировки по второй точке допускается установка отличающегося от 25 °С значения температуры, находящегося в диапазоне от 10 °С до 35 °С.

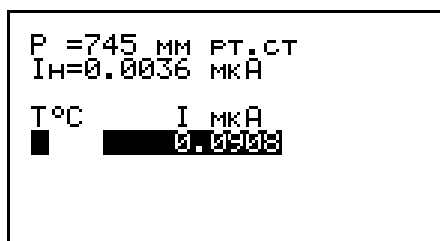
Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 30 минут до 100 % насыщения.

С помощью кнопок  и  выделите строчку «Т°С / I мкА»:



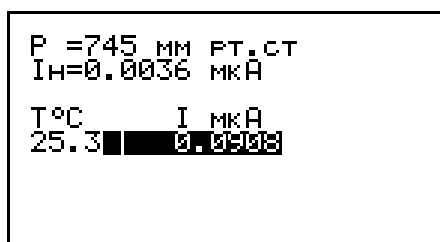
```
P =745 мм рт.ст  
Iн=0.0036 мкА  
Т°С      I мкА  
25.0    0.0000
```

Если значение температуры в выделенной строчке отличается от температуры воды в термостате, нажмите кнопку  для ввода нового значения температуры. При этом в месте ввода значения температуры появится указатель в виде мигающего прямоугольника:



```
P =745 мм рт.ст  
Iн=0.0036 мкА  
Т°С      I мкА  
■      0.0000
```

Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению температуры воды в термостате в °С, например «25.3»:



```
P =745 мм рт.ст  
Iн=0.0036 мкА  
Т°С      I мкА  
25.3    0.0000
```

Нажмите кнопку  для сохранения набранного значения температуры.

```
P = 745 мм рт.ст
Iн = 0.0036 мкА
T °C      I мкА
05.73    0.0000
```

ИЗМ
4

Нажмите кнопку **ИЗМ 4**. Начнётся измерение значения тока. При этом в правом верхнем углу дисплея отобразится показание таймера, а в выделенной строке таблицы – измеряемое значение тока:

```
P = 745 мм рт.ст   5.28
Iн = 0.0036 мкА
T °C      I мкА
05.73    5.28
```

После установления стабильного значения тока (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку **ВВОД** для сохранения значения тока второй точки градуировки:

```
P = 745 мм рт.ст
Iн = 0.0036 мкА
T °C      I мкА
05.73    0.0000
```

ОТМ

7.3.8 После окончания градуировки нажмите кнопку **ОТМ** два раза для перехода в окно «Выбор режима. Термооксиметр».

7.4 Проверка правильности показаний концентрации растворённого кислорода

Проверка правильности показаний заключается в сравнении результата измерения концентрации растворённого кислорода в воде, насыщенной кислородом воздуха при фиксированной температуре с теоретическим значением содержания кислорода в данном растворе.

Поместите датчик кислорода в ёмкость термостата, заполненную дистиллированной водой. Установите в термостате значение температуры 25,0 °C (см. схему установки на рисунке А.1 Приложения А).

Примечание – Для проверки правильности показаний допускается установка произвольного значения температуры, находящегося в диапазоне от 10 до 30 °С. Рекомендуется устанавливать значение температуры, не совпадающее с температурами градуировочных точек, близкое к температуре анализируемых сред.

Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 60 минут до 100% насыщения.

Выполните измерение концентрации растворённого кислорода по п. 6 и зафиксируйте результаты измерения концентрации кислорода C_u и температуры T_u .

Примечание – Если проверку правильности показаний проводят непосредственно после градуировки, коррекцию градуировочного графика не выполняют.

Далее определите теоретическое значение концентрации растворённого кислорода в данном растворе по формуле 2:

$$C_T = C_o \frac{P}{P_o} \quad (2)$$

где C_o - табличное значение концентрации кислорода, соответствующее равновесной концентраций кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа (760 мм рт.ст.) при температуре T_u , определенное по таблице 2, мг/дм³;

P - значение атмосферного давления, кПа (мм рт.ст.), измеренное барометром;

P_o - нормальное значение атмосферного давления, 101,325 кПа (760 мм рт.ст.).

