



**Стационарные кислородомеры Серия АКПМ-1-01 (выпуска до 2018 года). Руководство по эксплуатации.**

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь: [ana@nt-rt.ru](mailto:ana@nt-rt.ru)**

**[www.alfabassens.nt-rt.ru](http://www.alfabassens.nt-rt.ru)**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Казахстан (7273)495-231

Киргизия (996)312-96-26-47

Таджикистан (992)427-82-92-69

## ***Отличительные особенности анализаторов АКПМ-1-01***

1. **У**ниверсальность анализаторов и широкий ассортимент амперометрических сенсоров (АС) позволяют решать любые задачи аналитического контроля кислорода в любой отрасли.
2. **А**мперометрические сенсоры (АС) обладают улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками, неограниченным сроком службы, высокой надежностью, простотой в обслуживании и работе. Параметры каждого варианта исполнения АС оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля кислорода, а их конструкции разработаны с учетом специфики проведения измерений в различных областях.
3. **М**ногофункциональные возможности анализатора позволяют проводить измерение парциального давления и концентрации кислорода в жидкостях и газах в любой выбранной оператором единице измерения, а также измерение температуры и определение биохимического потребления кислорода по стандартной методике.
4. **Б**лагодаря оригинальности АС обеспечивается: “неразрушающий контроль” анализируемой пробы, широкий диапазон, высокая точность достоверность и экспрессность измерений, высокая селективность и стабильность показаний, а также их слабая зависимость от скорости потока анализируемой жидкости и наличия в ней мешающих компонентов и взвешенных частиц.

### ***Анализаторы кислорода АКПМ-1-01 обеспечивают:***

- **А**втоградуировку по кислороду атмосферного воздуха. **Г**радуировку по поверочным газовым смесям. **И**змерения в неводных средах, культуральных жидкостях и соленых водах.
- **В**озможность выбора удобной для оператора единицы измерения.
- **К**оррекцию в зависимости от барометрического давления и солености.
- **С**игнализацию выхода показаний из заданных пределов и возможность работы в составе системы автоматического управления с помощью «сухих контактов».
- **Д**истанционную передачу информации с помощью токового выхода, цифрового канала RS-485(USB).
- **З**апись показаний во внутреннюю энергонезависимую память в ручном режиме «Блокнот» и в непрерывном периодическом режиме «Протоколирование».
- **У**добный интерфейс. **П**одсветка графического дисплея.
- **Г**ерметичность корпуса, степень пылевлагозащиты IP-65.

**СОДЕРЖАНИЕ (Руководство по эксплуатации).**

1. Распаковка анализатора	7
2. Области применения анализаторов АКПМ-1-01 и обозначение вариантов их исполнения	8
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора	10
4. Устройство и принцип действия анализатора	16
4.1. Описание свойств и конструкции анализатора	16
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров	18
4.3. Описание конструкции измерительных камер	22
4.4. Принцип работы анализатора.	24
5. Общие сведения	25
5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения	25
5.2. Общие сведения о градуировке анализатора	26
5.3. Общие сведения о введении коррекции результатов измерений	27
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора	29
7. Подготовка к работе	30
7.1. Общие требования к установке анализаторов кислорода	30
7.2. Установка измерительного устройства анализатора АКПМ-1-01	31
7.3. Установка измерительной камеры	31
7.4. Подключение анализатора.	34
7.5. Включение анализатора.	32
8. Настройка и управление режимами работы анализатора	35
8.1. Включение анализатора и интерфейс программы	35
8.2. Главное меню	36
8.3. Меню «Диагностика»	38
8.4. Меню «Установки»	39
8.5. Меню «Протокол»	46
8.6 Меню «Блокнот».	48
9. Градуировка анализатора	48
9.1. Процедура автоматической градуировки анализатора	49
9.2. Процедура градуировки анализатора по поверочной газовой смеси	50
9.3 Процедура градуировки нулевой точки анализатора	51
10. Порядок работы	51
10.1. Определение $pO_2$ , $cO_2$ в лабораторных условиях	52

10.2. Определение БПК стандартным методом с разбавлением при помощи анализатора АКПМ-1-01Л	52
10.3. Определение кислорода в газах	53
10.4. Аналитический контроль концентрации кислорода в потоке жидкостей	54
10.5. Аналитический контроль кислорода в природных и сточных водах	55
10.6. Аналитический контроль кислорода в биотехнологических процессах	56
11. Техническое обслуживание анализатора	56
12. Возможные неполадки и способы их устранения	59

### **СОДЕРЖАНИЕ (Паспорт)**

1. Назначение и область применения	62
2. Технические характеристики	64
3. Состав изделия и комплект поставки	66
4. Поверка анализатора	66
5. Правила хранения	74
6. Гарантии изготовителя (Поставщика)	74
7. Сведения о рекламациях	74
8. Свидетельство о приемке	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Методика измерения и процедура внесения коррекции систематической ошибки «Жидкость-газ»	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Порядок ввода констант термометра	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Методика градуировки токового выхода	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Восстановление заводских установок	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Методика градуировки нулевой точки анализатора	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Передача данных по сети RS-485 в режиме подчиненного	83

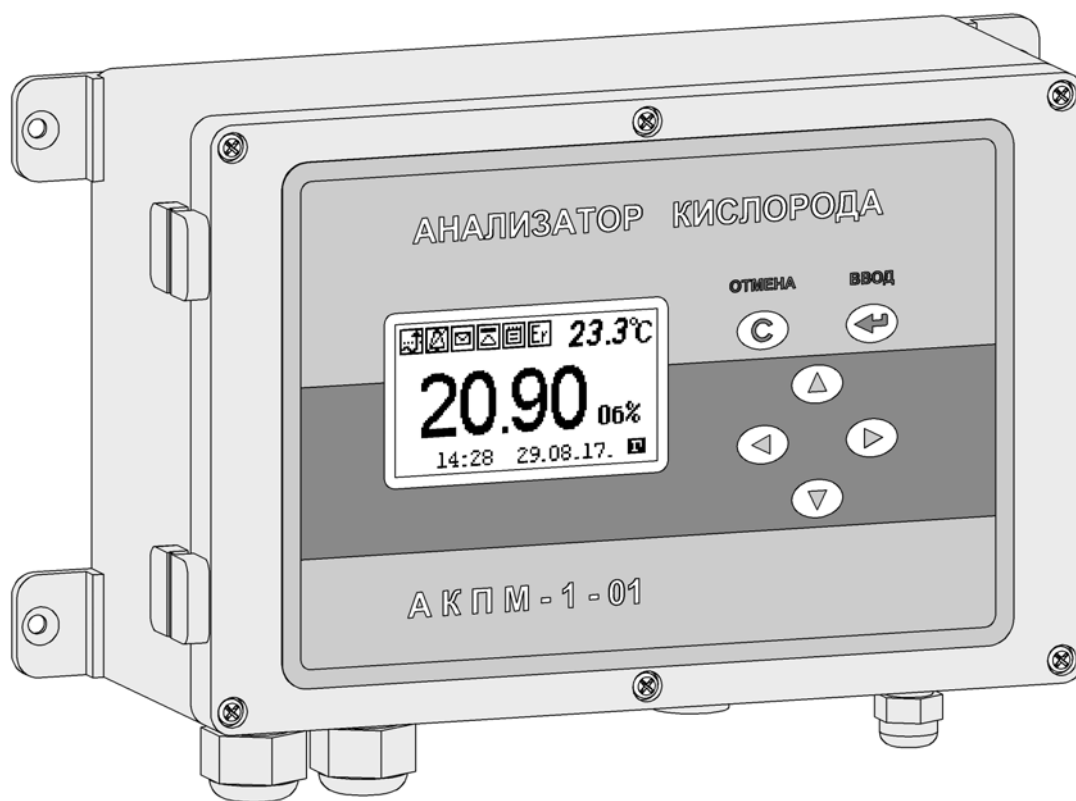


Рис. 1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-1-01

## 1. РАСПАКОВКА АНАЛИЗАТОРА.

При получении анализатора убедитесь, что упаковка не вскрыта и не повреждена. Если внешний осмотр упаковки позволяет предположить о ее возможном вскрытии или повреждении анализатора при транспортировке, незамедлительно вызовите представителя транспортной компании и вскройте упаковку в его присутствии.

Положите упаковку с анализатором на рабочий стол и распакуйте ее.

В комплект поставки анализатора входят:

- Измерительное устройство анализатора с сетевым кабелем
- Амперометрический сенсор
- Комплект запасных частей и принадлежностей к амперометрическому сенсору, в который входят:

- Флакон с гелевым электролитом
- Мембранные колпачки в сборе(3 шт.)
- Пробник с сульфитом натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- Пробник с хлористым кобальтом  $\text{CoCl}_2$
- Кольцо резиновое (на стеклянную гильзу сенсора)

- Измерительная камера с присоединительными трубками (в комплекте с анализаторами АКПМ-1-01Т, АКПМ-1-01Г)

- Переходник
- Держатель камеры
- Комплект монтажных петель
- Руководство по эксплуатации, паспорт

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

- ↪ Устройство подготовки газовой пробы УПП-01 (к АКПМ-1-01Г)
- ↪ Побудитель расхода воздуха (к АКПМ-1-01Г)
- ↪ Арматура для установки АС в азротенки (к АКПМ-1-01П)
- ↪ Измерительная камера для микроанализа ИКМА (к АКПМ-1-01Л)
- ↪ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей (к АКПМ-1-01Т, АКПМ-1-01Г)
- ↪ Склянка БПК

Извлеките из контейнера пластмассовую коробку с набором ЗИП, другие принадлежности, руководство по эксплуатации. Затем аккуратно извлеките сетевой кабель, амперометрический сенсор и измерительное устройство. Расположите их на рабочем столе.

**Примечание.** АС подключен к измерительному устройству анализатора.

## **2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ АКПМ-1-01 И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ИСПОЛНЕНИЯ.**

Анализаторы АКПМ-1-01, благодаря своей универсальности и широкому ассортименту используемых амперометрических сенсоров (АС), могут применяться для решения разнообразных задач аналитического контроля кислорода практически во всех отраслях хозяйства: теплоэнергетике, пищевой, химической и нефтяной промышленности, охране окружающей среды, биотехнологии и медицине, ЦГСЭН, ЖКХ, рыбных хозяйствах, очистных сооружениях и т.д. Поэтому для записи названия анализатора после обозначения типа анализатора АКПМ-1 цифрами «01» указывается стационарный вариант его исполнения, буквами «Л», «Г», «Т», «П», «Б» указывается область его применения:

- «Л» - Лабораторный;
- «Г» - Газоанализатор;
- «Т»- Теплоэнергетика (для измерений в микрограммовом диапазоне концентраций);
- «П» - Погружной АС для измерений в природных и сточных водах;
- «Б» - Биотехнология.

Варианты исполнения анализаторов отличаются амперометрическим сенсором и принадлежностями, входящими в комплект его поставки.

АКПМ-1-01Л в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-01 предназначен для измерений концентрации и биохимического потребления кислорода (БПК) в стандартных склянках в лабораторных условиях. Применяется в экологических и химических лабораториях различных промышленных предприятий, ЦГСЭН, ЖКХ, организациях Госкомприроды, медицине и т.д.

Анализатор АКПМ-1-01Г в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-03 предназначен для измерений концентрации кислорода в газообразных средах. Анализатор может комплектоваться устройством подготовки газовой пробы УПП-01 и побудителем расхода воздуха. Применяется для решения задач энергосбережения, оптимизации процессов горения топлива, экологического и производственного мониторинга состава воздуха промзоны, дымовых газов, обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства (в генераторах с водородным охлаждением, электролизных).

Анализатор АКПМ-1-01Г также может применяться в медицине для измерений концентрации кислорода в дыхательных газах в комплекте аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), наркозно-дыхательной аппаратуре, гипоксикаторах и

концентраторах кислорода, в аппаратах для выхаживания новорожденных, в барокамерах и центрах гипербарической оксигенации.

Анализатор АКПМ-1-01Т в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-04 и проточной измерительной камерой ИКПЖ предназначен для измерений концентрации кислорода в потоке жидкостей, в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Применяется при аналитическом контроле и управлении процессами водохимподготовки в теплоэнергетике - ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети, котельных, а также в химической, нефтяной, пищевой промышленности, в фармацевтике и др. областях хозяйства. Находит применение при сертификации лекарственных препаратов и продуктов питания.

Анализатор АКПМ-1-01П в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-05 предназначен для измерений концентрации кислорода в природных и сточных водах на глубине. Применяется в системах автоматического управления процессами биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях и станциях аэрации. Анализаторы также предназначены для использования в практике санитарноэпидемиологических станций (СЭС), в организациях Госкомприроды, в лабораториях контроля качества воды, в жилищно-коммунальных хозяйствах (ЖКХ), в рыбных хозяйствах, в научно-исследовательских институтах и других учреждениях при решении разнообразных научных и прикладных задач в области океанологии, геологии, геохимии, охраны окружающей среды и т.д. Применяются также на станциях экологического мониторинга.

Анализатор АКПМ-1-01Б в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-06 предназначен для измерений концентрации кислорода в культуральных жидкостях микробиологических и биотехнологических производств. Применяется для решения задач аналитического контроля кислорода в биотехнологии, пищевой и фармацевтической промышленности, а также в особо чистых химических производствах. АСрО<sub>2</sub>-06 выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при T=143 °C и P=3 ати. Сенсоры могут устанавливаться в ферментеры и биореакторы отечественного и импортного производств.



### 3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПРОВЕРКА РАБОТСПОСОБНОСТИ АНАЛИЗАТОРА.

3.1 Если транспортирование анализатора осуществлялось в зимнее время года (см. запись на стр. 2), выполните операции п. 3.3. настоящего руководства. Если Ваш АС заполнен раствором электролита (см. запись на стр. 2), то переходите к выполнению п. 3.6.

#### 3.2 Внешний вид амперометрических сенсоров.

Амперометрические сенсоры (АС) выпускаются в нескольких вариантах исполнения (см. п. 4). Внешний вид АС показан на рис. 3.1.



Сенсор АСрО<sub>2</sub>-01 – поставляется в комплекте с АКПМ-1-01Л.

Сенсор АСрО<sub>2</sub>-03 - поставляется в комплекте с АКПМ-1-01Г или АКПМ-1-01Т.

Сенсор АСрО<sub>2</sub>-04 – поставляется в комплекте с АКПМ-1-01Т.

Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АКПМ-1-01 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля кислорода.

Рис. 3.1. Внешний вид амперометрических сенсоров АСрО<sub>2</sub>-01, АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-01 в основном используются для определения БПК и поставляются со стандартной склянкой БПК.

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04 поставляются с измерительной камерой (ИК) (рис.3.2.). Для того, чтобы достать сенсор из ИК, необходимо сначала открутить накидную гайку, а затем осторожно достать сенсор.



Рис.3.2. Внешний вид сенсора в измерительной камере.

Сенсор АСрО<sub>2</sub>-05 поставляется в комплекте с анализатором АКПМ-1-01П. Он установлен в герметичной ячейке из нержавеющей стали и рассчитан на проведение измерений на глубинах до 20 м. Типовая длина кабеля АСрО<sub>2</sub>-05 составляет 6 м. При необходимости проведения измерений на глубинах более 6 м, длину кабеля необходимо уточнить при заказе.



Рис. 3.3. Внешний вид амперометрического сенсора погружного типа АСрО<sub>2</sub>-05 в герметичной ячейке.

Для того, чтобы достать сенсор из герметичной ячейки необходимо сначала открутить нижний корпус. Затем, левой рукой берутся за верхний корпус, правой за сенсор, и осторожно достают сенсор из верхнего корпуса.



Рис. 3.4. Внешний вид АСрО<sub>2</sub>-05 без нижнего корпуса.

**Примечание.** АСрО<sub>2</sub>-05 уплотняется в верхнем корпусе резиновым кольцом. Поэтому, для того чтобы достать АС из верхнего корпуса, необходимо приложить небольшое усилие для преодоления сил трения. Старайтесь усилие прикладывать вдоль оси АС не прикасаясь к мембране, закрепленной на торцевой поверхности мембранного колпачка. Если сенсор «прилип» в месте уплотнения, попробуйте повернуть его вокруг оси по часовой стрелке относительно верхнего корпуса. В дальнейшем смазывайте места уплотнения сенсора вазелином или вакуумной смазкой.



Рис. 3.5. Внешний вид АСрО<sub>2</sub>-05 без герметичной ячейки.

Амперометрические сенсоры АСрО<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения (см. таблицу на рис. 3.8). Внешний вид амперометрических сенсоров показан на рис. 3.6.

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-06 поставляются в комплекте с анализатором АКПМ-1-01Б. Они выполнены в корпусах из нержавеющей стали и имеют универсальные типоразмеры для их установки в ферментеры и биореакторы отечественного и зарубежного производств. Эти сенсоры выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при T=143 °C и P=3 ати.



Рис. 3.6. Внешний вид стерилизуемых амперометрических сенсоров АСрО<sub>2</sub>-06.

### 3.3 Замена мембранного колпачка, заливка раствора электролита.

Если требуется залить раствор электролита или заменить мембранный колпачок, достаньте сенсор из измерительной камеры или герметичной ячейки, затем выполните операции п.п. 3.3.1.-3.3.5.

3.3.1. Открутите гайку сенсора и аккуратно достаньте электродный ансамбль из мембранного колпачка (см. рис. 3.7).

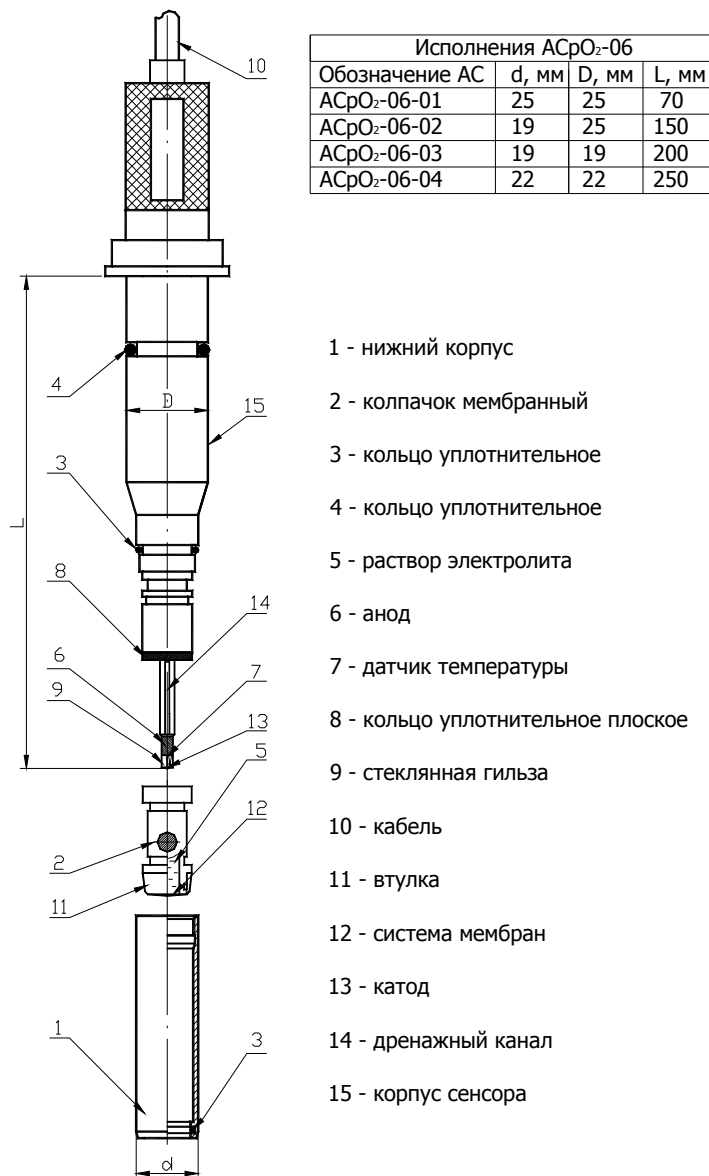
#### **ВНИМАНИЕ**

Не прикасайтесь к электродной системе и стеклянной гильзе руками. Даже незначительное загрязнение внутренних элементов сенсора отрицательно сказывается на его работе.

Если электродный ансамбль прилип к колпачку, то, по-видимому, в нем высох раствор электролита. В этом случае залейте с помощью шприца 1 – 2 мл дистиллированной воды в зазор между колпачком и электродным ансамблем. Через 2-3 часа закристаллизовавшиеся соли растворятся, и Вы без усилий достанете электродный ансамбль.

Рис. 3.7. Внешний вид АСрО<sub>2</sub> без мембранного колпачка.





3.3.2. Промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде, осторожно удалите остатки влаги фильтровальной бумагой и положите его на салфетку. Промойте колпачок дистиллированной водой и стряхните оставшуюся в нем влагу.

Для замены мембранного колпачка 2 в стерилизуемом сенсоре ACSrO<sub>2</sub>-06 (см. рис.3.8) сначала открутите нижний корпус 1, затем снимите мембранный колпачок 2 (см. рис. 3.8).

Рис. 3.8. Внешний вид ACSrO<sub>2</sub>-06.

**Примечание.** В верхней части мембранного колпачка установлено герметизирующее кольцо, поэтому необходимо приложить небольшое усилие вдоль оси сенсора для преодоления сил трения. Если колпачок «прилип» в месте уплотнения, то попробуйте повернуть его вокруг оси. Промойте электродный ансамбль дистиллированной водой, осторожно удалите остатки влаги фильтровальной бумагой и положите его на салфетку. Промойте колпачок дистиллированной водой и стряхните оставшуюся в нем влагу.

3.3.3. С помощью флакона – капельницы залейте в старый или новый мембранный колпачок 1-2 мл раствора электролита, не доливая 1-2 мм до первого буртика на колпачке (см. рис. 3.7 и 3.8).

**Примечание.** Раствор электролита представляет собой гелеобразный буферный раствор. При его заливке на поверхности мембраны или стенках колпачка возможно образование пузырьков воздуха. Для их удаления слегка постучите по колпачку сбоку и

оставьте его в вертикальном положении на 5 минут. Оставшиеся пузырьки воздуха всплывут на поверхность. Посмотрите еще раз, нет ли в растворе электролита пузырьков воздуха.

3.3.4 Сборку сенсоров АСрО<sub>2</sub>-01 – АСрО<sub>2</sub>-05 проводите следующим образом:

1. Сдвиньте резиновое кольцо на боковой поверхности мембранного колпачка на 1-2 мм ниже дренажного отверстия (см. рис. 3.7 и 4.2).
2. Возьмите электродный ансамбль и медленно вставьте его в мембранный колпачок в вертикальном положении. Избыток раствора электролита должен выступить через дренажное отверстие 14 (см. рис.4.2).



3. Закрутите гайку в мембранный колпачок до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть мембрану на колпачке в виде зонтика.

4. Удалите остатки влаги с боковой поверхности колпачка и сдвиньте резиновое кольцо обратно на дренажное отверстие.

5. Установите сенсор в измерительную камеру (см. рис. 3.9) и закрутите накидную гайку до упора (см. рис. 3.10 и рис. 3.2)



Рис. 3.9. Установка АСрО<sub>2</sub> в измерительную камеру

Рис. 3.10. Фиксация АСрО<sub>2</sub> в измерительной камере

При установке АСрО<sub>2</sub>-05 в герметичную ячейку сначала осторожно вставьте сенсор в верхний корпус ячейки (см. рис. 3.4), а затем закрутите нижний корпус до упора (см. рис. 3.3).

