

**Анализатор Кислорода
Промышленный Многофункциональный
АКПМ-1-02**

**Руководство по эксплуатации
НЖЮК 4215-001.2-66109885-10 РЭ**

***Внимательно прочитайте данное руководство.
Оно содержит важную информацию об устройстве
анализатора, его особенностях и методиках проведения
измерений при решении конкретных задач
аналитического контроля кислорода.***

***Данное руководство поможет Вам правильно
установить анализатор и быстро ввести его в
эксплуатацию, соблюдая при этом необходимые
требования его безопасного использования.***

***Внимательное изучение инструкции позволит Вам в
полной мере использовать широкие возможности
анализатора, обеспечив при этом высокую
эффективность его применения. Объём сведений и
иллюстраций, приведенный в данном руководстве,
обеспечивает правильную эксплуатацию анализатора и
всех его узлов.***

***! Сохраняйте данное руководство в качестве
справочного материала, так как в нем содержатся
инструкции, необходимые для правильной эксплуатации
анализатора, проведения межрегламентного
обслуживания и периодической проверки анализатора.***

ВНИМАНИЕ! При поставке анализатора в зимнее время года
амперометрический сенсор не заполняется раствором электролита.
Ваш сенсор при отправке ☐ не ☐ был заполнен раствором электролита.

Отличительные особенности анализаторов АКПМ-1-02

- **У**ниверсальность анализаторов и широкий ассортимент амперометрических сенсоров (АС) позволяют решать любые задачи аналитического контроля кислорода в любой отрасли.
- **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.
- **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.
- **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-1-02 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.
- **Д**истанционную передачу информации с помощью цифрового канала RS-232.
- **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-1-02 и обозначение вариантов их исполнения	8
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора	9
4. Устройство и принцип действия анализатора	16
4.1. Описание свойств и конструкции анализатора	16
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров	19
4.3. Описание конструкции измерительных камер	23
4.4. Принцип работы анализатора.	25
5. Общие сведения	26
5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения	26
5.2. Общие сведения о градуировке анализатора	27
5.3. Общие сведения о введении коррекции результатов измерений	28
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора	30
7. Подготовка к работе	31
7.1. Общие требования к установке анализаторов кислорода	31
7.2. Включение анализатора.	31
8. Настройка и управление режимами работы анализатора	32
8.1. Интерфейс программы	32
8.2. Главное меню	33
8.3. Меню «Диагностика»	35
8.4. Меню «Установки»	36
8.5. Меню «Протокол»	41
8.6 Меню «Блокнот».	43
9. Градуировка анализатора	43
9.1. Автоматическая градуировка анализатора	44
9.2. Градуировка анализатора по поверочной газовой смеси	45
9.3 Градуировка нулевой точки анализатора	46
10. Порядок работы	46
10.1. Определение pO_2 , cO_2 в лабораторных условиях	47
10.2. Определение БПК стандартным методом с разбавлением при помощи анализатора АКПМ-1-02Л	47
10.3. Определение кислорода в газах	48

10.4. Аналитический контроль концентрации кислорода в потоке жидкостей	49
10.5. Аналитический контроль кислорода в природных и сточных водах	50
10.6. Аналитический контроль кислорода в биотехнологических процессах	51
11. Техническое обслуживание анализатора	51
12. Возможные неполадки и способы их устранения	54
 ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	 69
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Методика измерения и процедура внесения коррекции систематической ошибки «Жидкость-газ»	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Порядок ввода констант термометра	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Определение «чистоты» водорода косвенным методом по измерению остаточного кислорода с помощью анализатора кислорода АКПМ-1-02Г	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Работа с анализатором АКПМ-1-02Г со встроенным микрокомпрессором	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Градуировка нулевой точки анализатора	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Восстановление заводских установок	79



Рис. 1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-1-02 с сенсором АСрО₂-05 погружного типа.

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
- ☒ Амперометрический сенсор
- ☒ Измерительная камера с присоединительными трубками (в комплекте с анализаторами АКПМ-1-02Т, АКПМ-1-02Г)
- ☒ Зарядное устройство (блок питания)
- ☒ Кабель интерфейса RS-232
- ☒ 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 Na_2SO_3
- Пробник с хлористым кобальтом CoCl_2
- Кольцо резиновое (на стеклянную гильзу сенсора)

- ☒ Герметичная ячейка (в комплекте с АКПМ-1-02Л)
- ☒ Руководство по эксплуатации, паспорт

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

- ↗ Устройство подготовки газовой пробы УППП-01 (к АКПМ-1-02Г)
- ↗ Измерительная камера для микроанализа ИКМА (к АКПМ-1-02Л)
- ↗ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей (к АКПМ-1-02Т, АКПМ-1-02Г)
- ↗ Склянка БПК (к АКПМ-1-02Л)

Извлеките из короба кабель интерфейса, зарядное устройство и руководство по эксплуатации. Затем аккуратно извлеките амперометрический сенсор и измерительное устройство. Расположите их на рабочем столе.

Примечание. АС подключен к измерительному устройству анализатора.