Рассчитайте значение ошибки при измерении концентрации растворённого кислорода Δ по формуле 3 при использовании анализатора «Эксперт-001» или по формуле 4 при использовании анализатора «Эксперт-009»:

$$\Delta = C_u - C_T \quad (3)$$

$$\Delta = (C_u - C_T) / C_T \quad (4)$$

В случае выполнения измерения в комплекте с анализатором «Эксперт-001» значение Δ не должно превышать $\pm 0,5$ мг/дм³; при выполнении измерения в комплекте с анализатором «Эксперт-009» значение Δ не должно превышать ± 5 % (для температуры 25 ± 1 °С) или $\pm 10\%$ (если температура выходит за диапазон 25 ± 1 °С). В противном случае необходимо выполнить градуировку датчика кислорода и повторить проверку правильности показаний. При повторном

Таблица 2

Значения равновесных концентраций кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа (760 мм рт.ст.) в зависимости от температуры, мг/дм³



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

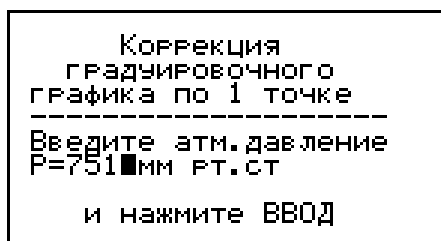
превышении допустимого значения ошибки необходимо произвести замену мембраны и электролита.

7.5 Коррекция градуировочного графика

ВНИМАНИЕ! Коррекцию градуировочного графика (так называемую «градуировку по 1 точке») следует выполнять каждый день перед началом работы.

Снимите с датчика кислорода транспортировочный кожух и слейте из него воду так, чтобы на внутренних стенках остались капли. Навинтите кожух обратно на датчик на 1-2 витка резьбы (не навинчивайте кожух полностью!). Таким образом, датчик кислорода будет находиться во влажной атмосфере, которая будет обусловлена остатками воды на стенках кожуха.

Переведите анализатор в режим **Термооксиметр** и нажмите кнопку . После стабилизации показаний концентрации (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку . На дисплее отобразится следующее сообщение:





Коррекция
градуировочного
графика по 1 точке

Введите атм. давление
P=751■мм рт.ст
и нажмите ВВОД

Если прибор оснащен встроенным датчиком давления, то измеренное значение будет отображено в месте ввода. Проверьте его по контрольному барометру (барометр-анероид М67 ТУ 25.04-1797-75, цена деления 1 мм рт. ст. или аналогичный) и скорректируйте, при необходимости.

Если встроенный датчик давления отсутствует, наберите на клавиатуре число, соответствующее значению атмосферного давления в мм рт.ст., например, «751». Для этого наберите на клавиатуре соответствующее число. В месте ввода значения давления появится указатель в виде мигающего прямоугольника.

Примечание – Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Данная операция применяется в случае необходимости исправлений при вводе численных значений.

Нажмите кнопку . Анализатор автоматически выполнит коррекцию градуировочного графика и перейдет в состояние измерения концентрации растворённого кислорода с учетом выполненной коррекции.

7.6 Очистка мембраны

Для очистки мембраны датчика необходимо её протереть ваткой, смоченной в этиловом спирте, после чего следует промыть датчик в проточной воде.