**Примечание.** Перед сборкой АСрО<sub>2</sub>-05 рекомендуется смазать вазелином или вакуумной смазкой герметизирующие кольца, расположенные в верхнем корпусе.

3.3.5. Сборку сенсора АСрО<sub>2</sub>-06 (см. рис. 3.8) проводите следующим образом:

1. Убедитесь в наличии герметизирующего кольца 8 на боковой поверхности электродного ансамбля.
2. Возьмите металлический корпус с электродным ансамблем и медленно вставьте в мембранный колпачок 2 в вертикальном положении (рис. 3.8). Избыток раствора электролита должен выступить через дренажный канал 14 на боковой поверхности электродного ансамбля.

3. Удалите салфеткой выступившие капли электролита с боковой поверхности колпачка.
4. Закрутите нижний корпус 1 сенсора до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть систему мембран на колпачке в виде зонта.

3.6. Подсоедините вилку шнура анализатора к сети переменного тока 220В с частотой 50 Гц.

После включения анализатора на его дисплее сначала появится эмблема Фирмы «Альфа БАССЕНС», а затем переходит в режим измерений.

## 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРА

### 4.1. Описание свойств и конструкции и анализатора.

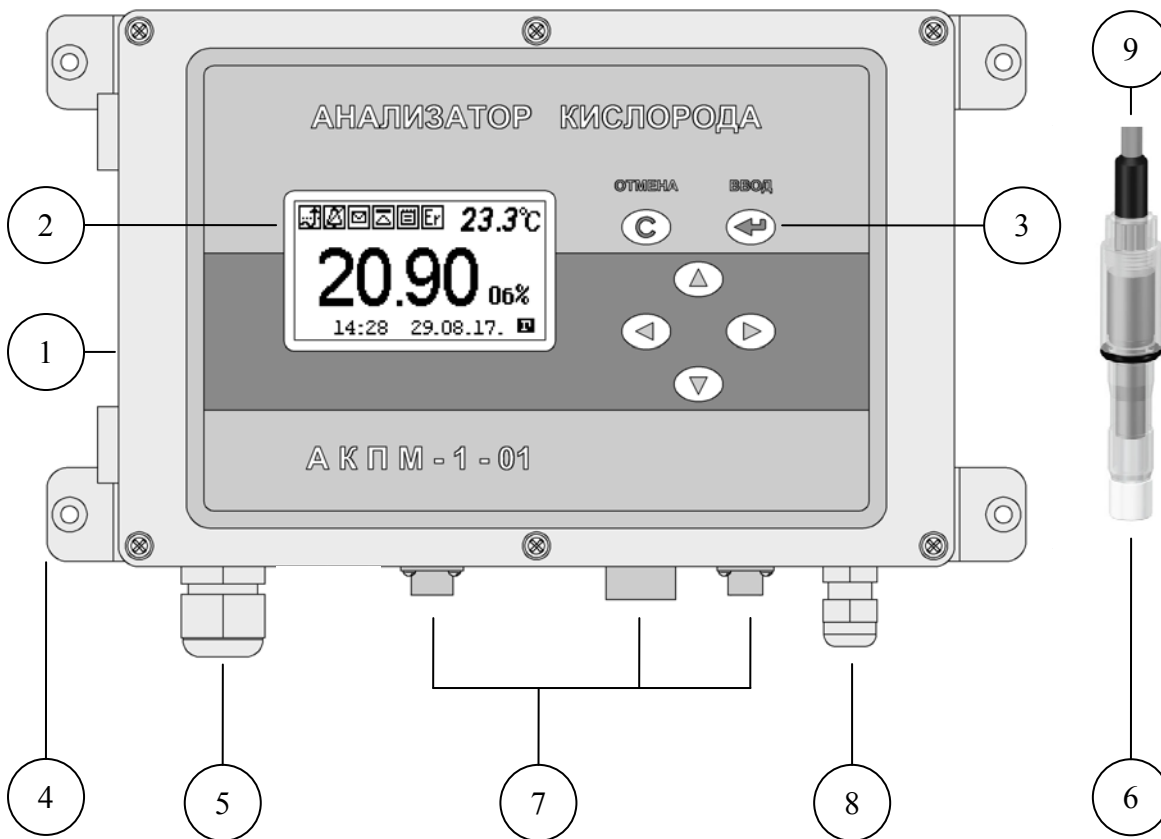


Рис. 4.1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-1-01.

1 – Корпус, 2 – Графический дисплей, 3 – Клавиатура, 4 – Монтажные петли, 5 – Гермовводы или разъемы кабелей сенсоров, 6 – Амперометрический сенсор, 7 – Разъемы интерфейсов. 8 – Ввод питания, 9 – Кабель сенсора.

Внешний вид анализатора представлен на рис. 4.1. Анализатор состоит из измерительного устройства и амперометрического сенсора. Измерительное устройство имеет прочный, литой пылевлагопроницаемый корпус 1 степени защиты IP-65. На лицевой панели анализатора расположен графический дисплей 2 и клавиатура 3. Дисплей и кнопки клавиатуры имеют подсветку, что облегчает пользование анализатором в затемненных помещениях. Корпус анализатора состоит из двух отсеков, герметично соединенных между собой с помощью винтов. На нижней стенке корпуса расположены гермоввод 5 кабеля амперометрического сенсора 9, гермоввод 8 для подключения кабеля питания, разъемы 7 токового выхода, контактов реле («сухих контактов») и цифрового канала RS-485(USB).

Благодаря такому решению обеспечивается надежная защита от возможного попадания влаги внутрь корпуса. Для крепления анализатора на щите или «по месту» предназначены четыре монтажные петли 4, располагаемые на тыльной стороне корпуса.

В зависимости от варианта исполнения анализатора и задачи исследования амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру, стандартную склянку БПК или непосредственно «по месту», например, в биореактор, ферментер, трубопровод, аэротенк и т.д.

Интерфейс Пользователя и программное обеспечение реализуют выполнение следующих функций и режимов работы анализатора:

- выбор измеряемой величины: парциального давления кислорода, процентного содержания или массовой концентрации;
- выбор удобной для оператора единицы измерения с возможностью последующих переходов в другие единицы;
- градуировку анализатора по поверочным газовым смесям, автоматическую градуировку по атмосферному воздуху насыщенному парами воды;
- обеспечение измерений в неводных средах: соки, пиво, культуральные жидкости, органические жидкости и т.п.;
- настройку стандартного токового выхода (0–5, 0–20, 4–20 мА) на требуемый диапазон измерения с возможностью автоматического изменения масштаба шкалы самописца в случае превышения верхнего предела измерения с одновременной аварийной сигнализацией;
- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации с передачей управляющих сигналов с помощью «сухих контактов»;
- возможность внесения коррекции в показания анализатора в зависимости от барометрического давления и солености;
- передачу информации на контроллер или персональный компьютер (ПК) с помощью цифрового канала RS-485(USB);
- протоколирование показаний анализатора во внутреннюю энергонезависимую память, возможность передачи запротоколированных данных на ПК или на дисплей анализатора в табличном виде;
- запись показаний анализатора по команде с клавиатуры в электронный блокнот с возможностью их передачи на ПК и вывода на дисплей анализатора;

Каждый из вариантов исполнения анализатора АКПМ-1-01 ориентирован на конкретные области применения и конкретные задачи аналитического контроля кислорода и комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря



универсальности анализатора АКПМ-1-01 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.

#### **4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.**

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АКПМ-1-01, являются сенсорами парциального давления кислорода ( $\text{ASrO}_2$ ) и могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры обладают высокой селективностью к кислороду и не подвержены влиянию других электрохимически активных газов, ионов, биологических молекул и окислительно-восстановительных систем, присутствующих в анализируемой среде. Прототипом  $\text{ASrO}_2$  является электрод Кларка. «Фирма «Альфа БАССЕНС» выпускает шесть модификаций  $\text{ASrO}_2$ , конструкции которых разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в различных областях при решении разнообразных задач аналитического контроля кислорода. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы, что обеспечило анализаторам кислорода АКПМ-1-01 лучшие метрологические и эксплуатационные характеристики по сравнению с известными зарубежными и отечественными аналогами.  $\text{ASrO}_2$  обладают очень низким потреблением кислорода из анализируемой среды. Благодаря этому свойству обеспечивается «неразрушающий контроль» анализируемой жидкости и достигается высокая надежность и достоверность результатов измерений. Сенсоры этого типа градуируются по атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации. Такие сенсоры в комплекте АКПМ-1-01 могут использоваться для анализа кислорода в газах, в пресных и соленых водах. Амперометрические сенсоры  $\text{ASrO}_2$  в комплекте АКПМ-1-01 могут также использоваться для измерений массовой концентрации кислорода в культуральных жидкостях биотехнологических производств, пиве, вине, молоке, соках и др. жидкостях.

Конструкция  $\text{ASrO}_2$ -01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления кислорода. Внешний вид  $\text{ASrO}_2$ -01 показан на рис. 4. 2.

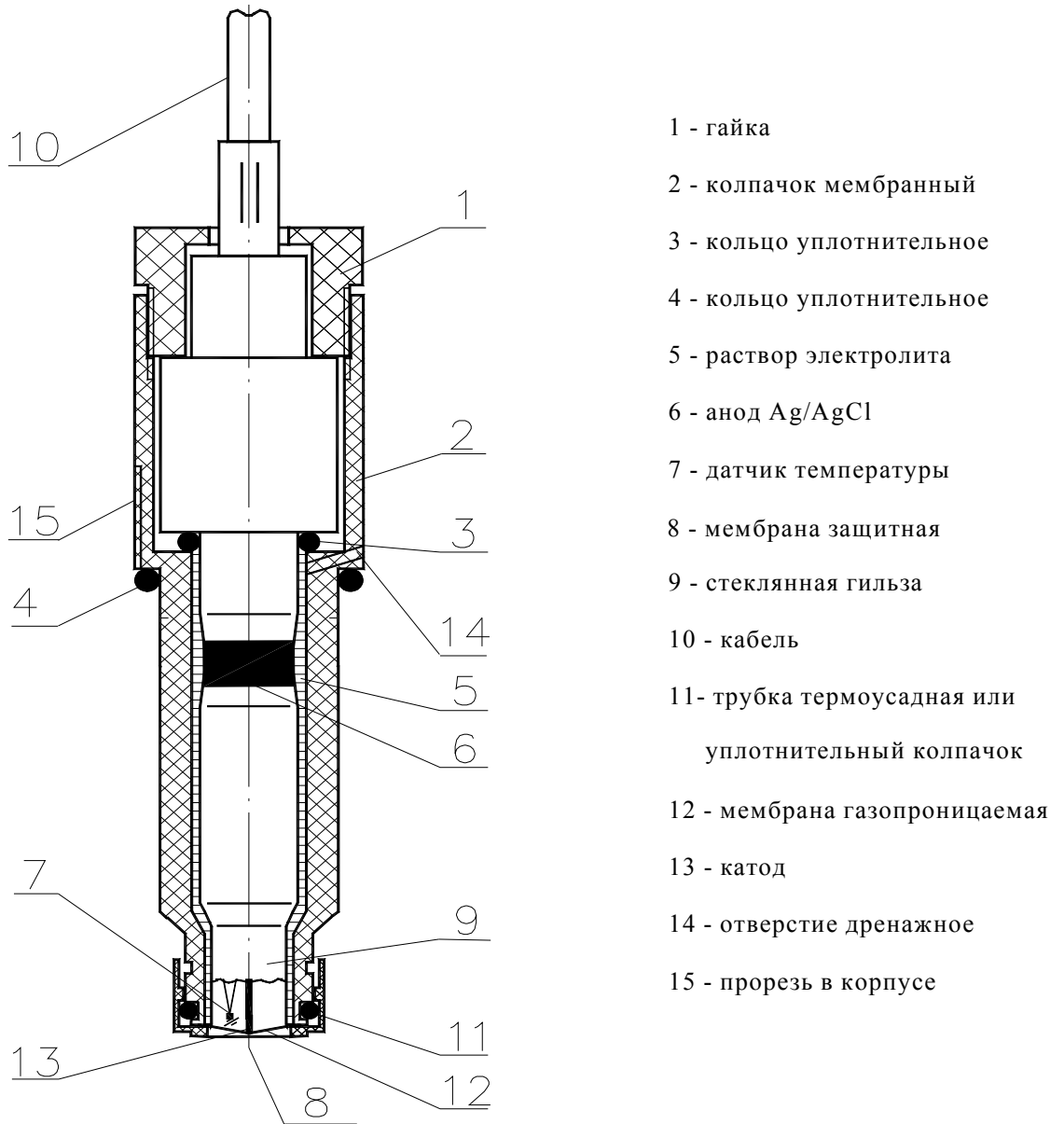


Рис. 4.2. Внешний вид АСрО<sub>2</sub>-01, АСрО<sub>2</sub>-02, АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04.

АСрО<sub>2</sub>-01 представляет собой электролитическую ячейку, образованную электродной системой - катодом 13 и хлорсеребряным анодом 6, погруженными в раствор электролита 5. Электрохимическая ячейка расположена в корпусе 2 и отделена от анализируемой среды газопроницаемой мембраной 12. Электродная система закреплена в стеклянной цилиндрической гильзе 9 так, что катод 13 расположен вдоль ее оси и контактирует с раствором электролита 5 со стороны торцевой части гильзы 9, а хлорсеребряный анод 6 расположен на боковой поверхности гильзы 9. Газопроницаемая мембрана 12 закреплена на торцевой части корпуса 2. Герметизация электролитической ячейки осуществляется с помощью уплотнительного кольца 3 и гайки 1. На боковой поверхности корпуса 2 имеется дренажное отверстие 14 для удаления избытка раствора электролита 5. Датчик температуры

7 впаян в торцовую часть стеклянной гильзы 9. Расположение датчика температуры 7 и катода 13 в непосредственной близости от анализируемой жидкости обеспечивают высокую точность и экспрессность измерений. Такое расположение датчика температуры 7 позволяет исключить ошибки при градуировке сенсора по атмосферному воздуху, возникающие из-за «охлаждения» мембраны вследствие испарения влаги с ее поверхности. Сходство постоянных времени ответа амперометрического сенсора на изменения концентрации кислорода и температуры анализируемой жидкости позволяет снизить динамическую погрешность измерений и обеспечить высокую точность термокомпенсации. АСрО<sub>2</sub>-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру и в стандартные склянки БПК–150-29/32-14/23 (Производитель - ПАО " Химлаборприбор ", г. Клин, М.О., шифр при заказе 560) Благодаря малому потреблению кислорода амперометрическим сенсором, он может использоваться для «in vitro» измерений.

Конструкция АСрО<sub>2</sub>-02 отличается от базовой модели АСрО<sub>2</sub>-01 конструкцией, позволяющей проводить измерения в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрО<sub>2</sub>-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА).

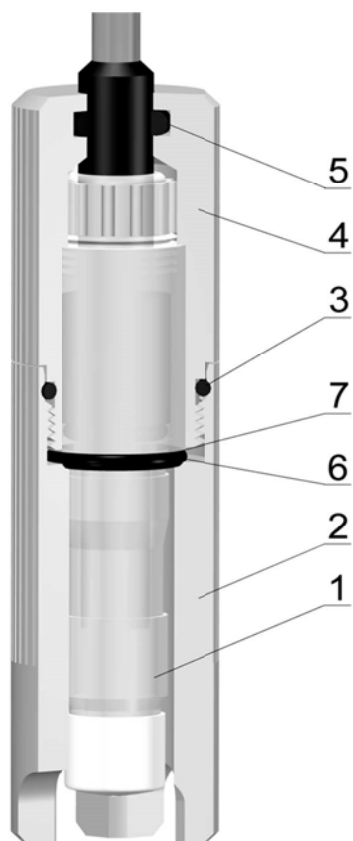
Конструкция АСрО<sub>2</sub>-03 отличается от модели АСрО<sub>2</sub>-01 повышенной чувствительностью и предельно низкой величиной остаточного тока.

Конструкция АСрО<sub>2</sub>-04 отличается от модели АСрО<sub>2</sub>-03 наличием дополнительной защитной мембраны 8 (см. рис. 4.2), расположенной на внешней поверхности газопроницаемой мембраны 12. Наличие мембраны 8 обеспечивает дополнительную степень защиты электродной системы и газопроницаемой мембраны 12 от повреждений, вызванных перепадами давлений в анализируемой жидкости и наличием в ней твердых частиц. Кроме того, благодаря защитной мембране 8, снижается зависимость показаний от скорости потока анализируемой жидкости.

Благодаря этим свойствам АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04 нашли широкое применение в теплоэнергетике и промышленности при определении следовых количеств кислорода в жидкостях, например, при автоматическом химконтроле процессов водоподготовки на ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и теплосетях. Для решения этих задач АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04 устанавливаются в проточные измерительные камеры, снабженные встроенным обратным клапаном (см. рис. 3.2). Высокие метрологические характеристики, свойственные этим сенсорам, обеспечили «неразрушающий» контроль анализируемой пробы, что позволило отказаться от переливных устройств и стабилизаторов расхода, традиционно применяемых в аналогичных приборах зарубежного и отечественного производства. Другой важной особенностью сенсоров АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04, выгодно отличающей анализатор АКПМ-1-01Г от известных аналогов, является независимость показаний от присутствия в анализируемой жидкости растворенного

молекулярного водорода (продукта коррозии). В анализаторе АКПМ-1-01Т впервые реализованы уникальные методики расчета и алгоритмы внесения термокомпенсаций, учитывающие явления двойной сорбции кислорода, недавно обнаруженные в микрограммовой области концентраций.

Конструкция АСрО<sub>2</sub>-05 отличается от базовой модели АСрО<sub>2</sub>-01 тем, что амперометрический сенсор устанавливается в герметичную ячейку, предназначенную для проведения измерений кислорода на глубине до 20 м. Внешний вид АСрО<sub>2</sub>-05 показан на рис. 4.3.



1. Амперометрический сенсор.
2. Защитный корпус.
3. Кольцо уплотнительное.
4. Защитная гайка.
5. Кольцо уплотнительное.
6. Кольцо уплотнительное.
7. Дренажное отверстие.

Рис. 4.3. Внешний вид АСрО<sub>2</sub>-05 погружного типа.

Герметичная ячейка, состоящая из корпуса 2 (см. рис. 4.3) и гайки 4, изолирует амперометрический сенсор 1 от анализируемой жидкости с помощью уплотнительных колец 3, 5 и 6. При закручивании гайки 4 до упора кольцо 6 деформируется и герметизирует дренажное отверстие 7. Корпус 2, выступающий за пределы АСрО<sub>2</sub>-05, защищает чувствительную часть сенсора от возможных ударов о дно водоема или твердые предметы. В нижней части корпуса 2 выполнены четыре окна, через которые пузырьки воздуха свободно выходят при погружении сенсора на глубину. Сферическая форма чувствительной поверхности АСрО<sub>2</sub>-05 также способствует свободному удалению пузырьков воздуха, поднимающихся вверх в процессе аэрации. Малое потребление кислорода электродной

системой АСрО<sub>2</sub>-05 и достаточно большие окна в нижней части корпуса 2 позволяют использовать АКПМ-1-01П для измерений кислорода как в перемешиваемых, так и в неподвижных жидкостях. Наибольшее распространение анализаторы АКПМ-1-01П получили на станциях аэрации и биологической очистки сточных вод, в рыбоводческих хозяйствах и при экологическом мониторинге природных и сточных вод. Анализаторы АКПМ-1-01П могут также использоваться для определения БПК. Для проведения таких измерений необходимо открутить гайку 4 и достать АСрО<sub>2</sub>-05 из корпуса 2. При проведении измерений БПК в стандартных склянках гайка 4 может оставаться на сенсоре (см. рис. 3.4).

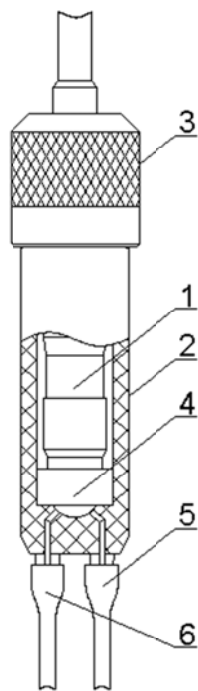
Модификация сенсора АСрО<sub>2</sub>-06 отличается от базовой модели АСрО<sub>2</sub>-01 тем, что его конструкция выполнена из материалов выдерживающих температуру 143 °С и избыточное давление 3 атм. Благодаря этому конструкция АСрО<sub>2</sub>-06, показанная на рис. 3.8, выдерживает неограниченное количество циклов стерилизации острым паром. Электродная система сенсора, состоящая из анода 6, катода 13 и раствора электролита, размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцовой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления, возникающие в процессе стерилизации сенсора острым паром. С этой целью на боковой поверхности мембранного колпачка 2 также расположен компенсатор давления. Благодаря резиновым кольцам 3, 4, и 8 обеспечивается герметизация электродной системы сенсора при навинчивании нижнего корпуса 1 на корпус сенсора 15. На корпусе 15 сенсора закреплен разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АКПМ-1-01. Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Унифицированные размеры АСрО<sub>2</sub>-06 позволяют использовать эти сенсоры для аналитического контроля кислорода в биологических жидкостях в ферментерах и биореакторах отечественного и зарубежного производства. Обозначения и унифицированные размеры вариантов исполнения сенсоров АСрО<sub>2</sub>-06 при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице на рис. 3.8.

### **4.3. Описание конструкции измерительных камер.**

Для решения ряда конкретных задач аналитического контроля кислорода фирмой «Альфа БАССЕНС» выпускаются несколько модификаций измерительных камер.

Измерительная камера для микроанализа (ИКМА) показана на рис. 4.4. Амперометрический сенсор 1 устанавливается в корпус 2 измерительной камеры и фиксируется в ней с помощью гайки 3. Чувствительная часть сенсора герметизируется с помощью уплотнительного резинового колпачка 4 при закручивании гайки 3. Для ввода

анализируемой пробы предусмотрен входной штуцер 5, а для выхода штуцер 6. помощью ИКМА можно проводить измерения в микрообъемах жидкостей (50 мкл) и газов. С помощью данной камеры можно также проводить измерения в микропробах крови.



1. Амперометрический сенсор.
2. Корпус измерительной камеры.
3. Гайка.
4. Уплотнительный колпачок.
5. Входной штуцер.
6. Выходной штуцер.

Рис.4.4. Измерительная камера для микроанализа.

Измерительные камеры для анализа в потоке газов (ИКПГ) и в потоке жидкостей (ИКПЖ) показаны на рис. 3.2, рис. 3.9 и рис. 3.10. Конструкции этих измерительных камер отличаются от ИКМА расположением входного и выходного штуцеров, а также способом герметизации АС.



Конструкция ИКПЖ отличается от ИКПГ наличием обратного клапана, расположенного в нижней части измерительной камеры (см. рис. 4.5).

Рис. 4.5. Обратный клапан в ИКПЖ

Обратный клапан устанавливается на нижний штуцер, который закручивается в измерительную камеру (см. рис. 4.6).