2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ АКПМ-1-02 И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ИСПОЛНЕНИЯ.

Анализаторы АКПМ-1-02, 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 «02» указывается портативный 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-1-02Л в комплекте с АСрО₂-01 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-1-02Г в комплекте с АСрО₂-03 предназначен для измерений концентрации кислорода в газообразных средах. Анализатор может быть оснащен побудителем расхода воздуха типа «груша», либо встроенным микрокомпрессором (АКПМ-1-02ГМ). 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-1-02Г 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-1-02Т в комплекте с АСрО₂-04 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-1-02П в комплекте с АСрО₂-05 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-1-02Б в комплекте с АСрО₂-06 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. АСрО₂-06 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 РАБОТОСПОСОБНОСТИ АНАЛИЗАТОРА.

3.1. Если транспортирование анализатора осуществлялось в зимнее время года и АС не заполнен раствором электролита (см. запись на стр. 2), выполните операции п. 3.3. настоящего руководства. Если заполнен, 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 АСrO₂-01 – поставляется в комплекте с АКПМ-1-02Л.

Сенсор АСrO₂-03 - поставляется в комплекте с АКПМ-1-02Г или АКПМ-1-02Т.

Сенсор АСrO₂-04 – поставляется в комплекте с АКПМ-1-02Т.

Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АКПМ-1-02 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля кислорода.

Рис. 3.1. Внешний вид амперометрических сенсоров АСrO₂-01, АСrO₂-03 и АСrO₂-04

Сенсоры АСrO₂-01 в основном используются для определения БПК и поставляются со стандартной склянкой БПК.

Сенсоры АСrO₂-03 и АСrO₂-04 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 АСrO₂-05 поставляется в комплекте с анализатором АКПМ-1-02П. Он установлен в герметичной ячейке из нержавеющей стали и рассчитан на проведение измерений на глубинах до 20 м. Типовая длина кабеля АСrO₂-05 составляет 4 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 АСrO₂-05 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 ACSrO₂-05 без нижнего корпуса.



Примечание. ACSrO₂-05 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 провернуть его вокруг оси по часовой стрелке относительно верхнего корпуса. В дальнейшем смазывайте места уплотнения сенсора вазелином или вакуумной смазкой.

Рис. 3.5. Внешний вид ACSrO₂-05 без герметичной ячейки.

Амперометрические сенсоры ACSrO₂-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения (см. таблицу на рис. 3.8). Внешний вид амперометрических сенсоров показан на рис. 3.6.

Рис. 3.6. Внешний вид стерилизуемых амперометрических сенсоров ACSrO₂-06.

Сенсоры ACSrO₂-06 поставляются в комплекте с анализатором АКПМ-1-02Б. 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 $T=143\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P=3$ ати.

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 ACrO_2 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 в стерилизуемом сенсоре $\text{ACrO}_2\text{-06}$ (см. рис.3.8) сначала открутите нижний корпус 1, затем снимите мембранный колпачок 2 (см. рис. 3.8).

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 провернуть 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.

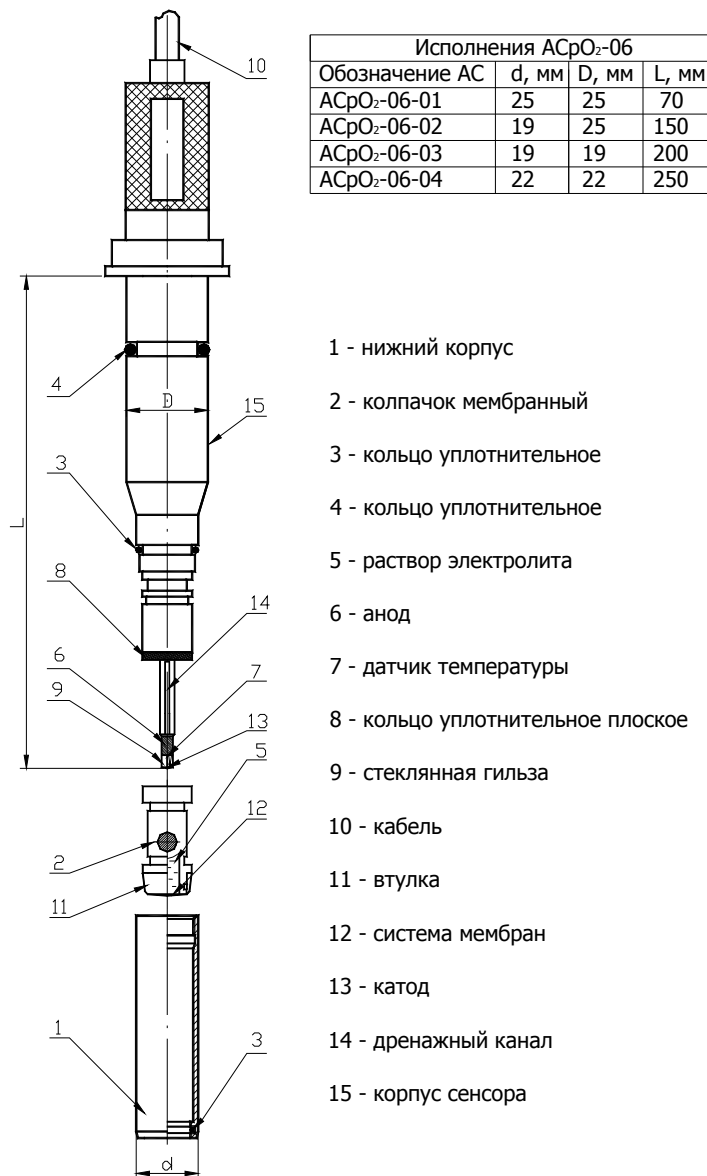


Рис. 3.8. Внешний вид ACSrO₂-06.