7.7 Замена мембраны

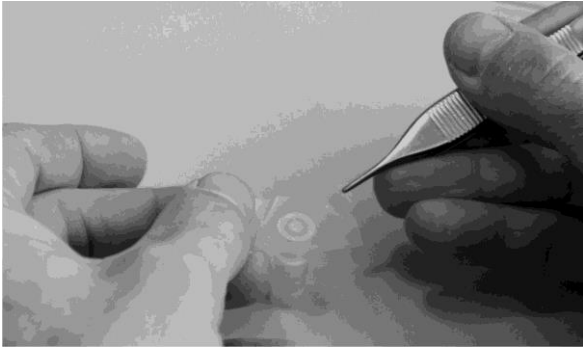
При возникновении необходимости замены мембраны снимите с датчика мембранный узел, снимите фиксирующее мембрану резиновое кольцо, затем осторожно извлеките испорченную мембрану. Далее следует поместить на торец колпачка пористую прокладку из нетканого материала (рис. 2 а) и слегка смочить её рабочим электролитом (рис. 2 б). Поверх прокладки необходимо положить вырезанную плёночную мембрану (рис. 2 в), после чего надеть обратно фиксирующее кольцо. Для этого можно использовать карандаш. Фиксирующее резиновое кольцо надевается на него и отодвигается на несколько миллиметров от края (рис. 2 г). Карандаш прислоняется соосно к колпачку с мембраной (рис. 2 д), после чего резиновое кольцо перемещается в фиксирующую позицию (рис. 2 е). Острым ножом срежьте излишек мембранной плёнки по наружному диаметру колпачка (рис. 2 ж). Заполните колпачок рабочим электролитом так, чтобы не было воздушных пузырей (рис. 2 з). **Внимание! Не повредите иглой мембрану.** Навинтите колпачок на корпус, выдавливая излишки электролита (рис. 2 и). Торец электродного узла должен плотно прилегать к мембране, выгибая ее на 0,3-0,5 мм. Убедитесь, что при навинчивании колпачка сквозь мембрану не продавливаются капли внутреннего электролита. В противном случае мембрана имеет разрывы и подлежит замене. Допускается выдавливание внутреннего электролита под фиксирующим кольцом.