Рис. 4.6. Установка обратного клапана на штуцер

В данных конструкциях электродная система АС герметизируется с помощью кольца 4 (см. рис. 4.2), установленного на боковой поверхности мембранного колпачка 2. При закручивании гайки (см. рис. 3.10) резиновое кольцо 4 (см. рис. 4.2) перекрывает дренажное отверстие 14 в корпусе АС. Для крепления измерительных камер на щите или «по месту» предусмотрен специальный держатель, входящий в комплект поставки. Присоединительные штуцера рассчитаны на подводящие трубки из ПВХ с внутренним диаметром 6 мм. На линии входа может устанавливаться фильтр, защищающий АС от твердых частиц присутствующих в анализируемой жидкости или газе.

Измерительная камера для анализа дыхательных газовых смесей (ИКДГ) отличается от ИКМА тем, что ее входной и выходной штуцер имеют унифицированные размеры F22. Благодаря этому ИКДГ с АСрО<sub>2</sub>-03 может устанавливаться в дыхательный контур аппаратов искусственной вентиляции легких, наркозно-дыхательной аппаратуры, гипоксикаторов и в др. аппараты медицинского назначения.

#### **4.4. Принцип работы анализатора.**

Работа анализатора основана на поляризации катода напряжением – 0.6 В относительно вспомогательного электрода и измерении тока деполяризации, возникающего в результате диффузии кислорода из исследуемой среды, и последующей электрохимической реакции его восстановления, протекающей по схеме



Сигналы АС и датчика температуры усиливаются в предварительном усилителе и оцифровываются. После расчетов и внесения автоматической коррекции на температурную зависимость коэффициента проницаемости газопроницаемой мембраны и температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде, результат отображается на дисплее анализатора в выбранной оператором единице измерения. Одновременно результат измерения может выводиться в аналоговой форме через токовый выход 0 – 5, 0 –20 или 4 –20 мА, а также через цифровой канал RS-485(USB). Результаты измерений могут также записываться во внутреннюю энергонезависимую память в режимах протоколирования и электронного блокнота.

## 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

### 5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения.

Результатом аналитического контроля кислорода в газах принято считать его парциальное давление ( $p_{O_2}$ ) или концентрацию ( $c_{O_2}$ ). Под парциальным давлением кислорода в газовой смеси понимают ту часть общего давления, измеряемую обычно в мм.рт.ст. или кПа, которая приходится на молекулы кислорода. Парциальное давление кислорода в воздухе зависит от барометрического давления ( $B$ ) и давления водяных паров, т.е. от влажности воздуха. Для измерения концентрации кислорода в газах обычно используют величину «процентное содержание кислорода», а в качестве единицы измерения - объемные проценты (об. %) или ppmv.

Результатом аналитического контроля кислорода в жидкостях принято считать его парциальное давление или концентрацию. Парциальное давление кислорода в жидкости равно парциальному давлению кислорода в газовой фазе, с которой жидкость находится в состоянии динамического равновесия. Для измерения концентрации кислорода в жидкостях обычно используют величину массовой концентрации кислорода, выраженную в мг/л, мкг/л или ppmw. В данном виде измерений АКПИМ-1-01 вносит двойную температурную компенсацию, учитывающую как диффузионные свойства газопроницаемой мембраны, так и температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде.

Часто при проведении измерений в жидкостях результаты измерений выражают в процентах насыщения этой жидкости кислородом воздуха (% нас.). При этом имеется в виду, что максимально возможное насыщение составляет 100%. В данном режиме анализатор вносит температурную компенсацию на свойства газопроницаемой мембраны.

Благодаря реализованным в анализаторе алгоритмам выбора и пересчета единиц измерений, Вы можете осуществлять переход из одной единицы измерения в другую без переградуировки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением измеряемой величины, единицы измерения и параметров градуировки. При этом настройка интерфейсов автоматически изменится в соответствии с выбранной Вами единицей измерения.

Анализатор АКПИМ-1-01 может также применяться для измерений массовой концентрации кислорода в жидких средах, в которых температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода еще недостаточно точно установлены. К таким жидкостям относятся культуральные жидкости биотехнологических производств, пиво, вино, молоко соки, йогурты, органические жидкости, нефтепродукты и т.п. Приблизительные зависимости концентрации кислорода в пиве и сусле, насыщенных



кислородом воздуха при атмосферном давлении ( $B=760$  мм.рт. ст) от температуры приведены в таблице 5.1.

Таблица приблизительных значений концентрации кислорода  
в пиве и сусле от температуры

Таблица 5.1.

Анализируемая жидкость	Температура, °C				
	0	5	10	20	30
Пиво	13	12	11.5	8.5	7.5
Сусло	13	11	10	8	7

Для проведения измерений в таких средах в анализаторе АКПМ-1-01 предусмотрен **спецрежим**, связанный с введением табличного значения растворимости кислорода в конкретной жидкости при температуре измерения. Измерения  $cO_2$  в данном режиме будут проводиться с меньшей точностью по сравнению с измерениями в воде вследствие отсутствия достоверных сведений о температурных зависимостях коэффициентов растворимости кислорода в этих жидкостях. В данном режиме компенсируется только температурная зависимость проницаемости мембраны по кислороду. Поэтому при значительных отклонениях температуры анализируемой среды от значения температуры, использованного при введении значения растворимости, будет возникать дополнительная погрешность измерений.

## 5.2. Общие сведения о градуировке анализатора.

Сигнал  $ASpO_2$  является линейной функцией парциального давления кислорода. Поэтому для градуировки анализатора нужно иметь всего две точки: эталонную нулевую точку (например, “Ноль-раствор”, чистый азот, аргон и др.) и точку, определяемую средой с известным парциальным давлением кислорода, например, атмосферным воздухом или поверочной газовой смесью (ПГС). Понятно, что от точности градуировки зависит точность измерений. Так, например, при измерениях в области низких значений  $pO_2$  точность анализа в большей степени зависит от точности градуировки нулевой точки, и наоборот, точность измерений в области больших  $pO_2$  в большей степени зависит от точности градуировки анализатора по воздуху.

Главными отличительными особенностями сенсоров, используемых в составе АКПМ-1-01, являются предельно низкое значение остаточного тока сенсора, его стабильность во времени и обеспечение «неразрушающего» контроля анализируемой жидкости. Характеристики сенсоров позволяют отказаться от необходимости градуировки нулевой

точки в процессе эксплуатации и ограничиться проведением данной процедуры только при заводских регулировках и при поверках.

Для градуировки «верхней» точки при эксплуатации анализатора реализованы следующие виды градуировок:

- автоматическая градуировка по атмосферному воздуху,
- градуировка по поверочной газовой смеси (ПГС).

#### **Автоградуировка по атмосферному воздуху.**

При градуировке по атмосферному воздуху воздух делают насыщенным парами воды во избежание неопределенности в определении уровня влажности. Режим градуировки по атмосферному воздуху, при котором автоматически учитывается зависимость давления насыщенных водяных паров от температуры, назван режимом автоградуировки.

При проведении автоматической градуировки по атмосферному воздуху в анализаторе учитываются результаты измерения температуры мембраны с помощью встроенного в АС датчика температуры. Благодаря компенсации температурной зависимости ее проницаемости градуировка и измерение величины парциального давления или процентного содержания кислорода могут проводиться при температурах от 0 до 50 °С. При измерении кислорода в жидкостях в единицах массовой концентрации компенсируется также температурная зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде. Поэтому измерения массовой концентрации кислорода в воде также могут проводиться при температурах от 0 до 50 °С. Алгоритмы АКПМ-1-01 позволят проводить градуировку в любой выбранной единице измерения, а затем переходить в любую другую единицу измерения без повторной градуировки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения.

### **5.3 Общие сведения о введении коррекции результатов измерений.**

#### **5.3.1. Коррекция на изменение барометрического давления.**

Измеряемые величины «Процентное содержание кислорода в газах» (об. %), ppmv и «Процент насыщения жидкости кислородом воздуха» (% нас.) не зависят от барометрического давления. Поэтому при измерении данных величин с помощью сенсора парциального давления необходимо следить за изменениями общего барометрического давления (В) с целью исключения его влияния. Если барометрическое давление отличается более чем 10 мм.рт.ст. от давления, имевшего место во время последней градуировки, то необходимо ввести новое значение. Для этого в режиме установки условий измерения

необходимо ввести текущее значение барометрического давления. При этом не требуется проводить автоградуировку снова. Те же действия предпринимают для измерения содержания кислорода при повышенных давлениях, например, в барокамерах и сосудах, работающих при избыточном давлении.

При проведении измерений парциального давления кислорода или массовой концентрации кислорода в жидкостях, вводить коррекцию на изменение барометрического давления в промежутках между градуировками не следует, так как парциальное давление, на которое реагирует сенсор, от общего барометрического давления не зависит.

### **5.3.2. Коррекция на соленость.**

Известно, что с увеличением солености массовая концентрация кислорода в водных растворах уменьшается вследствие эффекта Сеченова. Поэтому при проведении измерений массовой концентрации кислорода (единицы измерения мг/л, мкг/л, ppmw) в водах с содержанием солей более 1 г/л необходимо вводить коррекцию на соленость. Следует помнить, что различные соли по-разному «высаливают» кислород. Обычно коррекцию на соленость вводят по показаниям кондуктометра в пересчете на NaCl.

### **5.3.3. Коррекция систематической погрешности измерений: коэффициент «Жидкость-Газ».**

При анализе жидкостей для  $ASrO_2$  характерны систематические погрешности измерений. Природа подобных ошибок связана с неидеальностью  $ASrO_2$ . Эти ошибки проявляются в разнице показаний  $ASrO_2$  в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. Эта ошибка получила название коэффициент «жидкость-газ». Для наиболее совершенных конструкций  $ASrO_2$  коэффициент «жидкость-газ» составляет от 2 до 6 % (т.е. показания  $ASrO_2$  в жидкости меньше показаний  $ASrO_2$  в газовой фазе на 2-6%). Для  $ASrO_2-01$ ,  $ASrO_2-05$  и  $ASrO_2-06$  коэффициент «жидкость-газ» не превышает 2,5 %. Для  $ASrO_2-03$  и  $ASrO_2-04$  величина коэффициента «жидкость-газ» не превышает соответственно 5 и 3,5 % при расходе анализируемой жидкости более чем 0.5 л/час. В анализаторе АКПМ-1-01 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ». Методика измерения и процедура внесения коррекции этой ошибки описана в Приложении 2 Паспорта.

### **5.3.4. Влияние скорости потока анализируемой жидкости.**

Сигнал  $ASrO_2$  зависит от скорости потока анализируемой жидкости в окрестности газопроницаемой мембраны. Для минимизации влияния скорости потока на измерительный сигнал параметры  $ASrO_2$  оптимизированы и выбраны исходя из условия обеспечения «неразрушающего контроля» анализируемой жидкости. В  $ASrO_2-01$ ,  $ASrO_2-05$  и  $ASrO_2-06$  используются микрокатоды, поэтому влияние скорости потока на сигнал АС незначительно

благодаря малому потреблению кислорода самим сенсором. Для обеспечения измерений в микрограммовой области концентраций необходимо применять катоды большего диаметра. Поэтому в  $\text{ASrO}_2\text{-03}$  и  $\text{ASrO}_2\text{-04}$  используются катоды диаметром до 1 мм. При скоростях потока более 1 л/час зависимость сигнала данных сенсоров от скорости потока незначительна и не требует применения специальных переливных устройств и стабилизаторов расхода. Целесообразность применения этих устройств оправдана только при расходах менее 1 л/час. Автоматическую же коррекцию ошибок измерения, обусловленных малыми расходами, можно обеспечить путем задания коэффициента «Жидкость-газ», предварительно измеренного при данном расходе. Методика определения поправочного коэффициента «Жидкость-газ» описана в Приложении 2 Паспорта.

## **6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АНАЛИЗАТОРА.**

6.1. Эксплуатация анализатора без ознакомления с настоящим руководством не рекомендуется.

6.2. Техническое обслуживание анализатора и ремонтные работы должны проводиться при отключенном питании.

6.3. Перед включением анализатора в сеть следует проверить правильность установки предохранителя, сохранность изоляции сетевого шнура и вилки подключения к сети.

6.4. При эксплуатации анализатора запрещается:

- производить соединение и разъединение кабелей при включенном в сеть анализаторе;
- замыкать контакты токового выхода и цифровых каналов при включенном в сеть анализаторе;
- работать при неисправном анализаторе;

При обнаружении неисправности необходимо выключить анализатор и вызвать специалиста (адрес и контактные телефоны на 1 стр. РЭ).

6.5. Не допускается:

- применять шнур и соединительные кабели с поврежденной изоляцией;
- применять нестандартные предохранители.

6.6. При работе с амперометрическим сенсором следует соблюдать осторожность, оберегая стеклянную гильзу от ударов. При длительном хранении амперометрического сенсора в нерабочем состоянии (более 6 мес.) необходимо слить раствор электролита, промыть корпус сенсора дистиллированной водой и одеть его на амперометрический сенсор (см. п. 3.7). При установке амперометрического сенсора в измерительную камеру

необходимо проверить наличие герметизирующего кольца 4 и уплотнительного колпачка 11 (см. рис. 4.2).

6.7. При работе и межрегламентном обслуживании АС не допускается прикладывать механические усилия к кабелю АС. При работе или длительном хранении АС с раствором электролита (более 1 года) могут возникнуть трудности с разборкой АС из-за высыхания раствора электролита и кристаллизации солей в корпусе АС. В этом случае открутите гайку 1 (см. рис. 4.2) и с помощью шприца залейте 1 мл дистиллированной воды в верхнюю часть корпуса 2. Через 2 – 6 часов амперометрический сенсор можно достать из корпуса, не прикладывая особых усилий.

6.8. Во избежание загрязнения электродной системы не допускается прикасаться руками к поверхности электродов.

## **7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ**

### **7.1. Общие требования к установке анализаторов кислорода.**

Анализаторы АКПМ-1-01 могут устанавливаться в лабораторных или промышленных условиях “по месту” или на щите. В зависимости от варианта исполнения анализатора амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру, ферментер, биореактор, азротенк или непосредственно в анализируемую среду. В вариантах исполнения анализаторов АКПМ-1-01, предусматривающих поставку измерительной камеры, расстояние на которое она может быть удалена от анализатора определяется длиной кабеля АС. Измерительная камера должна быть закреплена в держателе, входящем в комплект поставки.

При проведении непрерывных измерений концентрации кислорода в потоке жидкостей или газов, рекомендуется на линии входа анализируемой пробы установить регулятор расхода (дрессель) и холодильник. Регулятор расхода должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру АС в диапазоне от 0 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой пробы до температуры 0 – 50°С. С целью уменьшения времени транспортного запаздывания и эффектов “подсоса воздуха” рекомендуется анализатор устанавливать в непосредственной близости от пробоотборной точки. Для подвода анализируемой пробы к измерительной камере АС допускается использование трубки из нержавеющей стали или гибкой трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Не допускается при проведении непрерывных измерений кислорода в микрограммовой области концентрации использование трубок из силиконовой резины. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использование трубки с внутренним диаметром не менее 4 мм.

## **7.2. Установка измерительного устройства анализатора АКПМ-1-01**

Анализатор АКПМ-1-01 выполнен в герметичном боксе. На задней стенке анализатора устанавливаются четыре монтажные петли 4. Установочные размеры для крепления анализатора приведены на рис.7.1. Крепление бокса производят через отверстия в монтажных петлях с помощью винтов М4 или дюбельных соединений. На расстоянии не более 1.5 м от анализатора крепят сетевую розетку 220 В или 36В.

## **7.3. Установка измерительной камеры.**

Измерительная камера устанавливается в поставляемом вместе с ИК держателе, крепление которого осуществляется с помощью одного винта и двух штифтов. Для этого в месте крепления держателя необходимо подготовить одно резьбовое отверстие М4 и два отверстия под штифты диаметром 2 мм согласно рис.7.2. При сверлении отверстий диаметром 2 мм вы можете предусмотреть возможность установки ИК в вертикальном положении или под острым углом к горизонту. Закрепите держатель с помощью винта М4, предварительно совместив штифты в держателе с отверстиями  $d=2$  мм.

Установите АС в ИК и закрутите накидную гайку до упора. При закручивании гайки резиновое кольцо на мембранном колпачке должно герметизировать АС в ИК. Затем установите ИК в держатель. Анализируемую пробу подводят с помощью трубки из нержавеющей стали или трубки из ПВХ (поливинилхлорида).

## **7.4. Подключение анализатора.**

Кабели токового выхода, реле «сухих контактов», цифрового интерфейса подсоединяется к разъемам на корпусе анализатора в соответствии с Рис.7.3. Для стандартных токовых выходов 0/4 - 20 мА или 0 - 5 мА сумма сопротивлений регистрирующего прибора и омического сопротивления кабеля не должна превышать 700 Ом или 2,5 кОм соответственно.

При выпуске с производства анализатор настроен на работу от сети 220В 50Гц. Переключение режима питания осуществляется установкой предохранителя в положение, соответствующее питанию анализатора (рис.7.4.). Для доступа в нижний отсек необходимо открутить винты и, потянув на себя переднюю панель, откинуть её на петлях. Если питание анализатора будет осуществляться от сети 36В 50 Гц, необходимо установить предохранитель в соответствии с маркировкой внутри корпуса.

**Внимание! Номинальные токи предохранителей для 220В и 36 В разные и указаны на табличке внутри корпуса.**

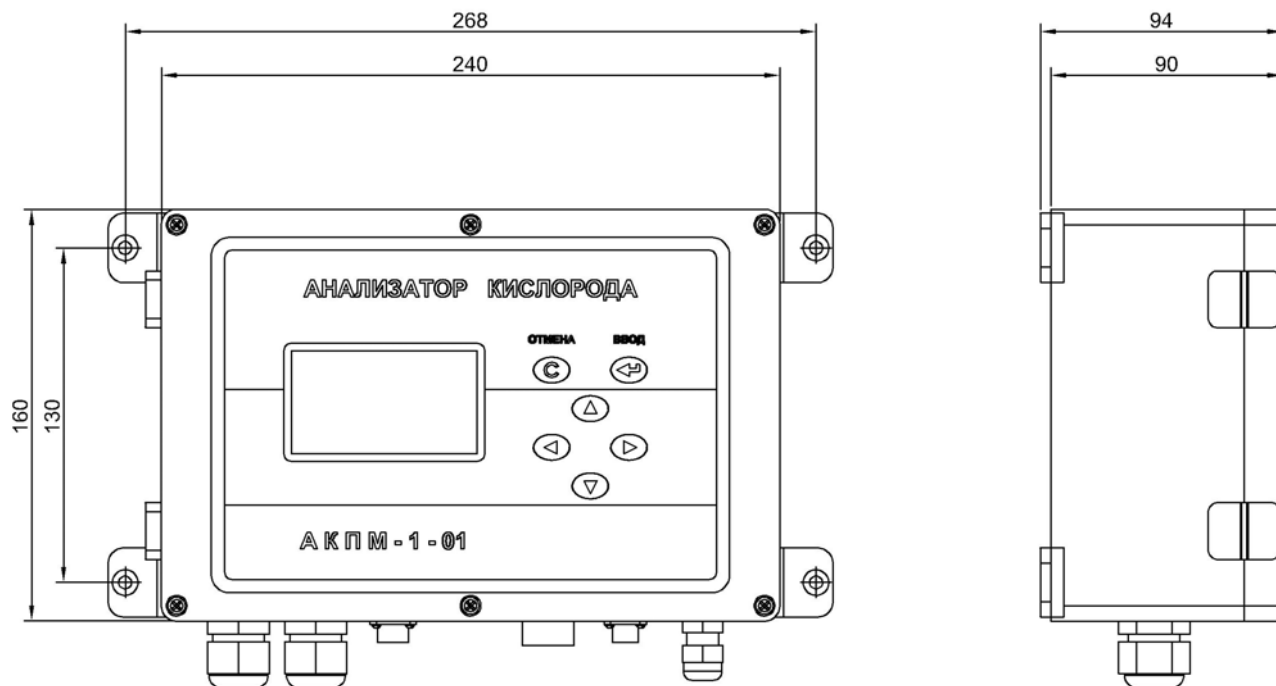


Рис. 7.1. Установка измерительного блока.

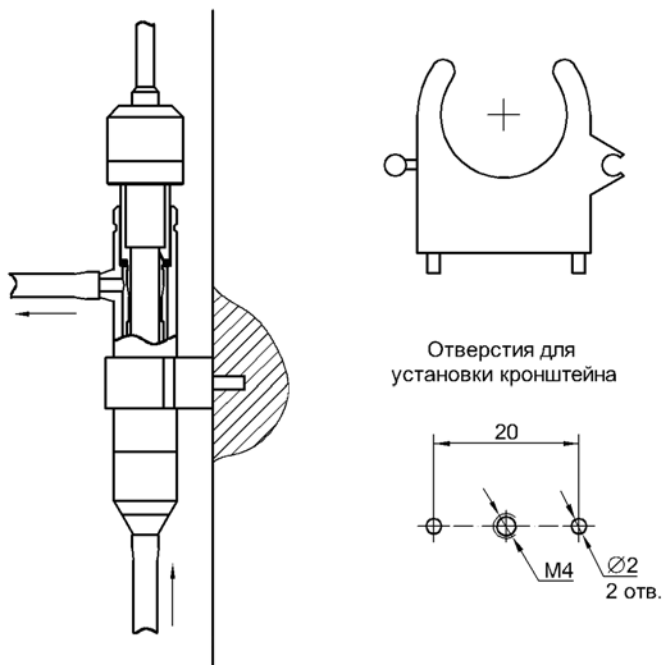


Рис. 7.2. Установка измерительной камеры.

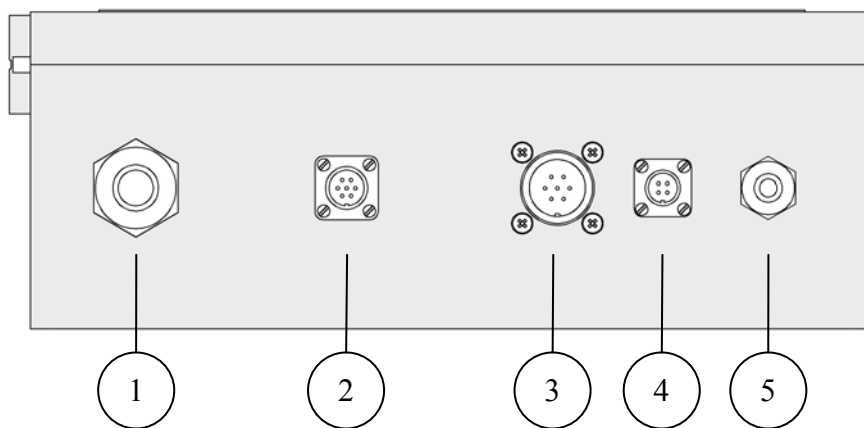
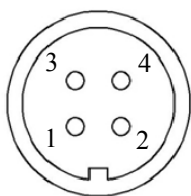


Рис. 7.3. Подключение интерфейсов.

1. Ввод сенсора или внешнего измерительного блока.

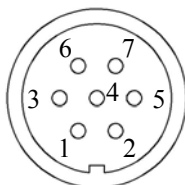
1.1. Кабельный ввод с внутренним подключением.

1.2. Цифровой интерфейс с внешним подключением.



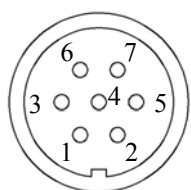
Контакт	Назначение
1	A
2	---
3	B
4	---

2. Подключение цифрового интерфейса RS-485 и USB.