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 провернуть 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 АСрО₂-01 – АСрО₂-05 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 накладную гайку до упора (см. рис. 3.10 и рис. 3.2)



Рис. 3.9. Установка АСрО₂ в измерительную камеру

Рис. 3.10. Фиксация АСрО₂ в измерительной камере

При установке АСрО₂-05 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 АСрО₂-05 рекомендуется смазать вазелином или вакуумной смазкой герметизирующие кольца, расположенные в верхнем корпусе.

3.3.5. Сборку сенсора АСрО₂-06 (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.

3.3.6. Включите анализатор с помощью кнопки «Вкл», удерживая ее в течение 5 сек. После включения анализатора раздастся звуковой сигнал, на дисплее сначала появится логотип, затем анализатор перейдет в режим измерений.

3.3.7. В случае необходимости произведите заряд аккумуляторной батареи. Индикатор заряда выведен в нижний левый угол дисплея анализатора. Заштрихованный индикатор свидетельствует о полном заряде батареи. В случае, если индикатор начнет мигать (при этом послышится прерывистый звуковой сигнал), аккумуляторную батарею необходимо зарядить.

Подсоедините блок питания к анализатору, а затем к сети переменного тока 220В с частотой 50 Гц. Процесс заряда отображается движением заштрихованной области индикатора.

Аккумуляторная батарея зарядится через 12-15 часов.

При условии правильной эксплуатации, полностью заряженной аккумуляторной батареи хватает приблизительно на 100 часов работы (без подсветки дисплея).

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРА

4.1. Описание свойств и конструкции и анализатора.

Внешний вид анализатора представлен на рис. 4.1. и 4.1-1.



Рис. 4.1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-1-02.

1. Измерительное устройство АКПМ-1-02.
2. Клавиатура.
3. Кнопка «Вкл/Выкл».
4. Графический дисплей..
5. Кнопка включения/выключения подсветки.
6. Амперометрический сенсор.

Анализатор состоит из измерительного устройства 1 (см. рис. 4.1) и амперометрического сенсора 6. Он имеет прочный, литой водонепроницаемый корпус степени пылевлагозащиты IP-65. На лицевой панели анализатора расположен графический дисплей 4 и клавиатура 2. Дисплей имеет подсветку, что облегчает пользование анализатором в затемненных помещениях.