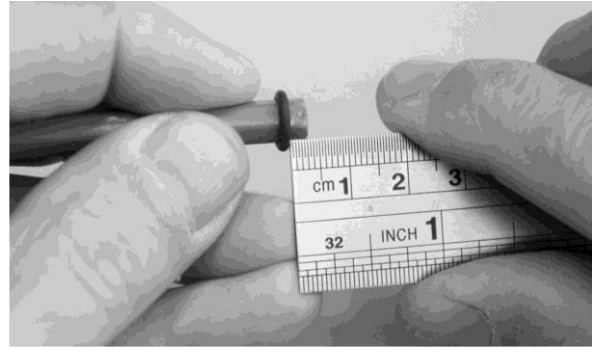
а



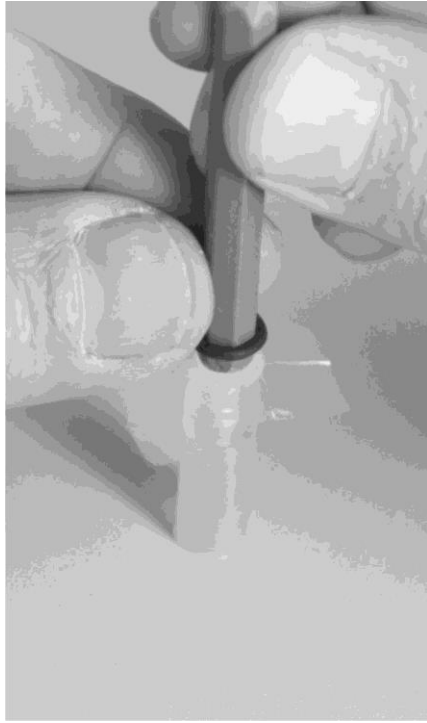
б



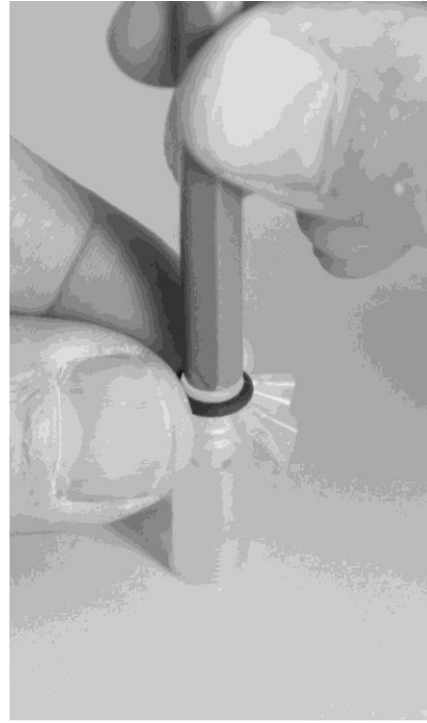
В



Г



Д



е



Ж



З



И

Рисунок 2 – Замена мембраны кислородного датчика

Внимание! После замены мембраны датчик нуждается в градуировке. Прежде чем приступать к градуировке, необходимо погрузить датчик кислорода в чистую воду и выдержать не менее двух часов.

7.8 Очистка рабочего электрода датчика

В процессе эксплуатации и хранения происходит загрязнение поверхности рабочего электрода датчика. При работе с прибором необходимо один раз в неделю проводить его очистку. Если датчик хранился, или транспортировался более одной недели, то очистку рабочего электрода необходимо произвести перед началом работы. Для этого снимите с датчика мембранный узел и слейте оттуда старый электролит. Рабочий электрод представляет собой металлический диск диаметром 0,5мм, расположенный на торце стеклянного сердечника. В течение нескольких секунд протрите рабочий электрод датчика фильтровальной бумагой, смоченной спиртом, после чего ополосните дистиллированной водой. Заполните мембранный узел свежим электролитом и соберите датчик.

7.9 Замена электролита

В процессе эксплуатации количество электролита в датчике может уменьшаться из-за вытекания через микроотверстия в мембране либо через разрывы в мембране, в этом случае требуется замена оставшегося в датчике электролита. Так же рекомендуется проводить регулярную замену внутреннего электролита один раз в неделю вместе с очисткой рабочего электрода датчика.

При замене электролита после снятия мембранного узла с корпуса датчика следует слить из него старый электролит, и залить новый электролит (рис. 2 з-и). После замены электролита необходимо надеть мембранный узел на датчик, погрузить датчик кислорода в чистую воду и выдержать не менее 30 минут.

8 Возможные неисправности и способы их устранения

При возникновении неисправностей, указанных в таблице 3, следует выполнить действия, рекомендуемые в столбце «Способы устранения». Если исправить положение не удастся, необходимо обратиться к разработчику.

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Вероятная причина	Способы устранения
Слишком длительное время реагирования на изменение концентрации растворённого кислорода	Загрязнена мембрана	См. п. 7.6 «Очистка мембраны»
	Дефекты мембраны	См. п. 7.7 «Замена мембраны»
Резкое изменение и повышенная нестабильность показаний анализатора, велики показания в нулевом растворе	Разрыв мембраны	См. п. 7.7 «Замена мембраны»
	Загрязнение электролита	См. п. 7.9 «Замена электролита»
Быстро вытекает электролит	Разрыв мембраны	См. п. 7.7 «Замена мембраны»
Показания при измерении концентрации растворённого кислорода медленно падают и не устанавливаются за требуемое время	Скорость движения анализируемой среды относительно мембраны менее 20 см/с	Следует увеличить скорость движения среды, используя мешалку, или иным способом
Занижение показаний. При смене внутреннего электролита показания нормализуются, но в течение суток вновь снижаются	Разрыв мембраны	См. п. 7.7 «Замена мембраны»

9 Свидетельство о приёме

Дата выпуска _____ 20__ г.

Датчик ДКТП-02. № _____ испытан и признан годным к эксплуатации.

Отметка ОТК _____

Адрес производителя: ООО «Эконикс-Эксперт»
117513, Москва, а/я 55, т/ф +7 (499) 600-23-45
www.ionomer.ru

10 Гарантийные обязательства

Гарантийный срок составляет 18 месяцев с момента продажи изделия. Гарантия не распространяется на датчики, имеющие следы механического, термического воздействия (сколы, трещины, обрывы внутренней проводки, оплавленности и т.д.), следы воздействия агрессивных химических сред, следы замерзания электролита или жидкости в транспортировочном кожухе.