Контакт	Назначение	Цвет кабеля
1	A / USB-D+	Оранжевый
3	B / USB-D-	Бело-оранжевый
4	GND	
6	+5V	

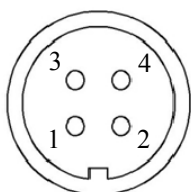
3. Подключение контактов реле.



Реле 1	
Контакт	Назначение
1	Общий
3	Нор. замкнут
6	Нор. разомкнут
4	---

Реле 2	
Контакт	Назначение
2	Общий
5	Нор. замкнут
7	Нор. разомкнут

4. Токовый выход.



Контакт	Назначение	Цвет кабеля
1	+	Оранжевый
3	-	Бело-оранжевый

5. Кабельный ввод питания.



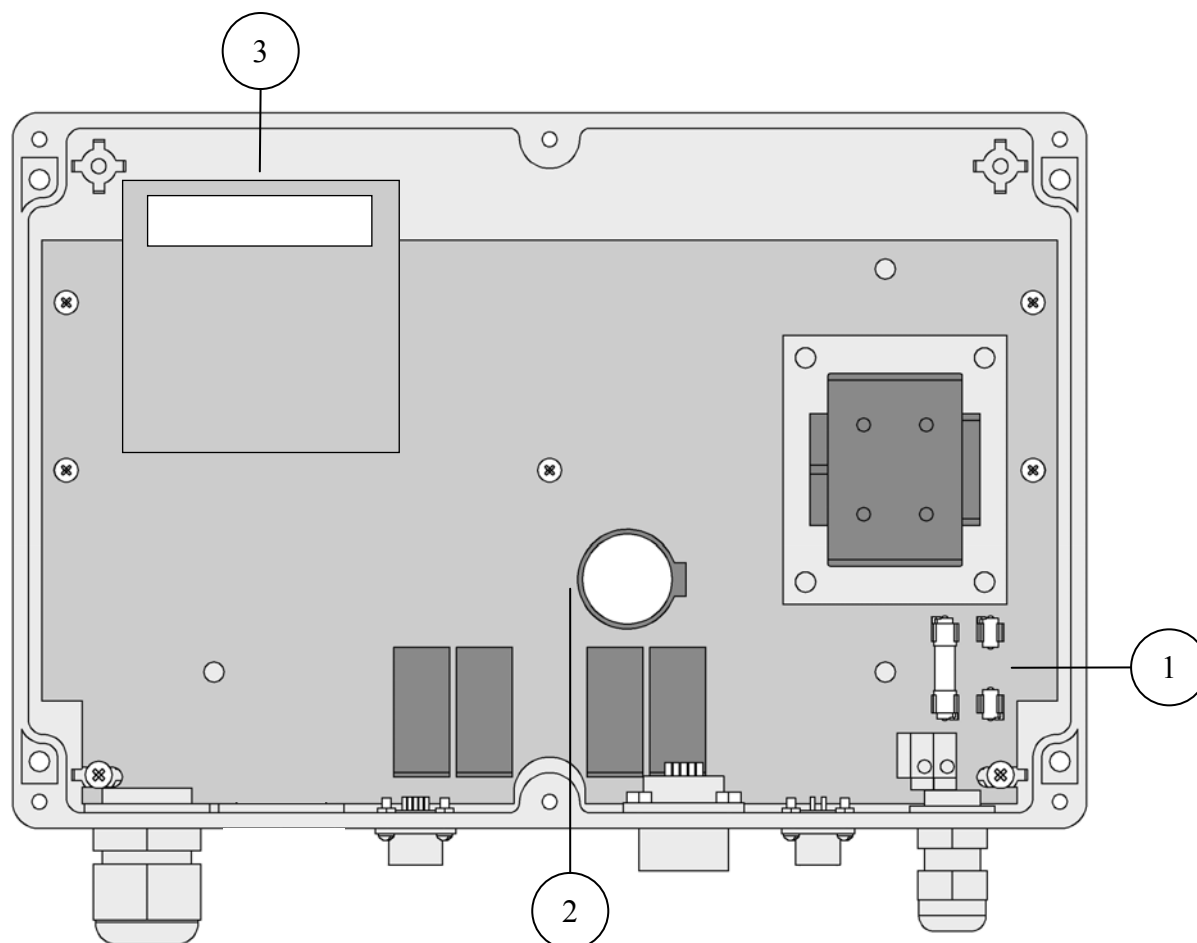


Рис. 7.4. Нижний отсек анализатора.

- 1 – Предохранитель в положении, соответствующем режиму питания 220 В,
- 2 – Отсек элемента питания часовой микросхемы,
- 3 – Отсек элемента питания поляризации сенсора.

**7.5. Включение анализатора.** Включение анализатора осуществляется подсоединением штепсельной вилки питания анализатора к розетке с напряжением 220В частотой 50 Гц.

Примечание. Для поляризации электродов амперметрического сенсора он должен быть подключен к измерительному устройству анализатора в течение 9-12 часов. При выключении анализатора АС поляризуется от батарейки, установленной в нижнем отсеке анализатора. Батарейку необходимо заменять 1 раз в 2 года.

## 8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА

### 8.1. Включение анализатора и интерфейс программы.

Включите анализатор. На графическом дисплее отобразится логотип фирмы «Альфа БАССЕНС». Затем анализатор перейдет в режим измерения и на дисплее появятся результаты измерения концентрации кислорода в выбранной единице измерения, температуры, а также время и дата (см. рис. см. рис. 8.1).



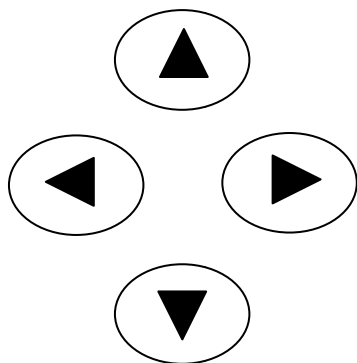
Рис. 8.1. Окно результатов измерения

Справа от дисплея анализатора (см. рис. 4.1) расположена клавиатура, состоящая из шести кнопок. Кнопки клавиатуры выполняют следующие функции:

← - кнопка «ВВОД» выполняет функции входа в окна МЕНЮ, ввода данных и выбора опций меню;

С – кнопка «ОТМЕНА» выполняет функцию отказа от выполнения предлагаемых на дисплее действий и возврата к предыдущим опциям меню. Нажатие и удержание этой кнопки в нажатом состоянии в течение 5 сек. отключает звук сигнализации. Повторное удержание этой кнопки включает звуковой сигнал.

Четыре кнопки, расположенные в углах ромба, выполняют функции перемещения курсора в направлениях, указанных стрелками.



Если анализатор требует введения числовых значений, то кнопками со стрелками «ВПРАВО», «ВЛЕВО» выбирается знакоместо для ввода конкретной цифры. С помощью этих кнопок также осуществляется функция пролистывания данных, записанных в энергонезависимую память.

Кнопки со стрелками «ВВЕРХ», «ВНИЗ» при введении числовых или символьных значений выполняют функцию «пролистывания» («больше» и «меньше») и выбора конкретных цифр.

В режиме «Измерение» при нажатии кнопки «ВНИЗ» осуществляется запись данных в электронный блокнот.

Одновременное нажатие кнопок «ВНИЗ» и «ВВОД» в некоторых окнах позволяет войти в служебные меню различного назначения.

Во время работы анализатора на дисплее могут появляться сообщения:

**ЖДИТЕ** - это сообщение появляется во время стабилизации показаний.

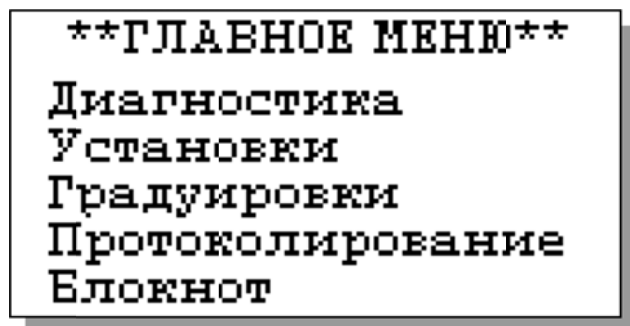
**СЕНСОР НЕ ПОДКЛЮЧЕН** – это сообщение появляется, когда сенсор не подключен к анализатору или поврежден его кабель.

Пользование программным интерфейсом сводится к выбору нужных опций в меню и ответам на вопросы, предлагаемые на дисплее, с помощью двух кнопок «Да» (ВВОД) и «Нет» (СБРОС). При описании интерфейса Пользователя над иллюстрацией каждого окна указывается цепочка опций, при выборе которых Вы вызываете это окно.

## 8.2. Главное меню.

### Окно измерений ⇒ Главное меню

Для входа в главное меню нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно,



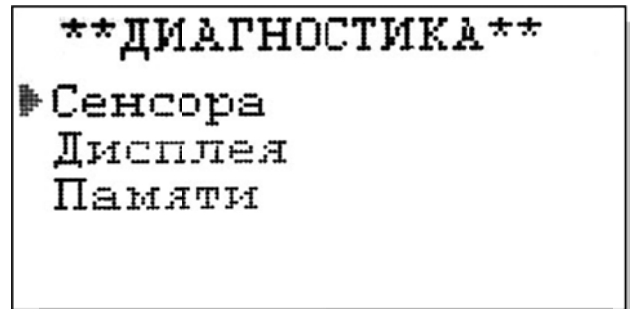
**\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 8.2-1. В этом окне с помощью кнопок перемещения курсора Вы можете выбрать одну из пяти опций.

Рис. 8.2-1. Окно «Главное меню»

**Диагностика** – вход в меню «ДИАГНОСТИКА» позволит Вам выполнить диагностические тесты отдельных блоков измерительного устройства и электродной системы.

**Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Диагностика**

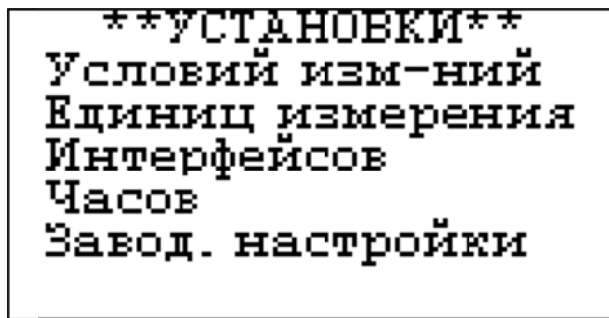
В главном меню выберите опцию «ДИАГНОСТИКА» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*ДИАГНОСТИКА\*\***.



*Рис. 8.2-2. Окно «Диагностика»*

**Установки** - вход в меню «УСТАНОВКИ» позволит Вам выбрать единицы измерения, ввести барометрическое давление, соленость, коррекцию ошибки жидкость-газ, настроить интерфейсные устройства, установить часы, и вернуть в случае необходимости заводские настройки.

**Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Установки**



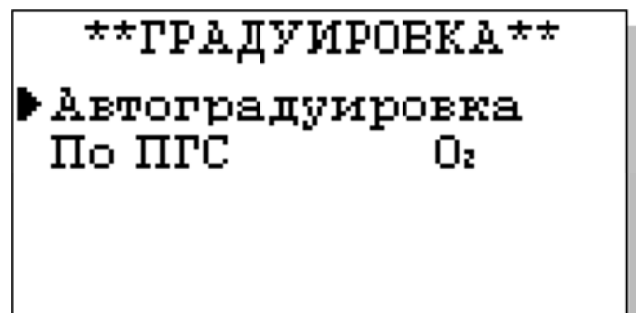
В главном меню выберите опцию «Установки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*УСТАНОВКИ\*\***.

*Рис. 8.2-3. Окно «УСТАНОВКИ»*

**Градуировки** – вход в меню «ГРАДУИРОВКА» позволит Вам выбрать из автоградуировки по атмосферному воздуху и градуировки по поверочным газовым смесям.

**Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Градуировки**

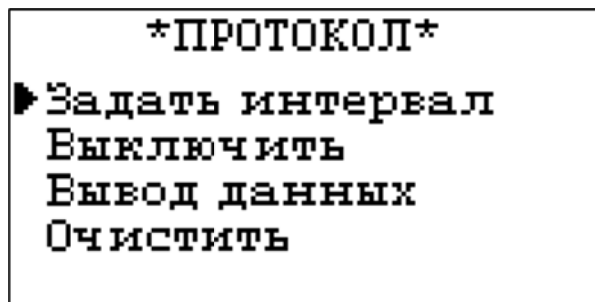
В главном меню выберите опцию «Градуировки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГРАДУИРОВКА\*\***.



*Рис. 8.2-4. Окно «ГРАДУИРОВКА»*

**Протоколирование** - вход в меню «ПРОТОКОЛ» позволит задать интервал времени для записи результатов измерений в энергонезависимую память, осуществить включение и выключение режима протоколирования, вывести данные протокола на дисплей анализатора и компьютер, а также удалить данные из энергонезависимой памяти.

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Протоколирование



В главном меню выберите опцию «Протоколирование» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно \*ПРОТОКОЛ\*.

Рис. 8.2-5. Окно «ПРОТОКОЛ»

Электронный блокнот - вход в опцию «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ» позволит Вам осуществлять включение и выключение режима записи данных в электронный блокнот, выводить результаты измерений на дисплей анализатора и компьютер, а также удалить данные из энергонезависимой памяти. Запись данных в электронный блокнот осуществляется в окне измерений нажатием на кнопку «ВНИЗ».

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Блокнот

В главном меню выберите опцию «Блокнот» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ».

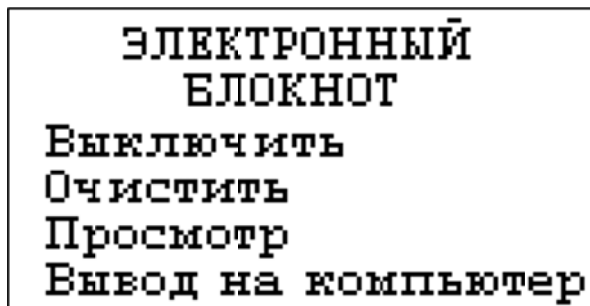
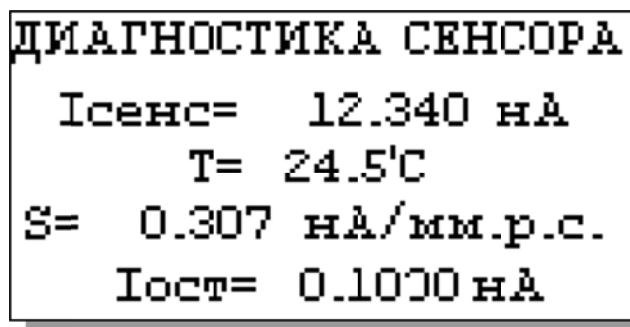


Рис. 8.2-6. Окно «БЛОКНОТ»

### 8.3. Меню «ДИАГНОСТИКА»

В меню «ДИАГНОСТИКА» (рис. 8.2.-2) Вы можете выбрать три опции диагностических тестов.

Диагностика ⇒ Диагностика сенсора



В этом окне высвечиваются текущие значения тока сенсора, температуры, чувствительности и значения остаточного тока сенсора.

Рис. 8.3-1. Окно «Диагностика сенсора»

### Диагностика ⇒ Диагностика экрана

В процессе выполнения этого теста окно дисплея заполняется по спирали до полного затемнения.

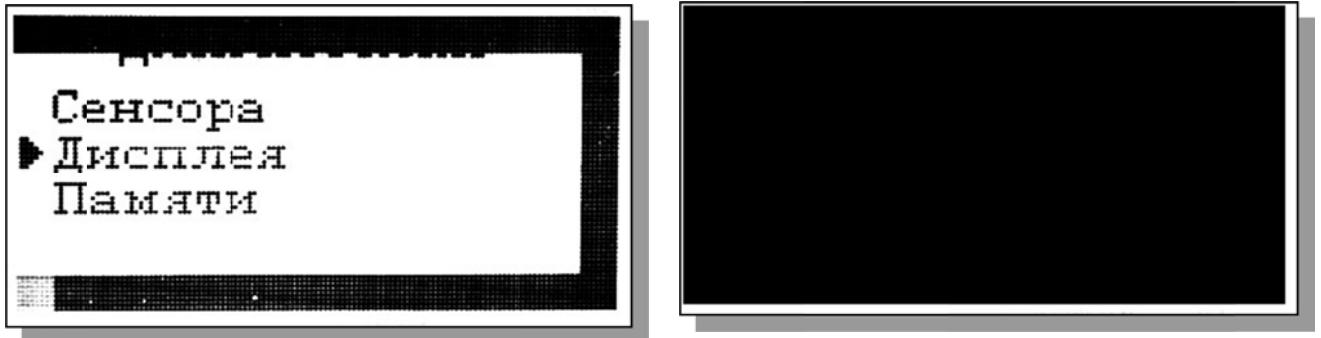


Рис. 8.3-2. Окно «Диагностика экрана»

### Диагностика ⇒ Диагностика памяти

Положительные результаты тестирования элементов памяти отражается записью ОК!

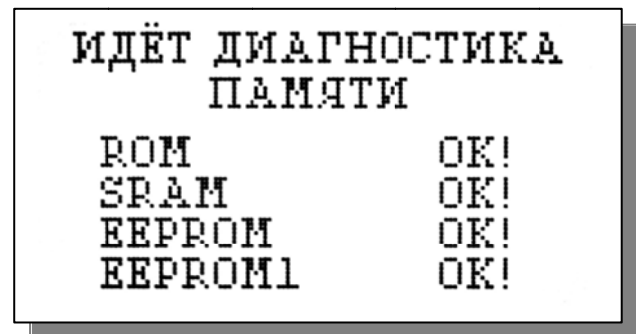


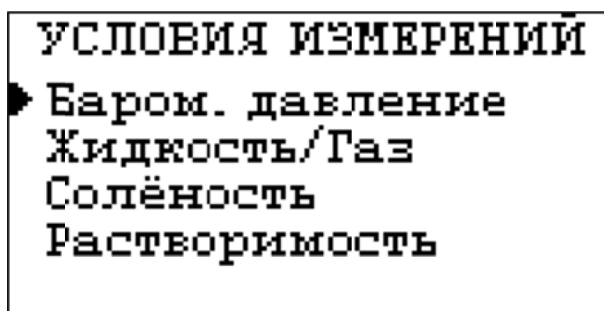
Рис. 8.3-3. Окно «Диагностика памяти»

## 8.4. Меню «УСТАНОВКИ»

В меню **\*\*УСТАНОВКИ\*\*** (рис. 8.2-3) Вы можете выбрать одну из четырех опций.

### Установки ⇒ Условия измерений

Окно «УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ» показано на рис. 8.4-1. Опции «Жидкость/Газ» и «Соленость» выводятся на экран только при выборе единиц измерения кислорода принятых в жидкостях, либо при выборе «Жидкость» при ответе на вопрос о среде, в которой будут



проводиться измерения. «Растворимость» выводится на экран только при единицах измерения мг/л, мкг/л.

Рис. 8.4-1. Окно «УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ»

**Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Барометрическое давление**

При выборе опции «Барометрическое давление» (рис. 8.4-2) можно ввести актуальное атмосферное давление.

*Рис. 8.4-2. Окно «Установка барометрического давления»*

**Установите значение барометрического давления и нажмите 'ВВОД'**  
**750.0 ммртст**

**Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Жидкость/Газ**

При выборе опции «Жидкость/Газ» (рис. 8.4-3) можно ввести ошибку жидкость-газ, характерную для выбранной жидкости.

*Рис. 8.4-3. Окно «Установка ошибки жидкость-газ»*

**Введите ошибку жидкость-газ**  
**2.5%**

**Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Соленость**

При выборе опции «Соленость» (рис. 8.4-4) можно ввести значение солености анализируемой жидкости в пересчете на NaCl.

*Рис. 8.4-4. Окно «УСТАНОВКА СОЛЁНОСТИ»*

**УСТАНОВКА СОЛЁНОСТИ**  
**000.0 г/л**

**Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Растворимости**

При выборе опции «Растворимость» необходимо решить проводятся ли измерения в воде, и тогда в расчетах результата измерений используется зашитая в память прибора зависимость растворимости кислорода в воде от температуры, либо измерения проводятся в другой жидкости, для которой такая зависимость достоверно неизвестна, и ее необходимо

ввести для конкретной температуры измерения. На экране появятся окна, показанные на рис. 8.4-5...8.4-7.

**В какой жидкости будет проведен анализ?**  
**Вода**  
**▶ Другая**

*Рис. 8.4-5.*

Для учета растворимости кислорода в выбранной жидкости введите концентрацию

Рис. 8.4-6.

кислорода воздуха в насыщенной жидкости при температ. измерения  
0010.0  $\frac{\text{МГ}}{\text{Л}}$

Рис. 8.4-7.

После ввода концентрации анализатор перейдет в Спецрежим, и в окне измерений (рис. 8.1) в правом нижнем углу появится знак **C**. Спецрежим автоматически отменяется при проведении градуировок и при выборе других единиц измерения.

Установки  $\Rightarrow$  Единиц измерения

При выборе опции «Единиц измерения» сначала выбирают измеряемую величину

ВЫБЕРИТЕ ИЗМЕРЯЕМУЮ  
ВЕЛИЧИНУ  
Массовая концентр.  
Процентное содерж.  
Парциальное давл.

(рис. 8.4-8). В зависимости от выбранной величины на дисплее появится одно из трех окон выбора единиц измерения (рис. 8.4-9...8.4-11).

Рис. 8.4-8.

В окне (рис. 8.4-9) можно выбрать единицу измерения массовой концентрации кислорода при измерениях в жидкостях: мг/л, мкг/л, PPM-массы. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию как на свойства газопроницаемой мембраны сенсора, так и на температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде.

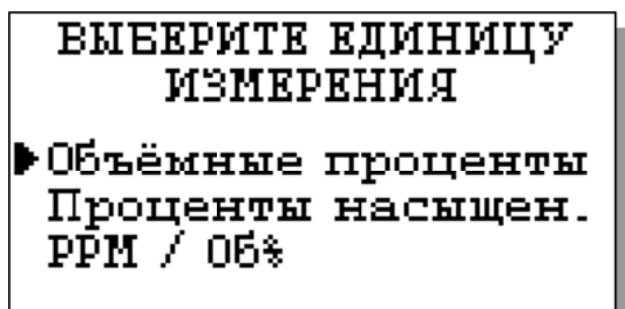
Рис. 8.4-9.

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ  
ИЗМЕРЕНИЯ  
МГ/Л  
▶ МКГ/Л  
PPM

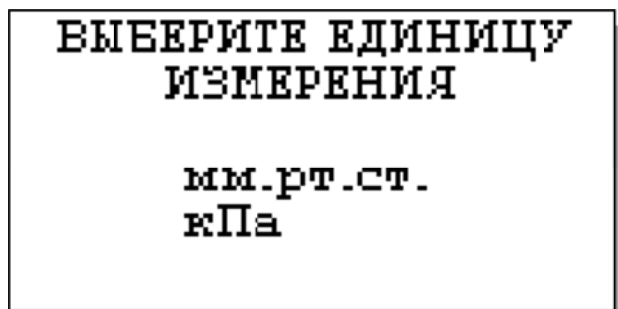
В окне (рис. 8.4-10) можно выбрать объемные проценты, PPM-объема (используются при анализе газов) или процент насыщения жидкости кислородом воздуха (% нас.). При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора.



В окне (рис. 8.4-11) можно выбрать единицу измерения парциального давления кислорода: мм.рт.ст. или кПа. Измерения в этих единицах используются как для анализа газов, так и жидкостей. Поэтому предварительно потребуется ответить на вопрос о выборе среды (рис. 8.4-12).