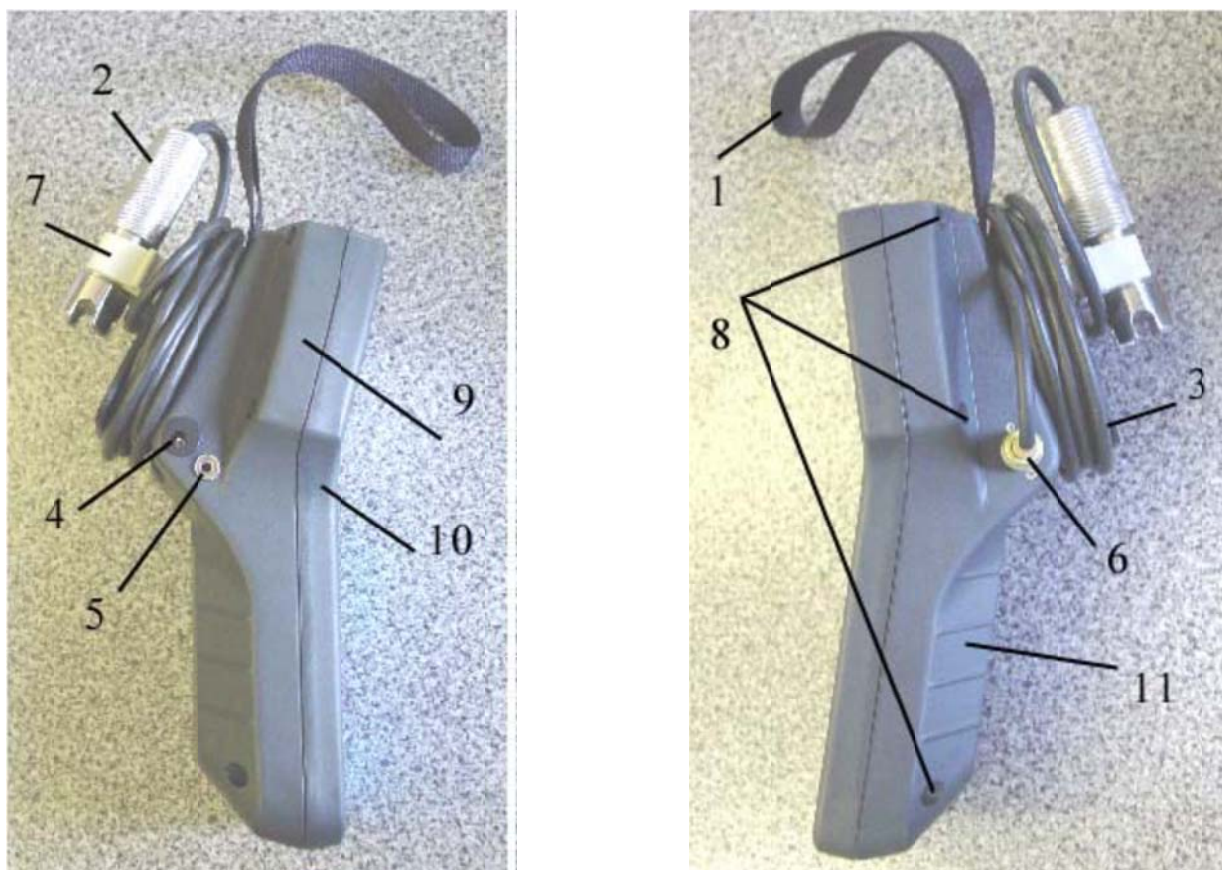


Рис. 4.1-1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-1-02.

а) – вид слева, б) – вид справа:

- 1 – ремешок
- 2 – амперометрический сенсор АСрО₂ (или ИК с АСрО₂)
- 3 – катушка для укладки кабеля
- 4 – гнездо для подключения блока питания
- 5 – гнездо для подключения кабеля RS-канала (RS-232)
- 6 – разъем для подключения АСрО₂
- 7 – держатель для крепления АСрО₂-05 или измерительной камеры
- 8 – винты, соединяющие верхний и нижний отсеки анализатора
- 9, 10 – нижний и верхний отсеки анализатора
- 11 – место расположения аккумулятора.

Корпус анализатора состоит из двух отсеков 9, 10 (см. рис. 4.1-1), герметично соединенных между собой с помощью шести винтов 8, расположенных в углублениях нижнего отсека. На боковой поверхности нижнего отсека 9 с левой стороны расположены гнезда 4,5 для подключения блока питания и кабеля канала RS-232. С правой стороны расположен разъём 6 для подключения амперометрического сенсора 2. Для укладки кабеля АСрО₂ предусмотрена катушка 3. Для крепления измерительной камеры с АСрО₂ (или АС АСрО₂-05) предусмотрен держатель 7, закрепленный на катушке 3. Для крепления анализатора на пробоотборных точках или «по месту» измерения предназначен ремешок 1, закрепленный под катушкой 3 на нижнем отсеке 9 анализатора.

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.

Включение (выключение) анализатора осуществляется с помощью кнопки 3 (см. рис. 4.1), при этом необходимо удерживать ее в нажатом состоянии в течение 5 сек. Включение на 30 сек. и выключение подсветки дисплея осуществляется с помощью кнопки 5.

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.;
- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации;
- 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-232;
- 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-1-02 ориентирован на конкретные области применения и конкретные задачи аналитического контроля кислорода и комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря универсальности анализатора АКПМ-1-02 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.

4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АКПМ-1-02, являются сенсорами парциального давления кислорода (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 ASrO_2 является электрод Кларка. Выпускаются шесть модификаций 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-1-02 лучшие метрологические и эксплуатационные характеристики по сравнению с известными зарубежными и отечественными аналогами. 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-1-02 могут использоваться для анализа кислорода в газах, в пресных и соленых водах. Амперометрические сенсоры ASrO_2 в комплекте АКПМ-1-02 могут также использоваться для измерений массовой концентрации кислорода в культуральных жидкостях биотехнологических производств, пиве, вине, молоке, соках и др. жидкостях.

Конструкция ASrO_2 -01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления кислорода. Внешний вид ASrO_2 -01 показан на рис. 4. 2.