11 Измерение биохимического потребления кислорода (БПК)

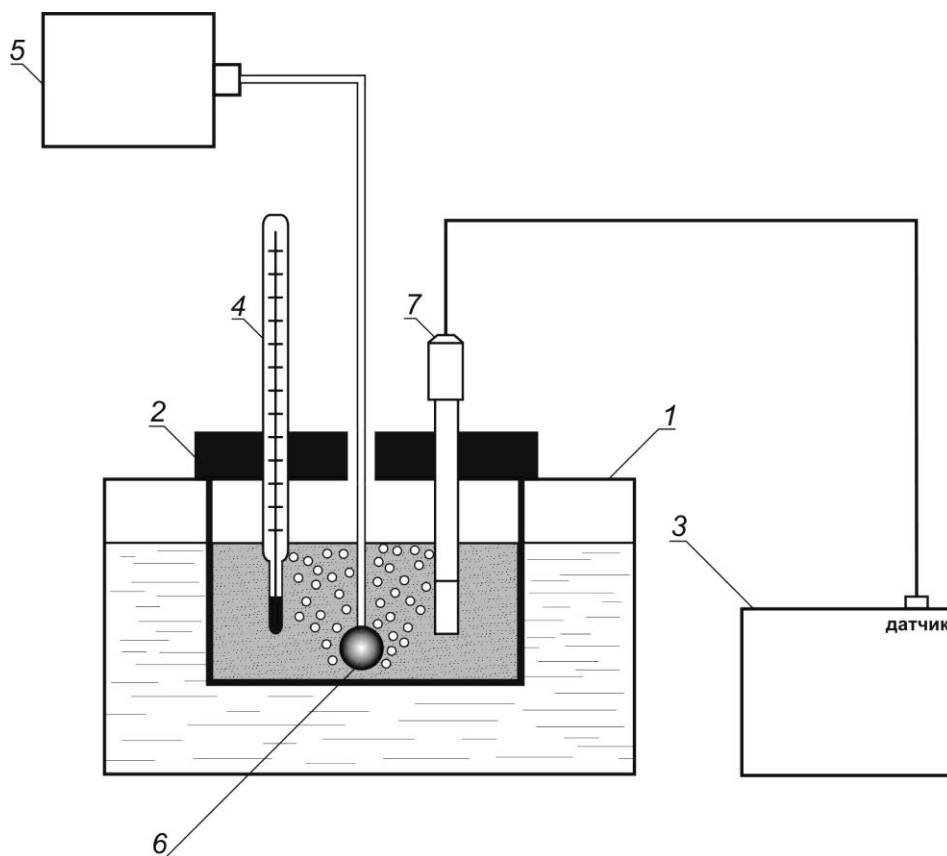
Измерение БПК производится амперометрическим методом в соответствии с методикой ПНД Ф 14.1:2:3.4.123-97 «Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПК) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах». В соответствии с п.8 методики рекомендуются значение остаточной концентрации кислорода после срока инкубации не менее 3,6 мг/дм³.

12 Литература

1. Унифицированные методы исследования качества воды. Часть 1, Методы химического анализа. М., стр. 96-114, 1977.
2. Лурье Ю.Ю. «Аналитическая химия промышленных сточных вод», М., Химия, стр. 82-91, 1984.
3. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации, М., Стройиздат, стр. 50-66, 1977.
4. ПНД Ф 14.1:2:3.4.123-97 «Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПК) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах»

Приложение А

Установка для градуировки датчика ДКТП и проверки правильности показаний массовой концентрации растворенного кислорода



- 1 – водяной термостат;
- 2 – стакан с анализируемой жидкостью;
- 3 – измерительный преобразователь «Эксперт-001» или «Эксперт-009»;
- 4 – термометр ртутный;
- 5 – микрокомпрессор или баллон с азотом;
- 6 – рассекаТЕЛЬ;
- 7 – датчик растворённого кислорода с термоэлектрическим преобразователем (ДКТП).

Рисунок А.1 – Схема установки для градуировки датчика ДКТП и проверки правильности показаний массовой концентрации растворенного кислорода