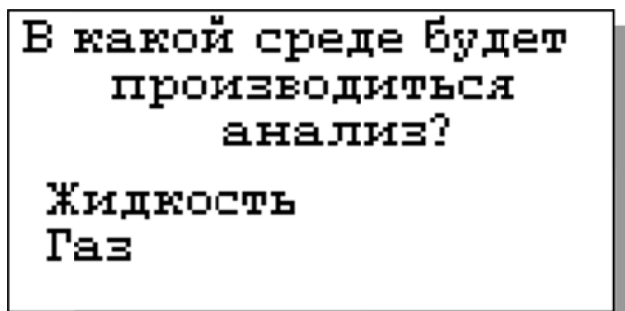


*Рис. 8.4-10.*



*Рис. 8.4-11.*

При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию на



свойства газопроницаемой мембраны сенсора, а при выборе опции «Жидкость» анализатор будет также компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как «Коэффициент Жидкость-Газ».

*Рис. 8.4-12. Выбор среды измерений*

После нажатия «ВВОД» на дисплее анализатора появится окно результатов измерений (см. рис. 8.1), в котором они отображаются в выбранной Вами единице измерения. Если Вы захотите изменить единицу измерения в процессе работы, то алгоритмы АКПМ-1-01 позволят Вам это сделать, не прибегая к проведению повторной градуировки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением измеряемой величины, единицы измерения и параметров градуировки. Кроме того, анализатор самостоятельно определит необходимость компенсации систематической погрешности измерений, известной как «Коэффициент Жидкость-Газ».

#### **Установки ⇒ Интерфейсов**

При входе в опцию «Интерфейсов» анализатор предлагает Вам выбрать для настройки интерфейсное устройство (рис. 8.4-13).

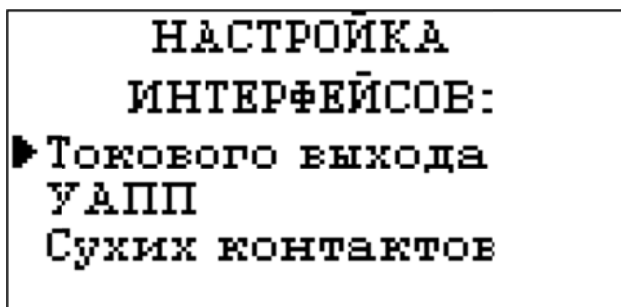
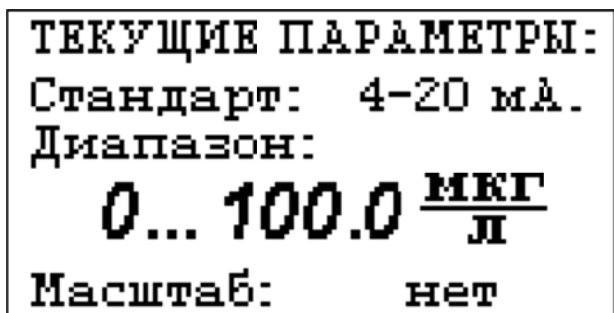


Рис. 8.4-13. Окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ»

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ Токового выхода

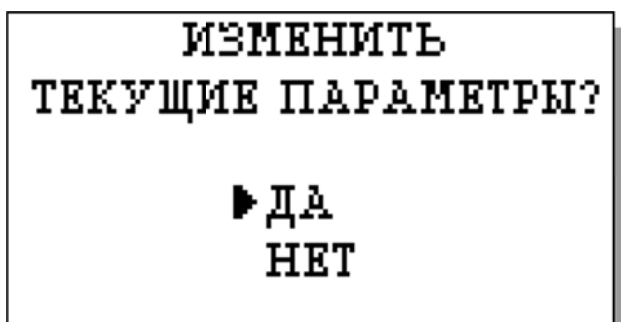
В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» выберите опцию «Токового выхода». На дисплее анализатора в течение 5 секунд высвечивается окно, показанное на рис. 8.4-14.

Рис. 8.4-14. Текущие параметры токового выхода



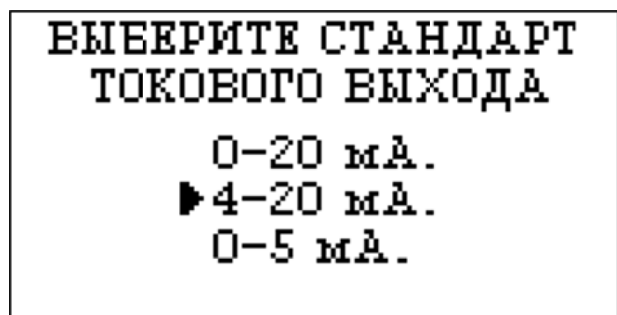
Затем появится окно, показанное на рис. 8.4-15. Если Вы хотите оставить параметры без изменений, выберите «НЕТ». Анализатор возвращается в окно настройки интерфейсов.

Рис. 8.4-15. Окно вопроса



Если Вы хотите изменить настройки токового выхода, выбирайте «ДА», и на дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.4-16.

Рис. 8.4-16. Окно выбора стандарта токового выхода



В этом окне с помощью кнопок перемещения курсора выберите стандартный токовый выход (0-20, 4-20 или 0-5 мА), на который настроен Ваш регистрирующий самописец.

После выбора стандарта установите диапазон шкалы самописца (рис. 8.4-17).

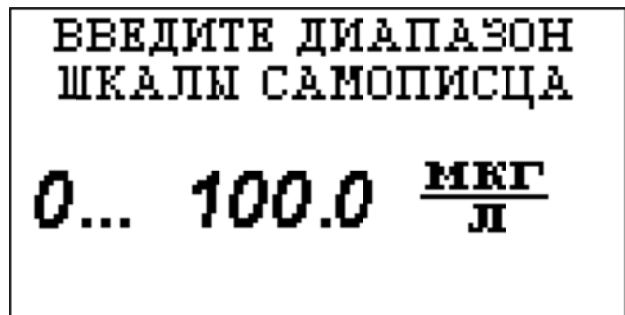
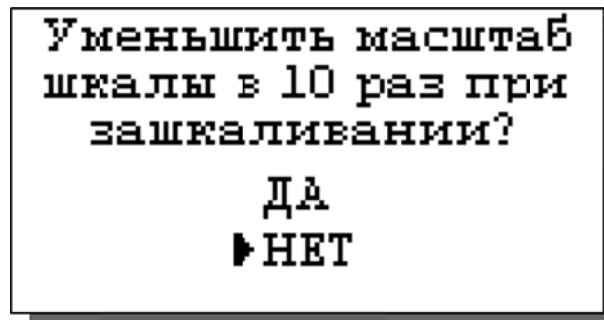


рис. 8.4-18. Если Вы хотите чтобы при зашкаливании токового выхода масштаб шкалы уменьшался в 10 раз, выберите «ДА».

*Рис. 8.4-18. Окно переключения масштаба шкалы токового выхода*

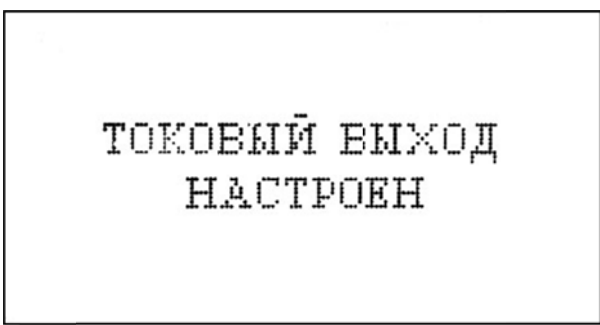
*Рис. 8.4-17. Окно настройки шкалы самописца*

После нажатия «ВВОД» на дисплее анализатора появится окно, показанное на



После появления сообщения о том, что токовый выход настроен (см. рис. 8.4-19) анализатор перейдет в режим измерений.

*Рис. 8.4-19. Окно информации*



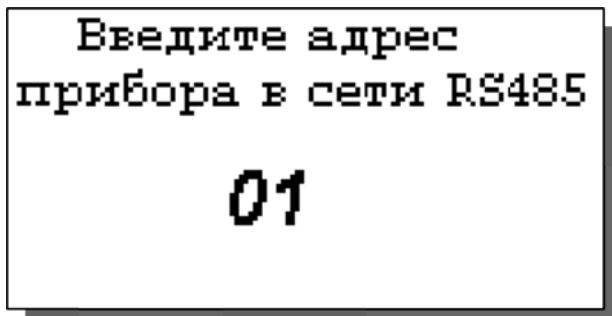
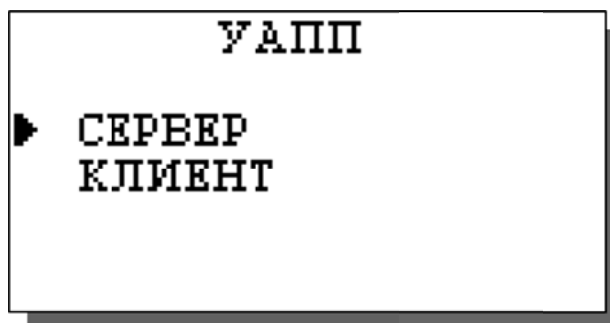
В случае превышения сигналом токового выхода установленных пределов, на дисплее анализатора загорится индикатор превышения диапазона шкалы самописца. При этом раздастся прерывистый звуковой сигнал. Для его отключения нажмите «ОТМЕНА» и удерживайте её в течение 5 с в нажатом состоянии. Если показания не возвращаются в установленный диапазон, откорректируйте диапазон шкалы самописца (рис. 8.4-17).

### **Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ УАПП**

В составе анализатора имеются 2 универсальных асинхронных приемопередатчика (УАПП), один из которых работает в режиме сервера и выдает в цифровом виде информацию о результатах измерений, другой работает в режиме клиента и служит для дистанционного управления выносными измерительными преобразователями прибора. УАПП в режиме клиента не входит в базовую комплектацию, его наличие оговаривается заранее в условиях поставки. На рис. 8.4-20 представлено окно выбора УАПП для настройки.

УАПП в режиме сервера может работать в составе интерфейсов RS-485 или USB (оговаривается заранее в условиях поставки).

*Рис. 8.4-20. Окно выбора УАПП*

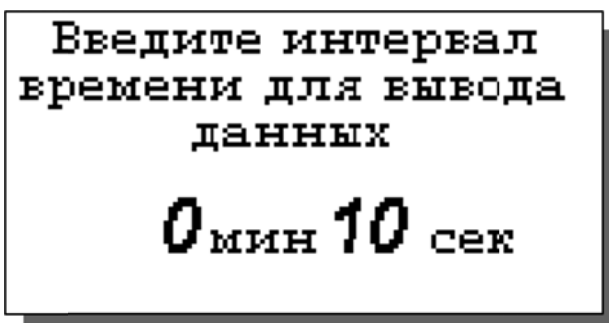
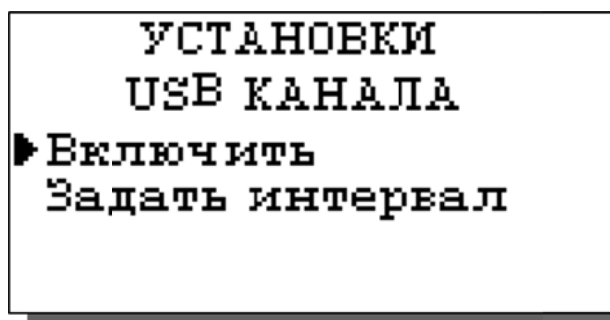


Если выбран RS-485, то на дисплее появится окно, представленное на рис. 8.4-21.

*Рис. 8.4-21. Окно выбора адреса прибора в сети RS485*

Если же выбран USB, то в окне на рис. 8.4-22 можно включить или выключить передатчик, а также задать интервал времени между отправками информации на терминал компьютера (см. рис. 8.4-23).

*Рис. 8.4-22. Окно установок USB канала*

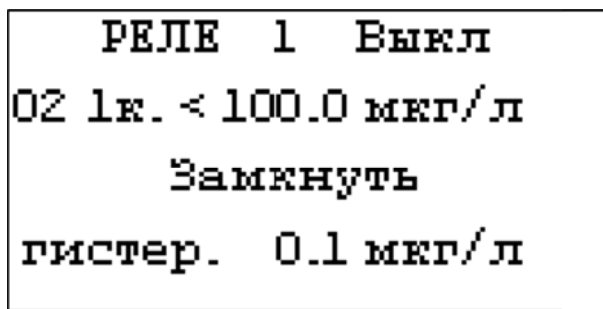


*Рис. 8.4-23. Окно установок USB канала*

#### Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ Сухих контактов

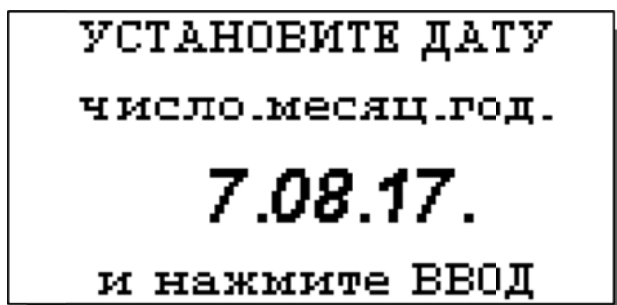
В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.4-13) выберите опцию «Сухих контактов» и нажмите «ВВОД». На дисплее появится картинка, изображенная на рис. 8.4-24.

**Рис. 8.4-24. Окно настройки сухих контактов**



С помощью кнопок «Влево», «Вправо» можно перемещать курсор (мигание надписи) по настраиваемым параметрам: номер реле, разрешение на срабатывание реле, компарируемая величина, порог компарирования, больше/меньше компарируемой величины, гистерезис, исходное состояние контактов. С помощью кнопки «Ввод» данные параметры можно изменить.

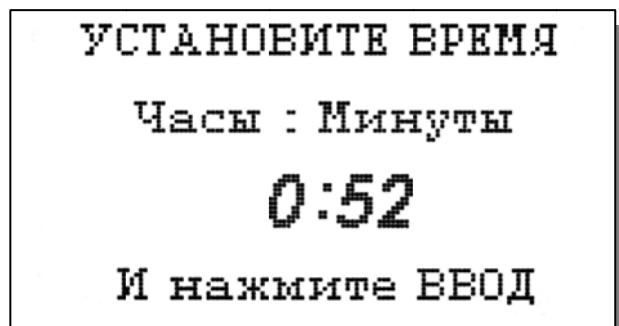
### Установки ⇒ Часов



Установка часов осуществляется в окне «УСТАНОВКИ». Выберите опцию «Часов» и нажмите «ВВОД». Установите дату и время (см. рис. 8.4-25 и 8.4-26) и нажмите «ВВОД».

**Рис. 8.4-25. Окно установки даты**

**Рис. 8.4-26. Окно установки времени**



После ввода текущего времени и даты анализатор перейдет в окно измерений. В нижней строке окна будут высвечиваться время и дата. При активизации протоколирования и электронного блокнота записи данных во внутреннюю энергонезависимую память будут производиться в установленной шкале времени.

## 8.5 Меню «ПРОТОКОЛ»

### Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Протоколирование

В меню \*ПРОТОКОЛ\* (см. рис. 8.2-5) предусмотрена возможность очистить память протокола, включить (выключить) протоколирование, задать интервал протоколирования и вывести результаты.

При выборе опции «Включить/выключить» протоколирование в окне измерений в верхней строке появляется или исчезает «иконка» протокола (см. рис. 8.1).

При выборе опции задания интервала введите интервал времени записи результатов измерений и нажмите «ВВОД» (рис. 8.5-1).

Объем памяти позволяет произвести более 15000 записей.

*Рис. 8.5-1. Окно установки интервала протоколирования*

**Введите интервал  
времени для вывода  
данных**  
**0ч 30 мин**

**ВЫВОД ДАННЫХ**  
**Табличный вывод**  
**Поиск**  
**Вывод на компьютер**

В опции «Вывод данных» можно выбрать способ вывода результатов измерений: на дисплей анализатора или на компьютер (см. рис. 8.5-2).

*Рис. 8.5-2. Окно вывода данных*

При выводе на дисплей информацию можно выводить либо постранично в хронологическом порядке (Табличный вывод), либо с помощью поиска по конкретной дате и времени (см. рис. 8.5-3 и рис. 8.5-4).

При табличном выводе с помощью кнопок «ВПРАВО», «ВЛЕВО» Вы можете пролистывать протокол данных.

*Рис. 8.5-3. Окно табличного вывода протокола*

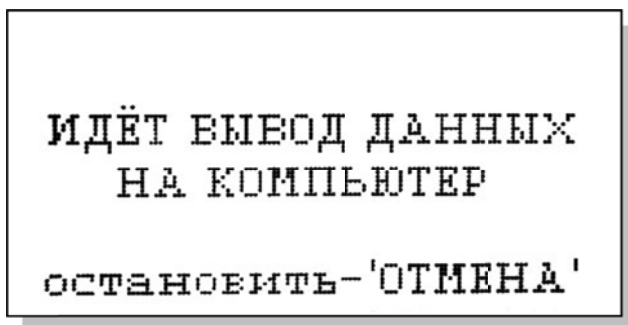
**Дата: 31.08.17**  
**Время: 13:57**  
**O2: 10.8 мкг/л**  
**T: 24.2 °C**  
**ВВОД - поиск по дате**

При нажатии «ВВОД» в окне табличного вывода или выборе опции «Поиск» в окне вывода данных можно перейти в окно поиска. С помощью кнопок перемещения курсора установите дату и время для поиска данных в протоколе и нажмите «ВВОД». Результатом поиска станет окно, показанное на рис. 8.5-3.

**ПАРАМЕТРЫ ПОИСКА:**  
**Дата: 1.03.16**  
**Время: 10:00**  
**Искать - 'ВВОД'**

*Рис. 8.5-4. Окно поиска данных по дате*

При выборе опции «Вывод данных на компьютер осуществляется передача протокола



данных на компьютер по цифровому каналу (рис. 8.5-5). При этом на дисплее появится информация о выводе данных.

*Рис. 8.5-5. Окно вывода данных на компьютер*

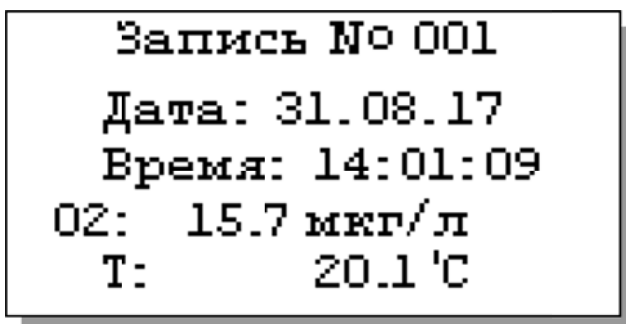
## 8.6 Меню «БЛОКНОТ»

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Блокнот

В меню «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ» (см. рис. 8.2-6) предусмотрена возможность очистить память блокнота, включить (выключить) блокнот и вывести результаты.

При выборе опции «Включить/выключить» в окне измерений в верхней строке появляется или исчезает «иконка» блокнота (см. рис. 8.1).

При выборе опции «Просмотр» откроется окно, показанное на рис. 8.6-1. С помощью кнопок «ВЛЕВО» «ВПРАВО» Вы можете пролистывать данные, записанные в электронный блокнот.



*Рис. 8.6-1. Окно «Запись в блокноте».*

При выборе опции «Вывод данных на компьютер» (см. рис. 8.2-6) появится окно, аналогичное рис. 8.5-5.

## 9. ГРАДУИРОВКА АНАЛИЗАТОРА.

В анализаторе реализованы следующие **виды градуировок:**

- Автоматическая градуировка по атмосферному воздуху.
- Градуировка по поверочной газовой смеси (ПГС).
- Градуировка по нулевой точке.

Общие положения по градуировке анализатора приведены в п.п. 5.1. - 5.2. настоящего руководства.

### 9.1. Процедура автоматической градуировки анализатора.

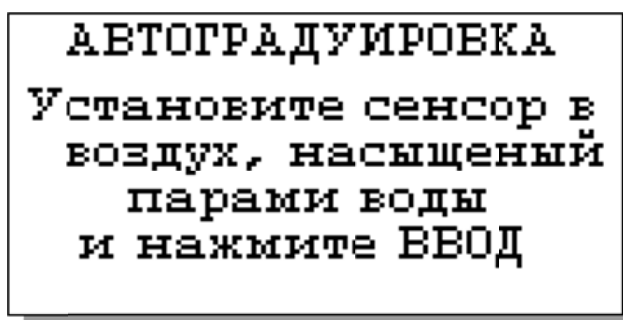
При автоматической градуировке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием кислорода используется атмосферный воздух, насыщенный парами воды. Градуировку сенсоров АСрО<sub>2</sub>-01 - АСрО<sub>2</sub>-04 можно проводить двумя способами.

При первом способе градуировки сенсор достают из измерительной камеры, тщательно промывают его чувствительную часть в водопроводной воде и с помощью фильтровальной бумаги или марлевого тампона удаляют оставшиеся капли воды с поверхности АС. Затем на дно «градуировочной склянки» наливают немного водопроводной воды и устанавливают в нее АС. Чувствительная поверхность сенсора не должна касаться поверхности воды в склянке.

При втором способе градуировки сенсоры АСрО<sub>2</sub>-01 - АСрО<sub>2</sub>-04 остаются в измерительной камере. Для удобства выполнения последующих процедур измерительную камеру достают из держателя, поворачивают на 180 °, давая стечь жидкости, а затем опять устанавливают в держатель. Если в измерительной камере находился раствор сульфата натрия, то ее необходимо тщательно промыть водой. Для этого через входную трубку пропускают 300 - 1000 мл воды. Затем через входную трубку с помощью шприца, заполненного воздухом, путем продува удаляют остатки воды из камеры. При этом на чувствительной поверхности АС не должно оставаться капель воды.

При градуировке АСрО<sub>2</sub>-05 его промывают в воде, удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности сенсора фильтровальной бумагой, а затем устанавливают в вертикальном положении на смоченную водой фильтровальную бумагу.

При градуировке АСрО<sub>2</sub>-06 его также промывают водой, удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности сенсора, а затем закрепляют в вертикальном положении (например, в штативе). Для проведения автоматической градуировки анализатора по



атмосферному воздуху, насыщенному парами воды в меню **\*\*ГРАДУИРОВКА\*\*** (рис. 8.2-4) выбирается соответствующая опция и выполняются инструкции (рис. 9.1-1, 8.4-2, 9.1-2).

*Рис. 9.1-1.*

Далее на дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высветится сообщение «АВТОГРАДУИРОВКА ЗАВЕРШЕНА» и анализатор перейдет в режим измерений.



**Рис. 9.1-2.**

Алгоритмы АКПМ-1-01 позволяют проводить автоградуировку в любой выбранной единице измерения, а в дальнейшем переходить в другие единицы измерения. При этом не требуется еще раз проводить автоградуировку.

**АВТОГРАДУИРОВКА  
после стабилизации  
показаний нажмите  
'ВВОД'  
8.1  $\frac{\text{МКГ}}{\text{Л}}$**

Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения.