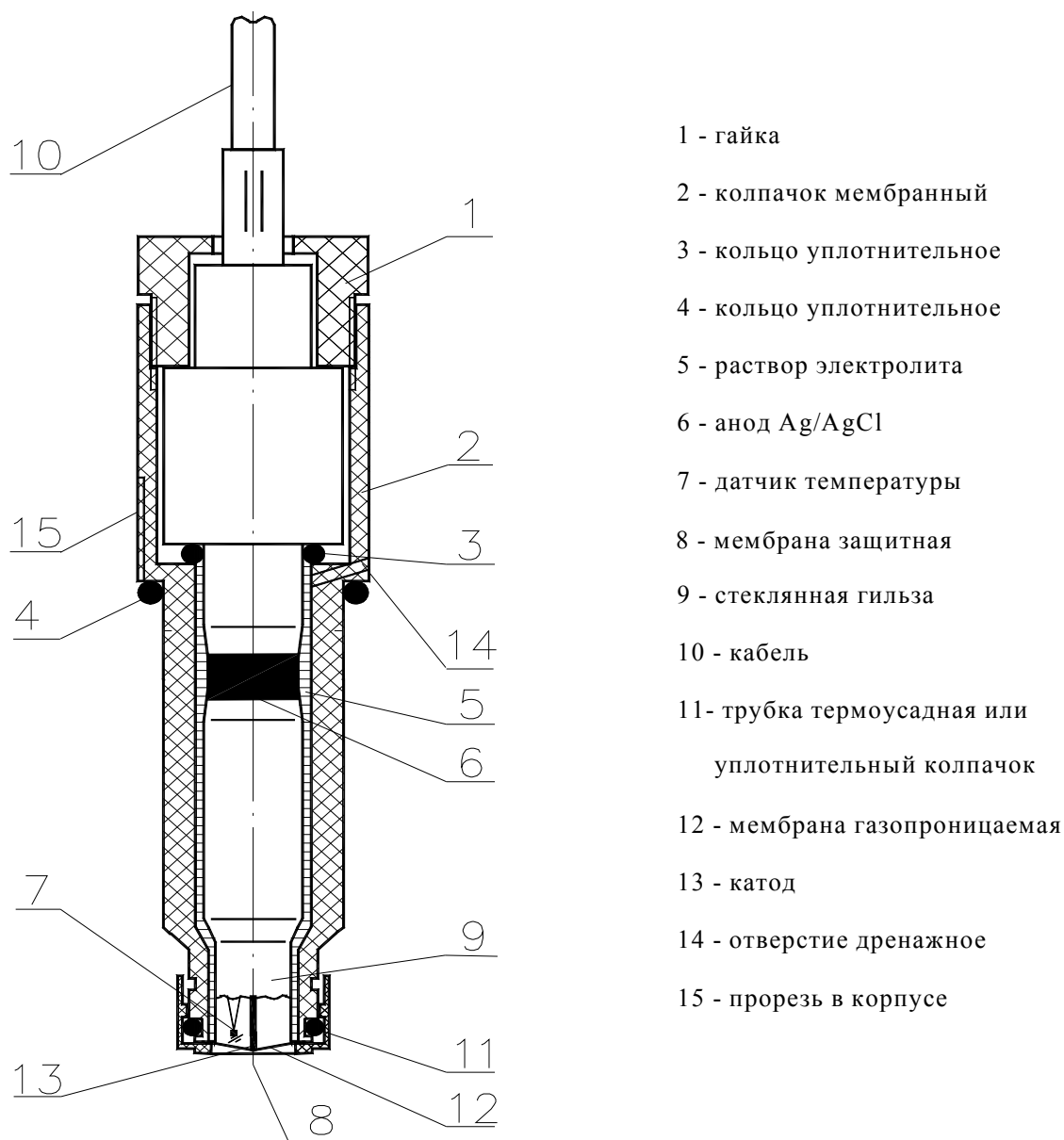


Рис. 4.2. Внешний вид АСрО₂-01, АСрО₂-02, АСрО₂-03 и АСрО₂-04.

АСрО₂-01 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. АСрО₂-01 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 АСрО₂-02 отличается от базовой модели АСрО₂-01 конструкцией, позволяющей проводить измерения в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрО₂-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА).

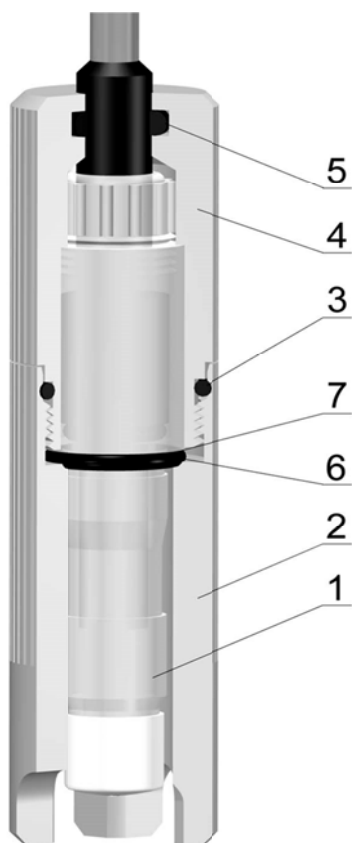
Конструкция АСрО₂-03 отличается от модели АСрО₂-01 повышенной чувствительностью и предельно низкой величиной остаточного тока.

Конструкция АСрО₂-04 отличается от модели АСрО₂-03 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 АСрО₂-03 и АСрО₂-04 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 АСрО₂-03 и АСрО₂-04 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 АСрО₂-03 и АСрО₂-04, выгодно отличающей анализатор АКПМ-1-02Т от известных аналогов, является независимость показаний от присутствия в анализируемой жидкости растворенного

молекулярного водорода (продукта коррозии). В анализаторе АКПМ-1-02Т впервые реализованы уникальные методики расчета и алгоритмы внесения термокомпенсаций, учитывающие явления двойной сорбции кислорода, недавно обнаруженные в микрограммовой области концентраций.