Периодичность проведения автоградуировки определяется точностью, с которой Вы хотите проводить измерения. При этом Вы также должны учитывать, что чувствительность АС может изменяться во времени. Благодаря выбору оптимальных условий работы и внутренних параметров АС они обеспечивают стабильность показаний при постоянном барометрическом давлении и концентрации кислорода не хуже 2 % в течение 2-х недель. Поэтому, если Вас удовлетворяет погрешность измерений 4-5%, Вы можете проводить автоградуировку не реже 1 раза в месяц. Если измерения проводятся в области микрограммовых концентраций кислорода, этот интервал может быть увеличен до 2 месяцев.

## **9.2. Процедура градуировки анализатора по поверочной газовой смеси.**

Градуировку по ПГС целесообразно проводить, когда требуется обеспечить высокую точность измерений содержания кислорода в газах. При этом желательно использовать ПГС, в которой содержание кислорода близко к номинальному значению в анализируемой среде.

Для проведения градуировки анализатора по ПГС предварительно установите единицу измерения об. %. Далее в меню **\*\*ГРАДУИРОВКА\*\*** (рис. 8.2-4) выбирается соответствующая опция и выполняются инструкции (рис. 9.2-1...9.2-3).

С помощью вентиля тонкой регулировки (на баллоне с ПГС) установите расход

газовой смеси 2-5 пузырьков в секунду, и затем соедините входную трубку измерительной камеры с выходом редуктора и нажмите «ВВОД».

**ПО ОБРАЗЦОВОЙ МЕРЕ  
Установите сенсор в  
смесь, выбранную  
для градуировки  
и нажмите ВВОД**

**Рис. 9.2-1.**

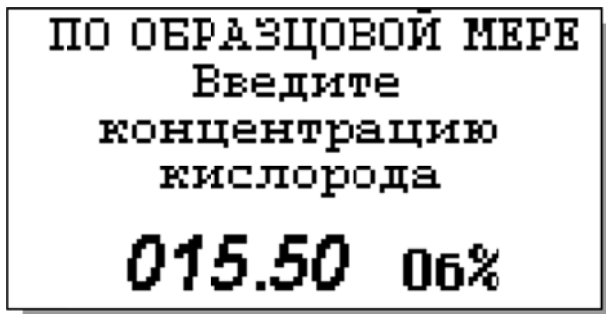


Рис. 9.2-2.

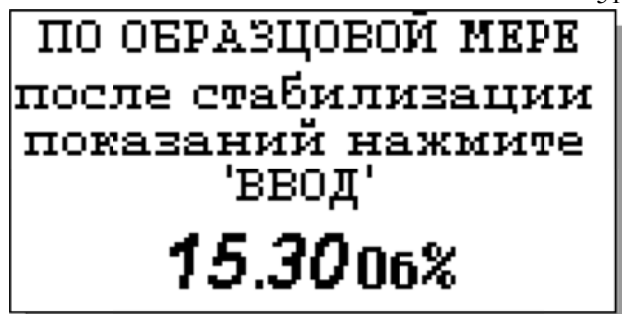


Рис. 9.2-3.

На дисплее появится надпись «ГРАДУИРОВКА ЗАВЕРШЕНА» и анализатор перейдет в режим измерений.

### 9.3 Процедура градуировки нулевой точки анализатора.

Градуировка нулевой точки проводится в процессе производства и при подготовке анализаторов к поверке. В силу малости и высокой стабильности токов утечки сенсоров данная процедура в процессе эксплуатации не проводится, поэтому опция градуировки нулевой точки вынесена в служебное меню градуировок (см. Приложение 6).

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Включите анализатор. Произведите настройку и градуировку анализатора согласно п.п. 8, 9 настоящего руководства. Анализатор готов к работе.

Ваш анализатор является универсальным средством измерения, с помощью которого Вы можете решать разнообразные задачи аналитического контроля кислорода в разных областях. Выбранный Вами вариант исполнения анализатора в наилучшей степени соответствует конкретному назначению и области его применения, описанным в п.п. 2, 3. Для решения других прикладных задач Вы можете дополнительно приобрести соответствующие амперметрические сенсоры и необходимые аксессуары. В случае приобретения Вами нового сенсора Вам необходимо будет ввести паспортные константы встроенного в сенсор датчика температуры (см. Приложение 3).

В тех случаях, когда выбранный Вами вариант исполнения анализатора, конструктивное решение сенсора и входящих в комплект поставки аксессуаров позволяют применить анализатор для решения новой прикладной задачи, необходимость приобретения нового сенсора отпадает. В этом случае Вам необходимо правильно настроить анализатор на решение новой прикладной задачи.

В этом разделе приводятся сведения о порядке работы с анализатором при решении конкретных задач аналитического контроля кислорода, а также даются рекомендации по прикладным применениям анализатора АКПМ-1-01.

### **10.1 Определение $pO_2$ , $cO_2$ в лабораторных условиях.**

Для решения этой задачи используют АКПМ-1-01Л, стандартные склянки БПК–150-29/32-14/23 (Производитель - ПАО "Химлаборприбор", г. Клин, М.О., шифр при заказе 560) и магнитную мешалку. Градуировку анализатора проводят в режиме автоградуировки (см. п.9). Для измерений  $pO_2$  или  $cO_2$  в микрообъемах жидкостей и газов используют измерительную камеру для микроанализа (ИКМА).

10.1.1. Поставьте склянку с анализируемой пробой на одну из половинок чашки Петри. Откройте склянку и опустите в нее активатор магнитной мешалки.

10.1.2. Установите  $АСpO_2-01$  в склянку БПК так, чтобы на поверхности чувствительной мембраны не было пузырьков воздуха. Склянку с чашкой Петри и амперометрическим сенсором поставьте на электромагнитную мешалку. Включите электромагнитную мешалку.

**ВНИМАНИЕ!** При установке  $АСpO_2-01$  в склянку БПК старайтесь не повредить мембрану  $АС pO_2$ . При использовании мощных электромагнитных мешалок необходимо установить такое число оборотов магнитной мешалки, которое не приводило бы к "засасыванию" пузырьков воздуха.

10.1.3. После достижения устойчивых показаний (примерно через 40 - 60 с после установки склянки с  $АСpO_2$  на мешалку) производите отсчет показаний анализатора в выбранной предварительно единице измерения. При нажатии кнопки «стрелка вниз» результат измерения запишется в электронный блокнот.

10.1.4. После проведения измерений снимите склянку с электромагнитной мешалки. Осторожно достаньте  $АСpO_2-01$  из склянки и установите его в "градуировочную склянку" (склянка БПК, на дно которой налито 10-20 мл воды может использоваться для градуировки). С помощью магнита извлеките активатор из склянки с проанализированной пробой.

10.1.5. Для каждой новой пробы выполняйте операции п. 10.1.2 - 10.1.4.

10.1.6. После выполнения всех анализов установите  $АСpO_2-01$  в склянку.

### **10.2 Определение БПК стандартным методом с разбавлением при помощи анализатора АКПМ-1-01Л.**

10.2.1. Подготовку проб на БПК выполняют согласно методике ПНДФ 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" и других похожих рекомендаций.

10.2.2. Измерения концентрации растворенного кислорода в склянках БПК до и после инкубации проводите согласно п.10.1 настоящего руководства.

10.2.3. Расчет БПК<sub>5</sub> (с разбавлением) выполняют по формуле:

$$X = [(A - B) - (a - b)] * N \quad (2)$$

где: X – расчетное значение БПК<sub>5</sub>, мг/л;

A, B – концентрация растворенного кислорода в разбавленной анализируемой пробе воды соответственно до и после инкубации;

a, b – концентрация растворенного кислорода в разбавляющей воде до и после инкубации соответственно;

N – величина разбавления (во сколько раз разбавлено).

### 10.3. Определение кислорода в газах.

Для решения этой задачи используют АКПМ-1-01Г и измерительную камеру ИКПГ.

Для обеспечения измерений кислорода в разряженных газовых смесях (например, в топочных газах) анализатор комплектуется устройством подготовки газовой пробы УПП-01. С помощью этого устройства осуществляется всасывание и охлаждение анализируемого газа с последующим отделением сконденсированной влаги и нагнетанием в измерительную камеру АСрО<sub>2</sub>. Принципиальная схема УПП-01 показана на рис. 10.1.

Для измерений процентного содержания кислорода в дыхательных газовых смесях, например, в аппаратах искусственной вентиляции легких (ИВЛ), наркозно-дыхательной аппаратуре, гипоксикаторах и др. медицинской аппаратуре, используют измерительную камеру ИКДГ, которую включают в дыхательный контур.

Если анализатор будет использоваться для измерений сверхмалых концентраций кислорода, необходимо отградуировать его по «Ноль раствору» (см. п. 9) или сертифицированному инертному газу (аргон, азот или СО<sub>2</sub> со степенью чистоты не хуже чем 99.999 об. %). Градуировку второй точки можно проводить по атмосферному воздуху, насыщенному парами, воды в режиме «Автоградуировка» или с помощью поверочной газовой смеси, содержание кислорода в которой близко к верхнему диапазону измерения.

**Внимание!** При проведении измерений процентного содержания кислорода в газах помните, что общее давление анализируемого газа в измерительной камере не должно заметно отличаться от барометрического давления. В таких случаях с помощью регулятора расхода газов обеспечьте минимально возможный расход газа через измерительную камеру. Следите чтобы на чувствительной поверхности АС не было капель воды.

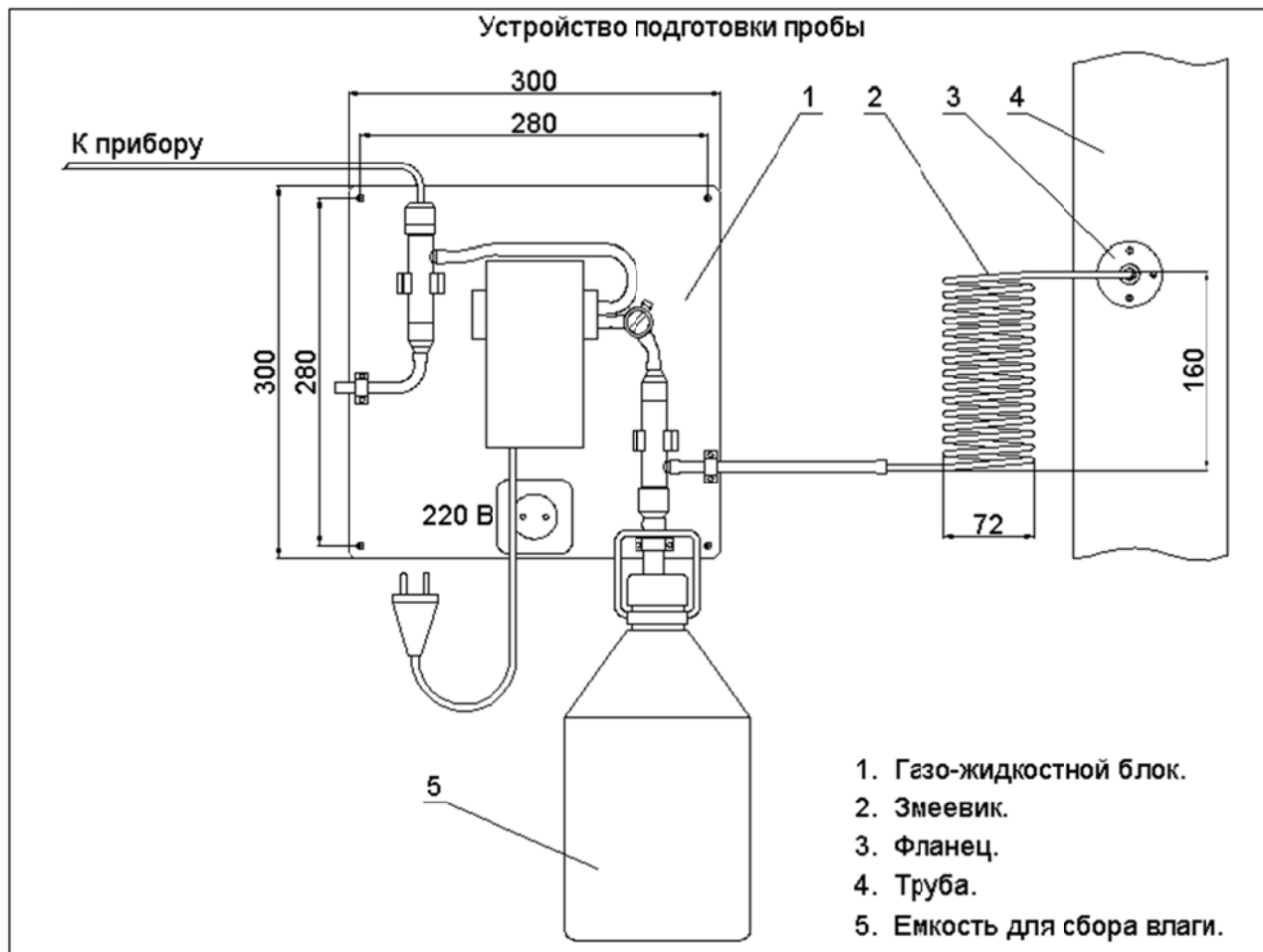


Рис. 10.1 Принципиальная схема УППП-01.

**10.4. Аналитический контроль концентрации кислорода в потоке жидкостей,** например в химико-технологических процессах подготовки воды на ТЭЦ, ГРЭС, АЭС.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит вариант исполнения анализатора АКПМ-1-01Т. Анализаторы должны устанавливаться по месту или на щите. Для этого необходимо на линии входа анализируемой пробы установить регулятор давления (дроссель) и холодильник. Регулятор давления должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру АС в диапазоне от 2 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой пробы до температуры 0 – 50 °С. С целью уменьшения времени транспортного запаздывания и эффектов “подсоса воздуха” рекомендуется анализатор устанавливать в непосредственной близости от пробоотборной точки. Для подвода анализируемой пробы к измерительной камере АС допускается использовать трубки из нержавеющей стали или гибкую трубку из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Не допускается использование трубок из силиконовой резины. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого внутренний диаметр трубки должен быть не менее 4 мм. Перед

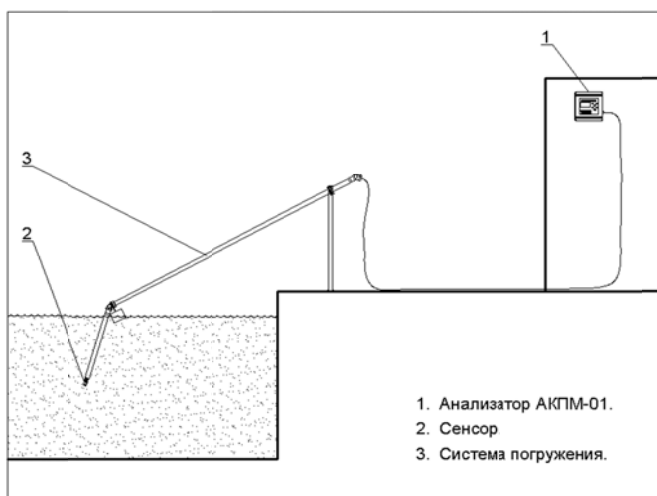
измерительной камерой рекомендуем установить фильтр тонкой очистки, который Вы можете заказать дополнительно.

При подключении измерительной камеры (ИКПЖ) к пробоотборной точке используйте стандартные переходники, которые Вы можете заказать при покупке анализатора или по e-mail (с номенклатурой стандартных переходников Вы можете ознакомиться на нашем сайте). При установке АСрО<sub>2</sub>-03 или АСрО<sub>2</sub>-04 в измерительную камеру убедитесь в наличии герметизирующего резинового кольца (см. рис. 3.9, 3.10). Для обеспечения независимости показаний от скорости потока установите в трубке пробоотборника расход воды равный 2-50 л/час. Трубку, соединенную с выходным штуцером измерительной камеры, положите в сливной лоток.

### 10.5. Аналитический контроль кислорода в природных и сточных водах.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит вариант исполнения анализатора АКПМ-1-01П, в комплект которого входит сенсор погружного типа АСрО<sub>2</sub>-05. Этот сенсор устанавливается в герметичный корпус из нержавеющей стали и имеет надежную заделку кабеля в корпусе (см. рис.3.3, 3.4). Градуировку анализатора АКПМ-1-01П можно проводить по атмосферному воздуху, насыщенному парами воды. Для этого АСрО<sub>2</sub>-05 не требуется доставать из герметичной ячейки. Для обеспечения давления насыщенных водяных паров поставьте его на фильтровальную бумагу, смоченную водой и запустите процедуру «Автоградуировка». При проведении измерений в неподвижных жидкостях, удерживайте АСрО<sub>2</sub>-05 за кабель и совершайте колебательные движения амплитудой 10-15 см частотой 10-30 колебаний в минуту.

Для обеспечения сохранности сенсора при его эксплуатации в аэротенках или других



объектах с интенсивным перемешиванием рекомендуем сенсор и его кабель закрепить на штанге. Для удобства монтажа и эксплуатации АКПМ-1-01П на очистных сооружениях Вы можете приобрести специальную арматуру. Принципиальная схема установки АСрО<sub>2</sub>-05 в аэротенке с помощью такой арматуры приведена на рис. 10.2.

Рис. 10.2 Схема установки АСрО<sub>2</sub>-05 в аэротенке с помощью системы погружения.

## **10.6. Аналитический контроль кислорода в биотехнологических процессах.**

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит вариант исполнения анализатора АКПМ-1-01Б, в комплект которого входит стерилизуемый сенсор АСрО<sub>2</sub>-06. Этот сенсор может устанавливаться в крышку ферментера или через стандартные фланцы в биореакторы как отечественного, так и зарубежного производств. Перед стерилизацией ферментера с установленным в нем АСрО<sub>2</sub>-06 необходимо отсоединить кабель от сенсора и на его разъем накрутить защитную заглушку. При этом необходимо убедиться в наличии и целостности герметизирующей прокладки в защитной заглушке. При стерилизации сенсора в биореакторе надевать защитную заглушку не требуется.

При проведении аналитического контроля кислорода в культуральных жидкостях температурные зависимости коэффициента растворимости кислорода, как правило, неизвестны. Поэтому при проведении таких измерений часто пользуются относительной единицей измерения - % нас. В этом случае автоградуировку анализатора проводят по атмосферному воздуху насыщенному парами воды или по питательной среде насыщенной кислородом воздуха. В тех случаях, когда коэффициент растворимости кислорода в анализируемой среде известен, необходимо использовать спецрежим (см. п. 9).

## **11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА.**

Если Ваш анализатор нуждается в техническом обслуживании, ремонте или периодической проверке, свяжитесь с сервисным центром фирмы «Альфа БАССЕНС» (адрес указан на стр.2) или с ближайшим официальным дилером. Контактные телефоны официальных дилеров размещены на нашем сайте.

Сервисный центр «Фирма «Альфа БАССЕНС» выполняет весь комплекс работ по техническому обслуживанию анализаторов и их периодической проверке в органах Госстандарта РФ. С условиями проведения этих работ Вы можете ознакомиться на нашем сайте.

11.1 Электронный блок анализатора крайне редко нуждается в обслуживании и ремонте благодаря высокому качеству производства анализаторов, использованию надежных комплектующих, прочности, герметичности и высокой степени пылевлагозащиты корпуса анализатора (IP-65). Каждый анализатор в комплекте с датчиком подвергается испытаниям на надежность, проходит предпродажную подготовку и тестирование работоспособности его основных блоков. В периодической замене нуждается только батарейка, установленная в нижнем отсеке анализатора. Как правило, замена батарейки осуществляется при каждом втором техническом обслуживании анализатора перед представлением его для ежегодной периодической проверки в органы Госстандарта РФ.

11.2 Амперометрические сенсоры благодаря оригинальным техническим решениям, использованию благородных металлов и высокому качеству производства имеют неограниченный срок службы. В то же время сенсоры нуждаются в проведении межрегламентного обслуживания, выполняемого Потребителем в процессе эксплуатации. К этим работам относятся замена мембранного колпачка и гелиевого раствора электролита (см. п.п. 3, 4). Периодичность замены электролита и мембранного колпачка зависит от условий эксплуатации анализатора и должна проводиться не реже 1 раза в год, а также в следующих случаях:

- Нарушена целостность мембраны. Внешним признаком этого служат видимые капельки электролита на торцовой поверхности сенсора, а также значительное уменьшение уровня электролита в корпусе сенсора;
- Мембрана вытянулась и не достаточно сильно натягивается торцовой частью стеклянной гильзы (см. рис. 4.2). Признаком слабого натяжения мембраны является значительное снижение быстродействия и высокое значение остаточного тока сенсора при нахождении сенсора в «Ноль растворе»;
- Показания анализатора при измерениях или градуировке по воздуху нестабильны и имеют большой дрейф.

Если в сенсоре возникла какая-то неполадка, прежде всего проверьте целостность кабеля и стеклянной гильзы. Наличие трещин и сколов на стеклянной гильзе АС свидетельствует о несоблюдении Потребителем мер предосторожности (см. п. 6). Неаккуратное обращение с АС и несоблюдение мер предосторожности может привести к его утрате. При выяснении причин отказов могут оказаться полезными тесты работоспособности АС. Эти тесты можно также проводить при замене мембранного колпачка и раствора электролита.

**Тест №1.** Проверка сопротивления изоляции между катодом и анодом.

1. Снимите мембранный колпачок (см. рис. 3.7, 3.8) и промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде. С помощью фильтровальной бумаги удалите капли воды и тщательно просушите торцовую часть стеклянной гильзы.
2. В главном меню войдите в опцию диагностика сенсора. (см. п. 8.4).
3. Если ток сенсора ( $I_{\text{сенс}}$ ) имеет близкое к нулю значение (см. рис. 8.4-2б) и сопоставим с величиной остаточного тока ( $I_{\text{ост}}$ ), то сопротивление изоляции находится в пределах нормы. Если ток сенсора значительно отличается от нуля, попробуйте более тщательно выполнить п. 1 настоящего теста. Высокое значение тока сенсора свидетельствует о нарушении сопротивления изоляции. К возможным причинам следует отнести нарушение целостности кабеля, трещины или сколы в стеклянной гильзе, а также попадание влаги или сульфата натрия в разъем сенсора. В последнем случае следует



промыть разъем дистиллированной водой, а затем тщательно просушить в течение нескольких суток при температуре близкой к 40-60 °С.

**Тест №2.** Проверка датчика температуры и проверка реакции сенсора на Ваше дыхание. Этот тест выполняется после выполнения теста №1.

1. В окне «Диагностика сенсора» наблюдайте за током протекающим через сенсор (Iсенс) и показаниями температуры (Т). Возьмите сенсор за пластмассовую деталь и выдохните на стеклянную гильзу сенсора, направляя струю альвеолярного воздуха на торцовую часть стеклянной гильзы. Если температура окружающего воздуха ниже 35 °С, то показания температуры (Т) и тока сенсора должны возрасть. Увеличение тока сенсора объясняется тем, что на поверхности стеклянной гильзы конденсируется влага из альвеолярного воздуха и электрическая цепь между катодом и анодом замыкается.
2. По мере испарения влаги со стеклянной гильзы показания температуры и тока сенсора будут уменьшаться, стремясь к прежним значениям. Такое поведение сенсора свидетельствует об отсутствии обрывов в кабеле и разъеме сенсора. Если ток сенсора не изменяется, попробуйте погрузить торцовую часть стеклянной гильзы в стакан с дистиллированной водой. При этом анод сенсора должен находиться в воде. Если эта операция не привела к ожидаемому результату, то по-видимому, к кабелю сенсора прикладывались недопустимо высокие механические усилия (см. п.6), что привело к обрыву анода или катода. В этом случае свяжитесь с сервисным центром «Фирма Альфа БАССЕНС». Ремонт такого сенсора возможен только в случае обрыва кабеля у разъема. При недопустимо высоких механических нагрузках на кабель может также произойти обрыв проводов кабеля датчика температуры. В этом случае на дисплее высветится надпись « Датчик не подключен». В этом случае также свяжитесь с сервисным центром «Фирма Альфа БАССЕНС».