Конструкция АСрО₂-05 отличается от базовой модели АСрО₂-01 тем, что амперометрический сенсор устанавливается в герметичную ячейку, предназначенную для проведения измерений кислорода на глубине до 20 м. Внешний вид АСрО₂-05 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 АСрО₂-05 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 АСрО₂-05, 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 АСрО₂-05 также способствует свободному удалению пузырьков воздуха, поднимающихся вверх в процессе аэрации. Малое потребление кислорода электродной

системой АСрО₂-05 и достаточно большие окна в нижней части корпуса 2 позволяют использовать АКПМ-1-02П для измерений кислорода как в перемешиваемых, так и в неподвижных жидкостях. Наибольшее распространение анализаторы АКПМ-1-02П получили на станциях аэрации и биологической очистки сточных вод, в рыбоводческих хозяйствах и при экологическом мониторинге природных и сточных вод. Анализаторы АКПМ-1-02П могут также использоваться для определения БПК. Для проведения таких измерений необходимо открутить гайку 4 и достать АСрО₂-05 из корпуса 2. При проведении измерений БПК в стандартных склянках гайка 4 может оставаться на сенсоре (см. рис. 3.4).

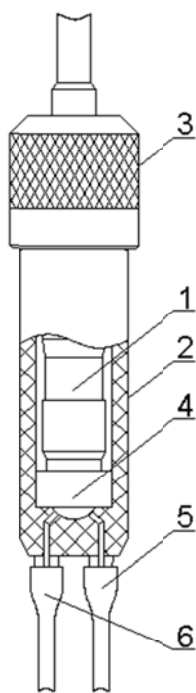
Модификация сенсора АСрО₂-06 отличается от базовой модели АСрО₂-01 тем, что его конструкция выполнена из материалов выдерживающих температуру 143 °С и избыточное давление 3 атм. Благодаря этому конструкция АСрО₂-06, показанная на рис. 3.8, выдерживает неограниченное количество циклов стерилизации острым 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 торцевой 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 закреплён разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АКПМ-1-02. Сенсоры АСрО₂-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Унифицированные размеры АСрО₂-06 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 АСрО₂-06 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 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. Амперсметрический 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 предусмотрен специальный держатель, установленный на катушке кабеля АС. 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 $АСрО_2-03$ 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 (pO_2) или концентрацию (cO_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 (В) 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 АКПМ-1-02 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 только 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 АКПМ-1-02 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-1-02 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-1-02, 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-1-02 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-1-02 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ». Методика измерения и 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 АСрО₂-03 и АСрО₂-04 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 подключением блока питания следует проверить сохранность изоляции шнура и вилки подключения к сети.

6.4. При эксплуатации анализатора запрещается:

- производить соединение и разъединение кабелей, замыкать контакты RS - канала при подключенном к блоку питания анализаторе;
- работать при неисправном анализаторе;

При обнаружении неисправности необходимо выключить анализатор и вызвать специалиста.

6.5. 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 надеть 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).

6.6. 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.

6.7. 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-1-02 предназначены для проведения измерений в лабораторных, промышленных или полевых условиях. В зависимости от варианта исполнения анализатора амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру, ферментер, биореактор, аэротенк или непосредственно в анализируемую среду. В вариантах исполнения анализаторов АКПМ-1-02, предусматривающих поставку измерительной камеры, расстояние на которое она может быть удалена от анализатора определяется длиной кабеля АС. При проведении измерений концентрации кислорода в потоке жидкостей или газов, рекомендуется на линии входа анализируемой пробы установить регулятор расхода (дроссель) 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°C. 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 ПВХ длиной не более 1 м с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. При проведении измерений кислорода в микрограммовой области концентрации использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использование трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм.

7.2. Включение анализатора.

Включите анализатор с помощью кнопки «Вкл», удерживая ее в течение 5 сек. После включения анализатора раздастся звуковой сигнал, на дисплее сначала появится логотип, а затем анализатор перейдет в режим измерений.

Примечание. Для поляризации электродов амперометрического сенсора он должен быть подключен к измерительному устройству анализатора в течение 9-12 часов.

8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА

8.1. Интерфейс программы.

После включения 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

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



- кнопка включения-выключения питания;



- кнопка включения-выключения подсветки;

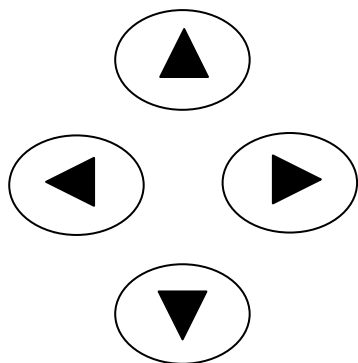


- кнопка «ВВОД» выполняет функции входа в окна МЕНЮ, ввода данных и выбора меню;

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.