### 11.3. Измерительная камера.

При проведении анализов в потоке жидкостей, содержащих большое количество взвешенных частиц, на внутренней поверхности измерительной камеры появляются отложения, ухудшающие ее прозрачность. В этом случае Вам следует ее прочистить с помощью марлевого тампона, закрепленного на деревянной палочке. Для эффективности очистки можно использовать любые моющие средства, например стиральный порошок. Использовать растворители не рекомендуется. При проведении чистки измерительной камеры желательно также промыть обратный клапан (см. рис.4.5, 4.6). Для исключения возможности засорения измерительной камеры целесообразно установить фильтр тонкой очистки (см. п. 1, п. 4.3).

## 12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕПОЛАДКИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

Внешние проявления	Вероятные причины	Способы устранения
1. Анализатор не включается	Вышел из строя предохранитель	Заменить предохранитель.
2. На дисплее анализатора загорается сообщение «Сенсор не подключен»	1. Сенсор не подключен к анализатору 2. Обрыв кабеля	Открыть внутренний отсек анализатора и подключить сенсор Свяжитесь с сервисным центром по вопросу ремонта или замены.
3. Показания не чувствительны к изменению концентрации кислорода.	1. Высох раствор электролита 2. Обрыв кабеля	Долить раствор электролита или заменить мембранный колпачок Выполнить Тест №2 (см. п.11). При отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены.
4. При градуировке по «Ноль раствору» сенсор имеет большой остаточный ток	Нарушено сопротивление изоляции в сенсоре или в разъеме сенсора	Произвести внешний осмотр сенсора и выполнить Тест №1. При отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены.
5. Показания сенсора нестабильны во времени при постоянной концентрации кислорода.	1. Нарушена целостность мембраны 2. Мембрана вытянулась из-за превышения температуры или расхода воды	Заменить мембранный колпачок Обеспечить требования по температуре и расходу воды через измерительную камеру. Заменить мембранный колпачок
6. После включения анализатора выход на рабочий режим превышает 20 минут	Разрядилась батарейка	Заменить пальчиковую батарейку
7. Быстродействие сенсора существенно уменьшилось	Мембрана вытянулась из-за превышения температуры или расхода воды	Обеспечить требования по температуре и расходу воды через измерительную камеру. Заменить мембранный колпачок



**Паспорт  
на  
АНАЛИЗАТОР КИСЛОРОДА  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ  
АКПМ-1-01  
НЖЮК 4215-001.1-66109885-10 ПС**



Москва 2017

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.

Анализаторы кислорода АКПМ-1-01 (в дальнейшем - анализаторы) предназначены для производственного анализа (“непрерывного анализа”, “анализа на линии” или “технологического анализа”) концентрации ( $cO_2$ ), парциального давления кислорода ( $pO_2$ ), и температуры ( $T$ ) в жидких и газообразных средах.

Анализаторы, благодаря своей универсальности и широкому ассортименту используемых амперометрических сенсоров (АС), могут применяться для решения разнообразных задач аналитического контроля кислорода практически во всех отраслях хозяйства: теплоэнергетике, пищевой, химической и нефтяной промышленности, охране окружающей среды, биотехнологии и медицине, ЦГСЭН, ЖКХ, рыбных хозяйствах, очистных сооружениях и т.д.

Анализаторы предназначены для эксплуатации в промышленных и лабораторных условиях при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 60 °С и температуре анализируемой среды от 0 до 50 °С, относительной влажности воздуха 100 % при температуре 25 °С и атмосферном давлении от 84.0 до 106.7 кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.).

Анализаторы относятся к:

- видам климатического исполнения УЗ и Т1 по ГОСТ Р50444-92;
- группе 2 в части воспринимаемых механических нагрузок по ГОСТ Р50444-92;
- по электробезопасности анализаторы удовлетворяют требованиям ГОСТ Р50267.092 и выполнены по классу защиты II, типа В. Анализаторы выполнены в герметичном корпусе степени пылевлагозащиты IP-65.

Анализаторы АКПМ-1-01 выполняются в нескольких вариантах исполнения, каждое из которых отличается амперометрическим сенсором и принадлежностями, входящими в комплект его поставки. Конструкции амперометрических сенсоров разработаны с учетом специфики измерений в той или иной области. Поэтому при выборе варианта исполнения анализатора желательно исходить из назначения и области применения анализатора. Области применения анализаторов и обозначения их вариантов их исполнения при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице 1 .

Таблица 1.

Обозначение исполнения анализатора	Обозначение АС и аксессуаров	Назначение и области применения анализатора АКПМ-1-01
<b>АКПМ-1-01 Л</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>	<b>АСрО<sub>2</sub>-01</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>  <b>Склянки БПК или измерительная камера ИКМА</b>	<p>Измерения концентрации и биохимического потребления кислорода (БПК) в лабораторных условиях. Применяется в экологических и химических лабораториях различных промышленных предприятий, ЦГСЭН, ЖКХ, организациях Госкомприроды, медицине и т.д.</p>
<b>АКПМ-1-01 Г</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>	<b>АСрО<sub>2</sub>-03</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>  <b>Измерительная камера ИКПГ или ИКДГ</b> <b>Побудитель расхода</b>	<p>Измерения кислорода в газообразных средах. Для решения задач энергосбережения, оптимизации процессов горения топлива, экологического и производственного мониторинга состава воздуха промзоны, дымовых газов, обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства. Измерение концентрации кислорода в дыхательных газах в комплекте медтехники.</p>
<b>АКПМ-1-01 Т</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>	<b>АСрО<sub>2</sub>-04</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>  <b>Измерительная камера ИКПЖ с обратным клапаном</b>	<p>Измерения кислорода в воде, в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Для контроля процессов водохимподготовки в теплоэнергетике: ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети, котельных. Применяются в химической, нефтяной и пищевой промышленности, в агропромышленном и военно-промышленном комплексах.</p>
<b>АКПМ-1-01 П</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>	<b>АСрО<sub>2</sub>-05</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>  <b>Датчик погружного типа, выполнен в герметичном корпусе из нержавеющей стали</b>	<p>Измерения концентрации кислорода в природных и сточных водах на глубине. Для оптимизации работы очистных сооружений, СБОСВ, аэротенков и рыбоводческих хозяйств. Применяются на станциях экологического мониторинга.</p>
<b>АКПМ-1-01 Б</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>	<b>АСрО<sub>2</sub>-06</b> <b>ТУ 4215-001-66109885-10</b>  Стерилизуемые сенсоры при температуре 143 °С и давлении 3 ати. Выполнен в корпусе из нержавеющей стали. Типоразмер уточняется при заказе.	<p>Измерения концентрации кислорода в культуральных жидкостях. Для решения задач аналитического контроля кислорода в биотехнологии, пищевой и фармацевтической промышленности, а также в особо чистых химических производствах, где требуется стерилизация АС.</p>

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические характеристики анализатора АКПМ-1-01 приведены в табл. 2.

**Таблица 2.**

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
Диапазон показаний: - концентрации кислорода, мкг/дм <sup>3</sup> - концентрации кислорода, мг/дм <sup>3</sup> - концентрации растворенного кислорода, ppm - процента насыщения жидкостей кислородом, % нас. - процентного содержания кислорода в газах, об. % - парциального давления кислорода, мм.рт.ст кПа - температуры анализируемой жидкости, °C	0 - 20000 0 – 100.00 0 - 100 0 – 200.00 0 – 100.00 0 – 2000.0 0 – 200.00 0 - 50
Пределы допустимого значения погрешности анализатора при измерении: - концентрации кислорода в жидкостях, в диапазонах: 0 - 2000 мкг/дм <sup>3</sup> 2 - 100 мг/дм <sup>3</sup> 0 – 100 ppm - процентного содержания кислорода в газах в диапазонах: 0 - 20 об. % 20 - 100 об. % - процента насыщения жидкостей кислородом, % нас. - парциального давления кислорода в диапазонах: 0 - 20 кПа 20 - 200 кПа 0 – 200 мм.рт.ст. 200 – 2000 мм.рт.ст. - температуры, °C	± (1.0+0.025*A) ± 0.025*A ± (0.001 + 0.015*A)  ± (0.001 + 0.01*A) ± 0.02*(A-10) ± (0.1 + 0.015*A)  ± (0.001 + 0.01*A) ± 0.02*(A-10) ± (0.2 + 0.01*A) ± 0.022*(A-100) ± 0.3
Время установления 90 % показаний при “скачкообразном” изменении концентрации кислорода при 25 °C, сек, не более	30
Автоматическая система синфазной температурной компенсации	На свойства мембраны и на коэффициент пастворимости

	кислорода
Виды градуировок: По нулевой точке Автоградуировка (для измерений в газах и воде) По поверочным газовым смесям	Ноль-раствор По воздуху в парах воды По ПГС
Коррекция барометрического давления	есть
Коррекция на соленость	есть
Тревожная сигнализация по верхнему и нижнему регулируемым пределам содержания кислорода	Звуковая, световая, “сухие контакты”
Время установления рабочего режима после включения, мин, не более	5
Токовый выход, мА	0/4 – 20, или 0 - 5
Возможность настройки шкалы самописца на требуемый диапазон измерения и задания коэффициента масштабирования (Км) при аварийном зашкаливании самописца	есть Км=10;
Возможность протоколирования результатов измерений с их сохранением в памяти анализатора и отображением на дисплее в табличном виде.	есть
Электронный блокнот	есть
Выходы на компьютер	RS-485(USB)
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы амперометрического сенсора Средний срок службы анализатора, лет, не менее	Не ограничен 10
Потребляемая мощность, В*А, не более	5
Напряжение питания	36/220 В, 50 Гц
Дисплей с подсветкой	Графический
Клавиатура с подсветкой	Кнопочная
Габаритные размеры, мм, не более: - измерительного устройства - графического дисплея - измерительной камеры - амперометрического сенсора - длина кабеля, м не менее	240x160x90 80x50 100x90x30 16x80 2
Масса анализатора, кг, не более	2,0



Примечание: А - показания анализатора в выбранной единице измерения.

### 3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входят изделия перечисленные в табл. 3

Таблица 3.

Наименование	Обозначение документа	Количество
1. Устройство измерительное АКПМ-1-01	НЖЮК.2.001.003.007	1
2. Сенсор амперометрический	НЖЮК 943119.000-02	1*
3. Камера измерительная	НЖЮК 4.146.001-04	1*
Инструменты и принадлежности		
4. Флакон с электролитом	НЖЮК 6.870.062	1
5. Пробник с сульфитом натрия		1
6. Пробник с $\text{CoCl}_2$		1
7. Комплект монтажных петель		1
8. Кабель RS-канала		
Запасные части		
9. Корпус $\text{ACrO}_2$ в сборе	НЖЮК 8.634.142	3
10. Кольцо резиновое	НЖЮК 8.623.160-01	1
Эксплуатационная документация		
11. Комплект эксплуатационной документации, паспорт.	НЖЮК 4215-001.1- 66109885-10	1

\*) определяется вариантом поставки

### 4. ПОВЕРКА АНАЛИЗАТОРА.

4.1. Поверка анализаторов должна производиться не реже одного раза в 12 месяцев, а также после ремонта и длительного хранения.

4.2. Условия поверки и подготовка к ней.

4.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $293 \pm 5$  °К,  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность  $65 \pm 15$  % при температуре воздуха  $293 \pm 5$  °К,  $(20 \pm 5)$  °С;
- атмосферное давление  $(99,9 \pm 6,6)$  кПа,  $(750 \pm 50)$  мм.рт.ст.;
- напряжение сети  $220 \pm 22$  В,  $50 \pm 0,5$  Гц.

4.2.2. Перед проведением поверки анализатора необходимо выполнить подготовительные работы. Для этого поместите поверяемое изделие и необходимое оборудование на рабочем столе, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него

прямых солнечных лучей. Затем подготовьте анализатор к работе согласно разделу “Подготовка к работе” настоящего руководства.

#### 4.3. Проведение поверки.

4.3.1. Поверка анализатора заключается во внешнем осмотре анализатора, определении систематической погрешности «Жидкость-газ», пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений концентрации (парциального давления) кислорода, температуры и времени установления показаний.

4.3.2. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на точность показаний анализатора;
- чистота разъемов и гнезд;
- состояние соединительных проводов;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки.

Анализаторы, имеющие дефекты, которые затрудняют работу с анализатором, бракуют и направляют в ремонт.

4.3.3. Определение систематической погрешности «жидкость-газ» (см. п. 5.3.3 РЭ) проводят после градуировки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации. Методика измерения систематической ошибки «Жидкость-газ» описана в Приложении 2.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если определенное значение систематической ошибки «Жидкость – газ» соответствует техническим характеристикам на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

При измерениях  $pO_2$  и  $cO_2$  в жидкостях анализатор автоматически корректирует эту погрешность. Благодаря этому разница показаний анализатора при измерениях  $pO_2$  и  $cO_2$  в жидкости и газе, находящемся с ней в состоянии динамического равновесия, оказывается скомпенсированной. Введение автоматической коррекции систематической погрешности «жидкость-газ» позволяет испытания по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения парциального давления и концентрации растворенного в воде кислорода проводить по методикам описанным в п.п. 4.3.4.1 - 4.3.4.2, используя при этом ПГС. Измеренное значение коэффициента «жидкость-газ» вводят в анализатор для последующей автоматической коррекции результатов измерений (Рис. 8.4-3 РЭ).

4.3.4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) кислорода проводят после градуировки анализатора по двум точкам согласно п. 9 РЭ и введения измеренного значения коэффициента «жидкость-газ». Испытания могут проводиться как по аттестованным поверочным

кислородосодержащим газовым смесям (ПГС), поставляемым в баллонах (п.4.3.4.1), так и в склянках с “ноль раствором” и воздухом, насыщенным парами воды (п.4.3.4.2).

4.3.4.1. Методика испытаний по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) кислорода с использованием ПГС в баллонах.

Для проведения испытаний собирают установку показанную на рис. 4.1.

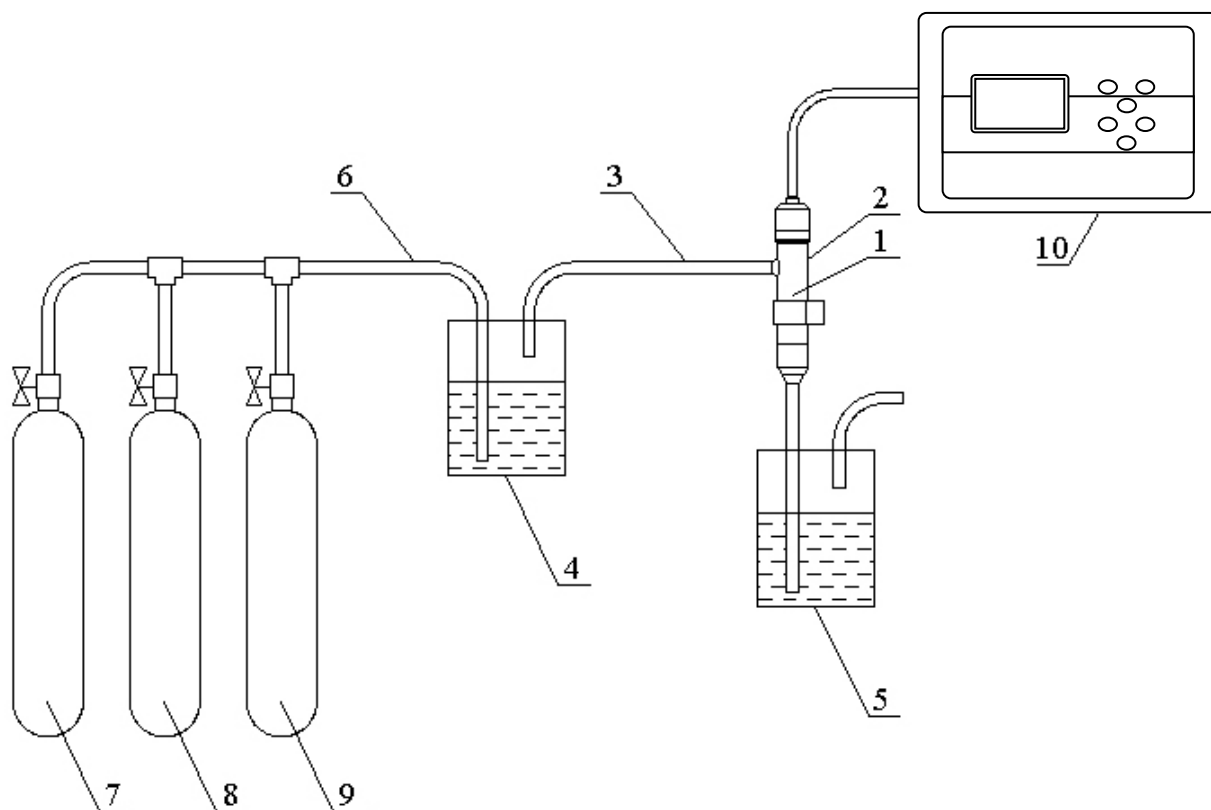


Рис. 4.1. Схема установки испытаний анализатора кислорода АКПМ-1-01.

1 - Амперометрический сенсор; 2 – измерительная камера; 3 – выходная трубка ИК; 4 - увлажнитель, 5 – гидрозатвор; 7,8,9 - баллоны с ПГС; 10 – измерительный блок АКПМ-1-01.

Амперометрический сенсор 1 устанавливают в измерительную камеру, выходную трубку которой подсоединяют к баллонам ПГС. Входной штуцер ИК соединяют с гидрозатвором 4. Поверку проводят следующим образом:

- Поочередно подсоединяют выходную трубку (6) измерительной камеры 2 к баллонам (5, 6, 7) с аттестованными поверочными газовыми смесями кислорода с азотом:
  - "Газ №1" - 0% кислорода,
  - "Газ №2" -  $15 \pm 5$  % кислорода в азоте,
  - "Газ №3" -  $90 \pm 5$  % кислорода в азоте

- С помощью редуктора на одном из баллонов устанавливают расход ПГС равный 2–10 пузырьков в секунду (наблюдение ведут по гидрозатвору). ПГС пропускают в течение 15 минут.
- После достижения устойчивых показаний производят отсчет концентрации (парциального давления) кислорода в выбранной оператором единице измерения (об. %, кПа, мм.рт.ст., мг/л), а также температуры.
- Для каждой ПГС производят 3 ÷ 5 измерений.
- Рассчитывают концентрацию и/или парциальное давление кислорода в ПГС, по формулам:

$$X_j = (B - p_{H_2O})/B * Y_j \quad (1)$$

$$(pO_2)_j = (B - p_{H_2O}) * Y_j / 100 \quad (2)$$

$$C_j = (CO_2)_{табл} * (pO_2) / (760 - p_{H_2O}) / 0.2093 \quad (3)$$

где:  $B$  – барометрическое давление;

$Y_j$  – процентное содержание кислорода в ПГС;

$X_j$ ,  $(pO_2)_j$  и  $C_j$  – расчетные значения процентного содержания (об. %), парциального давления (мм. рт. ст. или кПа) и концентрации растворенного кислорода (мкг/л, мг/л), соответствующие  $j$ -ой ПГС;

$J$  – номер ПГС;

$p_{H_2O} = (1,014 * 10^9 * \exp(-5233/(t+273)) - 0,2401) * (B/760,0)$  давление насыщенных водяных паров при температуре измерения;

$(CO_2)_{табл}$  – табличное значение концентрации растворенного в воде кислорода, при температуре измерения ( $t$ ).

$t$  – температура измерения, °C

- Вычисляют значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений ( $\Delta$ ) по формулам

$$\Delta_{ij}(\text{об. \%}) = |A_{ij} - X_j| \quad (4)$$

$$\Delta_{ij}(pO_2) = |A_{ij} - (pO_2)_j| \quad (5)$$

$$\Delta_{ij}(CO_2) = |A_{ij} - C_j| \quad (6)$$

где:  $A_{ij}$  – показания анализатора в выбранной оператором единице измерения для  $j$ -й ПГС и  $i$ -го измерения;

Для каждой ПГС вычисляют значения основной абсолютной погрешности измерений ( $\bar{\Delta}_j$ ) как среднее арифметическое абсолютных погрешностей по совокупности измерений

$$\bar{\Delta}_j (\text{об. \%}) = \sum_i \Delta_{ij}(\text{об. \%}) / n \quad (7)$$

$$\bar{\Delta}_j (pO_2) = \sum_i \Delta_{ij}(pO_2) / n \quad (8)$$

$$\bar{\Delta}j (CO_2) = \sum_i \Delta ij (CO_2) / n \quad (9)$$

где:  $n$  – количество измерений для  $J$ -ой ПГС,  $n = 3 \div 5$ ;

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений процентного содержания, парциального давления и концентрации растворенного кислорода для каждой из ПГС находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2.).

4.3.4.2. Методика испытаний по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) кислорода в склянках с “ноль раствором” и воздухом, насыщенным парами воды.

**Примечание.** Поверка анализаторов по данной методике позволяет отказаться от приобретения ПГС в баллонах.

В меню «Установки» выберите измеряемую величину.

Для испытаний в “ноль-растворе” готовят 0.2 дм<sup>3</sup> 5% водного раствора сульфита натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ГОСТ 195-77) с добавлением 20 мг растворимой соли кобальта, серебра или меди (например, кобальта хлористого – CoCl<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O, ГОСТ 4525-77). Чувствительную часть АС погружают в “ноль раствор”. Наличие пузырьков воздуха в окрестности чувствительной части амперометрического сенсора не допускается. После достижения устойчивых показаний производят их отсчет.

Для испытаний в воздухе тщательно промывают чувствительную часть амперометрического сенсора водой и с помощью фильтровальной бумаги удаляют капли воды с чувствительной поверхности АсрО<sub>2</sub>. Затем АС погружают в “градуировочную склянку”, на дно которой предварительно наливают от 2 до 10 мл воды. После достижения устойчивых показаний производят отсчет.

При испытаниях в “ноль растворе” и в воздухе производят по 3 ÷ 5 измерений, тщательно промывая чувствительную часть сенсора в проточной воде после “ноль раствора”.

- Рассчитывают концентрацию и/или парциальное давление кислорода по формулам:

$$Xj = (B - p_{H_2O}) / B * Yj \quad (10)$$

$$(pO_2)j = (B - p_{H_2O}) * Yj / 100 \quad (11)$$

$$Cj = (CO_2)_{табл} * (pO_2) / (760 - p_{H_2O}) / 0.2093 \quad (12)$$

где:  $B$  – барометрическое давление;

$Yj$  – процентное содержание кислорода равно 20,93% в воздухе и 0% в “ноль растворе”;

$Xj$ ,  $(pO_2)j$  и  $Cj$  – расчетные значения процентного содержания (об. %), парциального давления (мм. рт. ст. или кПа) и концентрации растворенного кислорода (мкг/л, мг/л);

$J$  – 1,2 - обозначение воздуха и раствора сульфита натрия;

$p_{H_2O} = (1,014 \cdot 10^9 \cdot \exp(-5233/(t+273)) - 0,2401) \cdot (B/760,0)$  давление насыщенных водяных паров при температуре измерения;

$(CO_2)_{табл}$  - табличное значение концентрации растворенного в воде кислорода, при температуре измерения ( $t$ ).