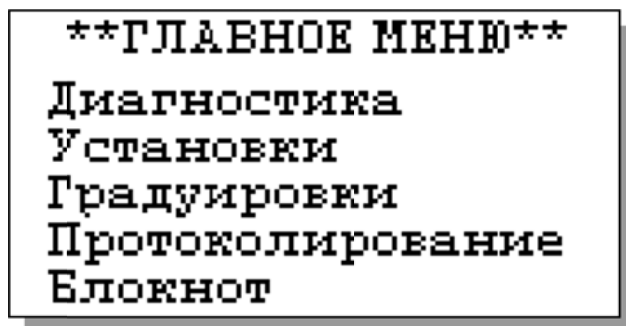
СЕНСОР НЕ ПОДКЛЮЧЕН – это сообщение появляется, когда сенсор не подключен к анализатору или поврежден его кабель.

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****.

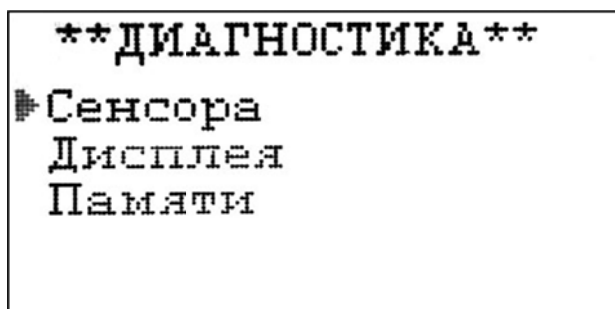
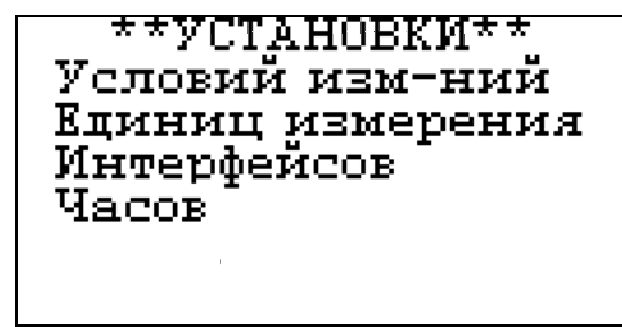


Рис. 8.2-2. Окно «Диагностика»

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

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****.

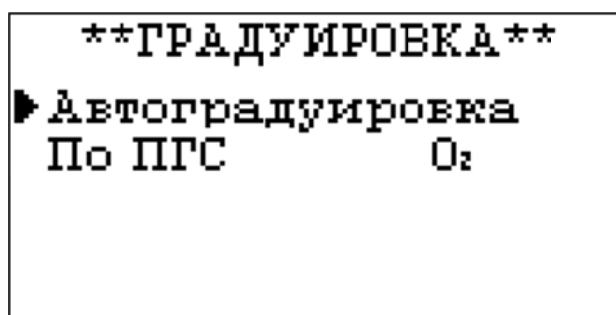
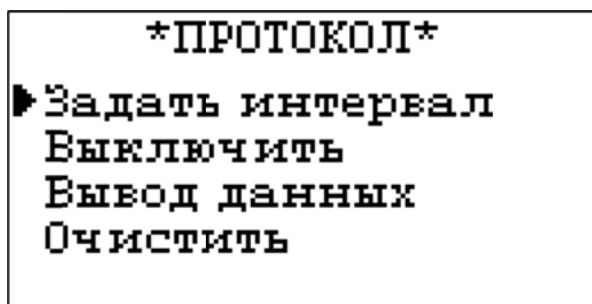


Рис. 8.2-4. Окно «ГРАДУИРОВКА»

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 $\Rightarrow$ Главное меню $\Rightarrow$ 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 $\Rightarrow$ Главное меню $\Rightarrow$ Блокнот

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

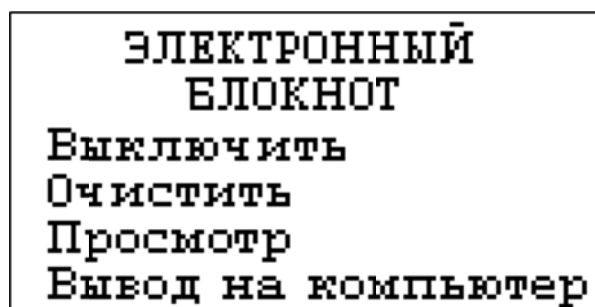
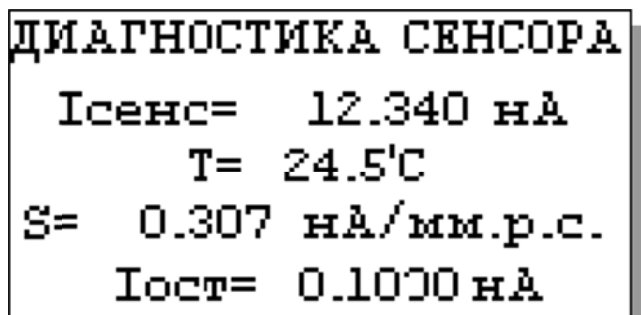


Рис. 8.2-6. Окно «БЛОКНОТ»

8.3. Меню «ДИАГНОСТИКА»

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

Диагностика $\Rightarrow$ 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.