$t$  – температура измерения, °C

- Вычисляют значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений ( $\Delta$ ) по формулам

$$\Delta ij(\text{об. \%}) = |Aij - Xj| \quad (13)$$

$$\Delta ij(pO_2) = |Aij - (pO_2)j| \quad (14)$$

$$\Delta ij(CO_2) = |Aij - Cj| \quad (15)$$

где:  $Aij$  – показания анализатора в выбранной оператором единице измерения для  $i$ -го измерения;

Для воздуха и “ноль раствора” вычисляют значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений ( $\bar{\Delta}j$ ) как среднее арифметическое абсолютных погрешностей по совокупности измерений

$$\bar{\Delta}j(\text{об. \%}) = \sum_i \Delta ij(\text{об. \%}) / n \quad (16)$$

$$\bar{\Delta}j(pO_2) = \sum_i \Delta ij(pO_2) / n \quad (17)$$

$$\bar{\Delta}j(CO_2) = \sum_i \Delta ij(CO_2) / n \quad (18)$$

где:  $n$  – количество измерений,  $n = 3 \div 5$ ;

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений процентного содержания, парциального давления и концентрации растворенного кислорода для воздуха и “ноль раствора” находятся в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта)

#### 4.3.5. Определение времени установления показаний.

Проверку времени установления показаний рекомендуется совмещать с испытаниями по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений концентрации кислорода.

4.3.5.1. При проведении испытаний по методике п. 4.3.4.1 проверку времени установления показаний проводят следующим образом.

- Выходную трубку ИК отсоединяют от баллонов с ПГС и продувают ИК атмосферным воздухом с помощью побудителя расхода (груша или микрокомпрессор).
- С помощью редуктора на одном из баллонов устанавливают расход ПГС равный 5 -10 пузырьков в минуту. После стабилизации показаний АСрО<sub>2</sub> в воздухе, выходную трубку

ИК подсоединяют к баллону с ПГС и фиксируют время достижения 10% показаний от расчетной концентрации  $X_j$ , вычисленной по формуле (1).

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если время установления показаний соответствует техническим характеристикам на поверяемый анализатор (см. п. 2).

4.3.5.2. При проведении испытаний по методике п. 4.3.4.2 проверку времени установления показаний проводят следующим образом.

- Устанавливают  $ASrO_2$  в “градуировочную” склянку. Дожидаются установления стабильных показаний и производят их отсчет.
- Переносят  $ASrO_2$  в “ноль-раствор”, и фиксируют время, прошедшее до достижения показаний уровня  $0,85 \text{ мг/дм}^3$ .
- Поверку анализатора считают положительной, если время установления показаний соответствует техническим характеристикам на поверяемый анализатор (см. п. 2).

4.3.6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры на отметках 0, 25, 50 °С шкалы проверяемого прибора путем сравнения его показаний с показаниями эталонного термометра (ТЛ-4 или термометр более высокого класса точности).

4.3.6.1. В соответствии со схемой показанной на рис. 4.2., собирают установку и проводят следующие операции:

- погружают чувствительную часть  $ASrO_2$  и термометр на глубину 20-30 мм в термостатируемый стакан с интенсивно перемешиваемой водой, имеющей температуру поверяемой отметки шкалы;
- после выдержки в воде в течение не менее 5 минут снимают показания температуры термометра анализатора и эталонного термометра.

**Примечание.** Количество отметок шкалы может быть увеличено или уменьшено исходя из реального диапазона измерений температуры поверяемого прибора, но с обязательным включением начального и конечного значений диапазона измерений поверяемого прибора.

4.3.6.2. Предел  $\Delta_T$  допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры прибором рассчитывают по формуле

$$\Delta_T = T^0 - T^1 \quad (9)$$

где:  $T^1$  – значение температуры среды, измеренное прибором;

$T^0$  значение температуры среды, измеренное эталонным термометром.

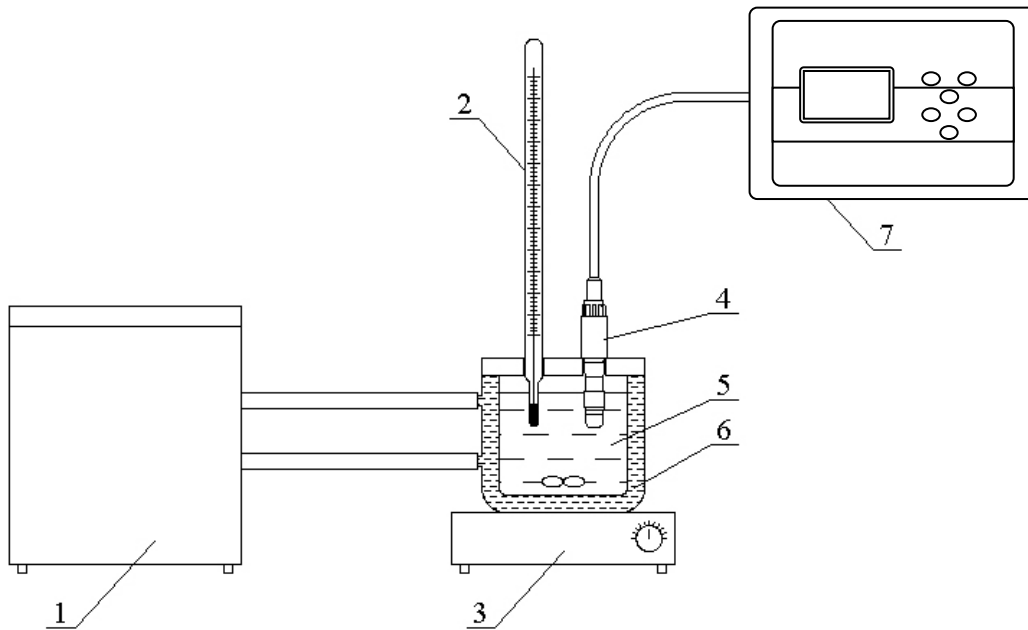


Рис. 4.2. Схема установки испытаний анализатора кислорода АКПМ-1-01.

1 – Термостат жидкостной; 2 – эталонный термометр; 3 – магнитная мешалка;  
4 – амперметрический сенсор; 5 – вода; 6 – термостатируемый стакан;  
7 – измерительный блок АКПМ-1-01.

4.3.6.3. Если значение  $\Delta_T$ , рассчитанное для каждого выбранного значения отметки шкалы температур, не превышает значения, указанного в п. 2, результаты испытаний считаются удовлетворительными, а прибор признают пригодным к дальнейшему проведению испытаний. В противном случае прибор бракуют.

4.3.7. По результатам поверки выдается свидетельство о первичной или периодической поверке.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Поверку анализаторов в соответствии с данной методикой могут осуществлять ГП ВНИИФТРИ (ГОССТАДАРТ РФ) и региональные ЦСМ. Предприятие-изготовитель «Фирма «Альфа БАССЕНС» осуществляет дальнейшую поддержку своих Покупателей, предлагая услуги по сервисному обслуживанию анализаторов, их подготовке к проведению периодической поверки и представлению анализаторов в органы Госстандарта для проведения периодической поверки.



## 5. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

5.1. Анализатор в упаковке предприятия-изготовителя должен храниться в закрытом помещении при температуре от 5 до 50 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С (условия хранения 1 по ГОСТ 15150).

5.2. При длительном хранении амперометрических сенсоров у потребителя (более 6 месяцев) необходимо слить раствор электролита.

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

6.1. Гарантийный срок эксплуатации анализатора при соблюдении Потребителем условий эксплуатации, установленных настоящим паспортом, составляет 24 месяца со дня продажи.

6.2. Гарантийный срок хранения без переконсервации при соблюдении правил хранения - 3 года.

6.3. В течение гарантийного срока при соблюдении потребителем правил эксплуатации предприятие - изготовитель безвозмездно ремонтирует или заменяет анализатор или его части по предъявлению гарантийного талона (Приложение 1).

## 7. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

В случае отказа анализатора или обнаружения неисправности в его работе в период действия обязательств, а также обнаружения некомплектности при его первичной приемке, владелец прибора должен составить акт о необходимости отправки прибора предприятию-изготовителю, или поставщику, или предприятию, осуществляющему гарантийное обслуживание.

## 8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Анализатор кислорода промышленный многофункциональный АКПМ-1-01 , заводской номер № 296010 соответствует техническим условиям ТУ4215-001-66109885-10 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

М.П.

Подписи или оттиски личных клейм, ответственных за приемку.

“Фирма "Альфа БАССЕНС"  
Предприятие изготовитель

**Г А Р А Н Т И Й Н Ы Й Т А Л О Н № 1**

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора кислорода  
АКПМ-1-01 ТУ4215-001-66109885-10

Номер и дата выпуска 296010  
(заполняется завод изготовителем)

Приобретен \_\_\_\_\_  
(дата, подпись и штамп торгующей организации)

Введен в эксплуатацию \_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

\_\_\_\_\_  
М.П. Руководитель предприятия \_\_\_\_\_

“Фирма "Альфа БАССЕНС"  
Предприятие изготовитель

**Г А Р А Н Т И Й Н Ы Й Т А Л О Н №2**

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора кислорода  
АКПМ-1-01 ТУ4215-001-66109885-10

Номер и дата выпуска 296010  
(заполняется завод изготовителем)

Приобретен \_\_\_\_\_  
(дата, подпись и штамп торгующей организации)

Введен в эксплуатацию \_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

\_\_\_\_\_  
М.П. Руководитель предприятия \_\_\_\_\_



## Приложение 2.

### Методика измерения и процедура внесения коррекции систематической ошибки «Жидкость-газ»

Перед началом измерения систематической ошибки «Жидкость-газ» необходимо в окне (рис. 8.4-3) ввести нулевое значение коэффициента «Жидкость-газ».

1. В соответствии с РЭ проведите автоградуировку (см. п. 9.1).
2. Выберите единицу измерения – нас. %.
3. Приготовьте 0,5 л дистиллированной воды, насыщенной кислородом воздуха. Для этого налейте 0,5 л дистиллированной воды в колбу емкостью 1 л и взбалтывайте воду в течение 15 минут. Затем через 5 минут перелейте воду в стакан емкостью 0,6 – 1 л, опустите в него активатор и поставьте на магнитную мешалку. Включите магнитную мешалку и опустите чувствительную часть сенсора в перемешиваемую воду. После достижения устойчивых показаний произведите их отсчет.
4. Вычислите значение коэффициента «Жидкость – газ» по формуле

$$K = (A_{г} - A_{ж})/A_{г} * 100,$$

где:  $A_{г}$  и  $A_{ж}$  - показания анализатора при измерениях в газовой фазе и в жидкости (воде), находящейся с ней в состоянии равновесия в нас. %.

5. Для того чтобы анализатор вносил коррекцию на ошибку «жидкость-газ», свойственную Вашему сенсору, необходимо в окне (рис. 8.4-3) ввести расчетное значение коэффициента «Жидкость-газ».

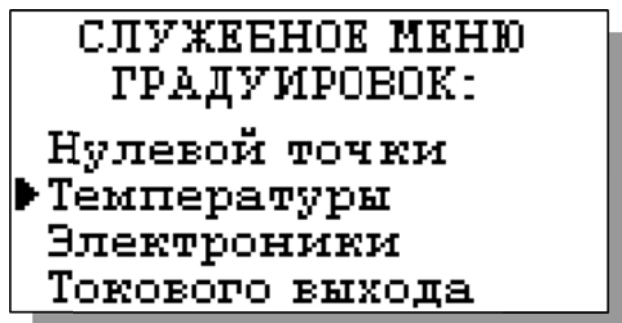
### Процедура внесения коррекции на зависимость сигнала сенсора от скорости потока анализируемой жидкости.

Систематическая ошибка «Жидкость – газ» также проявляется в зависимости сигнала сенсора от скорости потока. В тех случаях, когда измерения проводят при постоянной скорости потока, эту погрешность измерения можно исключить. Для этого сначала необходимо выполнить п.п. 1, 2 методики П2. Затем необходимо собрать установку, обеспечивающую требуемую скорость протока дистиллированной воды, насыщенной кислородом воздуха, через измерительную камеру АС. Такая установка, например, может быть собрана с использованием перистальтического насоса с регулируемым расходом. Установите расход дистиллированной воды через измерительную камеру близкий к реальному расходу анализируемой жидкости при ее анализе. После достижения устойчивых показаний произведите их отсчет. Затем выполните п.п. 4, 5 методики, описанной в П2. После ввода в энергонезависимую память значения коэффициента «Жидкость-газ», анализатор автоматически будет вносить коррекцию при проведении измерений в жидкостях. При измерениях в газах коррекция вноситься не будет.

### Порядок ввода констант термометра

При замене датчика температуры в память анализатора необходимо ввести новые константы, значения которых можно найти в паспорте датчика.

Для этого необходимо перейти в служебное меню градуировок, окно которого откроется, если в меню “ГРАДУИРОВКА”, удерживая кнопку «Вниз», нажать на кнопку «Ввод». В открывшемся служебном меню градуировок (см. Рис. ПЗ-1.) необходимо выбрать



опцию «Температуры», после чего откроется служебное меню градуировки по температуре (см. Рис. ПЗ-2.).

Рис. ПЗ-1. Окно «Служебное меню градуировок»

В данном окне выберите опцию «Ввод констант» и перейдите в окно, показанное на рис. ПЗ-3.

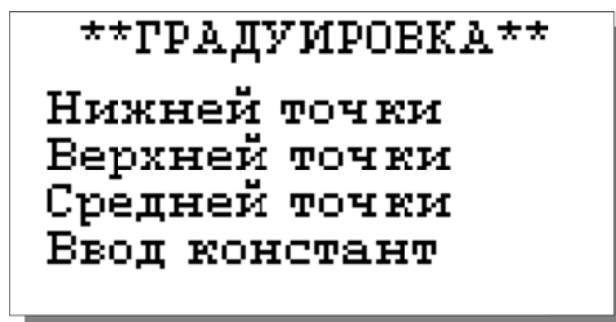
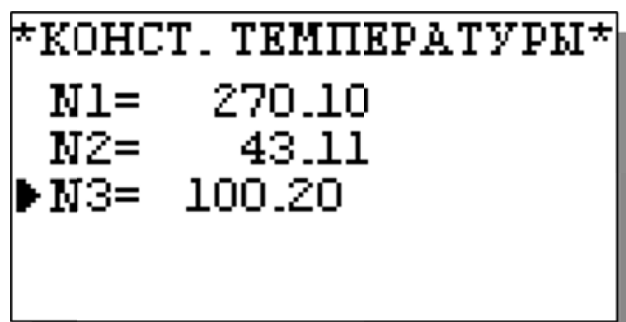


Рис. ПЗ-2. Окно «Служебное меню градуировок»



Поочередно выбирая курсором N1, N2, N3, установить с помощью кнопок перемещения курсора паспортные константы, после каждой установки нажимая «Ввод»

Рис. ПЗ-3. Окно «КОНСТАНТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ»

### Методика градуировки токового выхода.

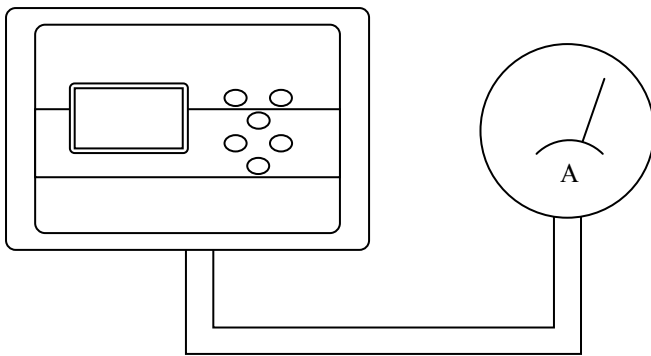


Рис.П4-1. Подключение миллиамперметра к токовому выходу анализатора.

Для градуировки токового выхода необходимо выключить питание анализатора, отсоединить от клемм токового выхода рабочий кабель и подсоединить к ним миллиамперметр (см. рис. П4-1).

Включите питание прибора. Перейдите в служебное меню градуировок (см. рис. ПЗ-1 ПРИЛОЖЕНИЯ 3). Выберите опцию «Токового выхода», нажмите «ВВОД».

На дисплее анализатора откроется окно, показанное на рис П4-2. Считайте показание миллиамперметра и введите результат с помощью кнопок перемещения курсора.

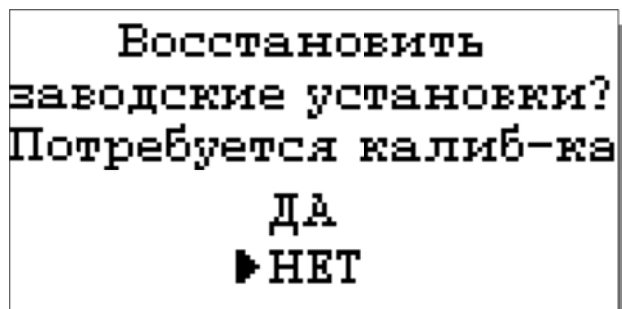
Рис. П4-2. Окно градуировки токового выхода.

**\*\*ГРАДУИРОВКА\*\***  
**ТОКОВОГО ВЫХОДА**  
**Измерьте и введите**  
**ток ПЕРВОЙ точки**  
**19.00 мА**

После нажатия кнопки “ВВОД” анализатор аналогично предложит ввести ток второй и третьей точек.

### Восстановление заводских установок

К процедуре восстановления заводских параметров следует прибегать только в крайних случаях. При этом нужно четко выполнять инструкции, высвечиваемые на дисплее анализатора.



```
Восстановить
заводские установки?
Потребуется калибровка
      ДА
▶ НЕТ
```

Для восстановления заводских параметров нужно войти в окно **\*\*УСТАНОВКИ\*\*** (см. рис. 8.2-3) и выбрать опцию «Заводские настройки». Для восстановления заводских установок в диалоговом окне выберите опцию «ДА» и нажмите «ВВОД».

### Методика градуировки нулевой точки анализатора

В качестве стандартного образца с нулевым содержанием кислорода можно использовать «Ноль-раствор» или инертный газ высокой степени чистоты (аргон, азот). Для приготовления «Ноль раствора»  $10 \pm 0.5$  г сульфита натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ГОСТ 195-77) растворяют в 200 мл водопроводной воды и добавляют 20-50 мг растворимой соли кобальта или серебра (например, кобальта хлористого –  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ГОСТ 4525-77). Добавка солей тяжелых металлов используется в качестве катализатора реакции окисления сульфита натрия. Через 10 минут «Ноль-раствор» может использоваться для градуировки. Градуировку сенсоров АСрО<sub>2</sub>-01 – АСрО<sub>2</sub>-04 можно проводить не доставая их из измерительной камеры или помещая их в склянку с «Ноль раствором». В качестве склянки удобно использовать стандартную склянку БПК или колбу со шлифом 14.

Если градуировка будет проводиться в измерительной камере, Вам необходимо заполнить ее "Ноль - раствором". Для этого шприц емкостью 20 мл герметично соедините с выходной трубкой камеры, предварительно установив поршень в утопленное положение. Конец входной трубки опустите в сосуд с «Ноль раствором». Вытягивая поршень шприца, заполните измерительную камеру «Ноль раствором». Повторите данную операцию 2-3 раза, пока камера и обе трубки не заполнятся до конца. Благодаря обратному клапану «Ноль раствор» не будет вытекать из входной трубки.

Если градуировка будет проводиться в склянке БПК, Вам необходимо достать сенсор из измерительной камеры. Для этого открутите накидную гайку, осторожно достаньте сенсор (см. рис. 3.2), а затем погрузите его чувствительную часть в склянку с «Ноль раствором».

Градуировку сенсоров АСрО<sub>2</sub>-05 и АСрО<sub>2</sub>-06 по «Ноль раствору» обычно проводят в наполовину заполненном стакане.

**ВНИМАНИЕ !** Убедитесь в отсутствии пузырьков воздуха на чувствительной части амперометрического сенсора.

Для проведения градуировки анализатора по нулевой точке Вам необходимо войти в

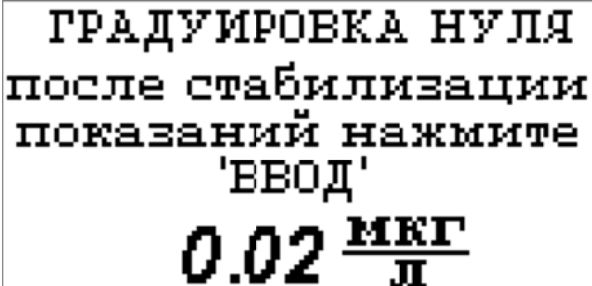
**ГРАДУИРОВКА НУЛЯ**  
**Установите сенсор в**  
**в среду с нулевым**  
**содержанием O<sub>2</sub>**  
**и нажмите ВВОД**

служебное меню (рис. ПЗ-1.) Приложения 3 и выбрать опцию «Нулевой точки». На дисплее анализатора появится окно «ГРАДУИРОВКА НУЛЯ», показанное на рис. П6-1.

Рис. П6-1. Окно «ГРАДУИРОВКА НУЛЯ»



После установки АС в среду с нулевым содержанием кислорода нажмите «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. П6-2. После стабилизации показаний нажмите «ВВОД».



ГРАДУИРОВКА НУЛЯ  
после стабилизации  
показаний нажмите  
'ВВОД'  
0.02  $\frac{\text{МКГ}}{\text{Л}}$

Рис. П6-2.

Для точной градуировки нулевой точки амперометрический сенсор должен быть подключен к анализатору не менее 12 часов. Если амперометрический сенсор перед проведением градуировки не отключался от анализатора и находился в "Ноль - растворе" или в воде с низким содержанием кислорода, то показания анализатора должны снизиться до значений 0 - 3 мкг/дм<sup>3</sup> менее чем за 15 мин. Если показания анализатора превышают 3 мкг/л, необходимо подождать еще 20-30 мин., а затем после стабилизации показаний нажать «ВВОД».

На дисплее анализатора на 3-5 сек. появится сообщение «Градуировка нулевой точки успешно завершена», а затем анализатор перейдет в режим измерений, и на дисплее отобразится окно, показанное на рис. 8.1.

**Передача данных по сети RS485 в режиме подчиненного.****Общие сведения**

Скорость передачи данных: 9600 бит в секунду.

Формат данных: Один стартовый бит, один стоповый бит, восемь информационных битов, отсутствие четности.

Структура данных: Протокол Modicon Modbus (RTU).

**В анализаторе реализована функция Read Holding Registers (чтение регистров данных)**

Адреса регистров анализатора, и описание хранимой в них информации даны в следующей таблице

Адрес регистра	Содержит данные...	Описание	Диапазон данных	Пример	
0x0001	O2	Целая часть O2	0.....99	4	4.01
0x0002	O2	Сотые O2	0.....99	1	
0x0003	T	Целая часть T	0.....99	20	20.16
0x0004	T	Десятые T	0.....9	16	



По вопросам продаж и поддержки обращайтесь: [ana@nt-rt.ru](mailto:ana@nt-rt.ru)

[www.alfabassens.nt-rt.ru](http://www.alfabassens.nt-rt.ru)

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Казахстан (7273)495-231

Киргизия (996)312-96-26-47

Таджикистан (992)427-82-92-69