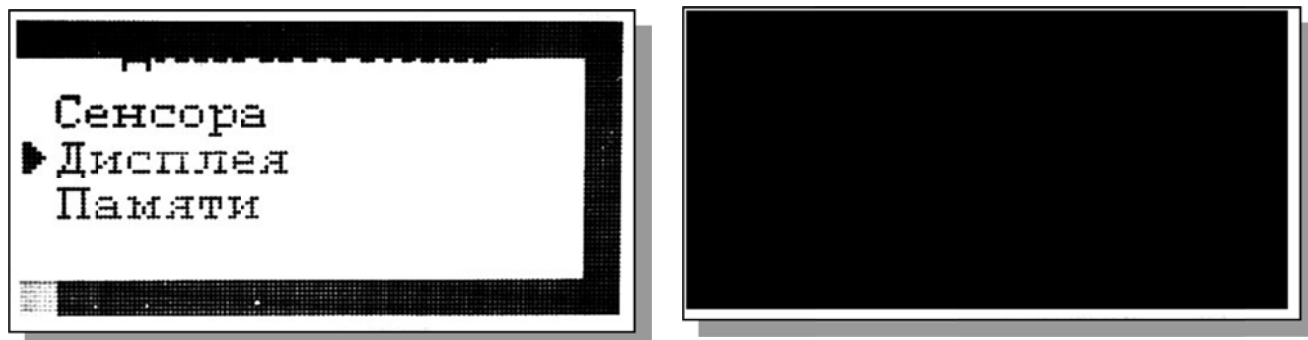


Рис. 8.3-2. Окно «Диагностика экрана»

Диагностика ⇒ Диагностика памяти

Положительные результаты тестирования элементов памяти отражаются записью ОК!

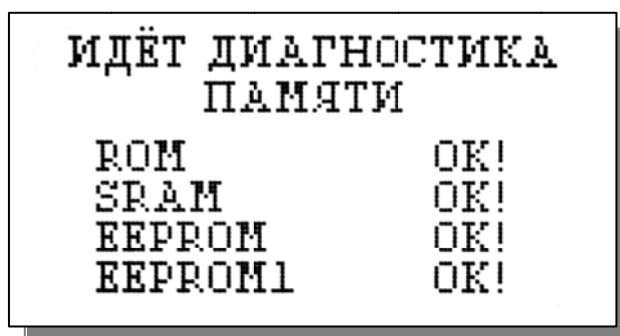


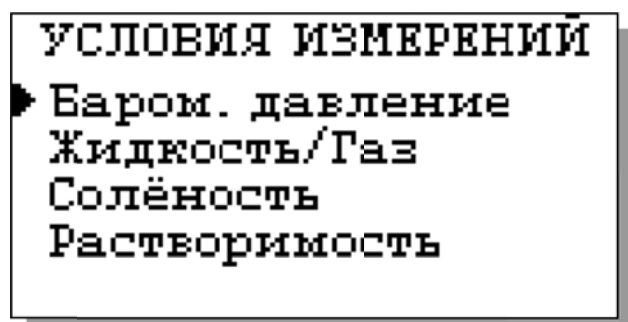
Рис. 8.3-3. Окно «Диагностика памяти»

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

Введите ошибку
жидкость-газ
2.5%

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»

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

В какой жидкости
будет проведен
анализ?
Вода
▶ Другая

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

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 **С**. Спецрежим автоматически отменяется при проведении градуировок и при выборе других единиц измерения.

Установки ⇒ Единиц измерения

При выборе опции «Единиц измерения» сначала выбирают измеряемую величину (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).

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

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, РРМ-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
РРМ

В окне (рис. 8.4-10) можно выбрать объемные проценты, РРМ-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).

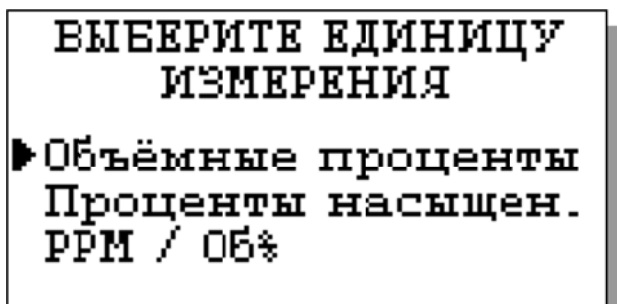


Рис. 8.4-10.

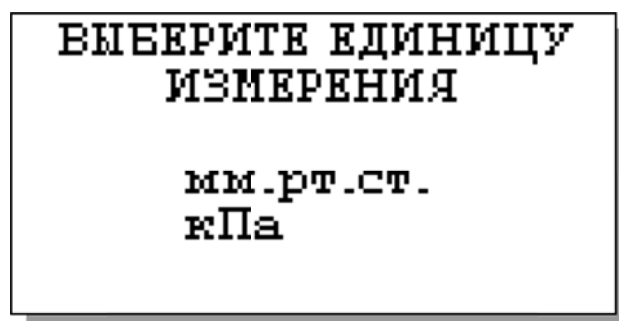
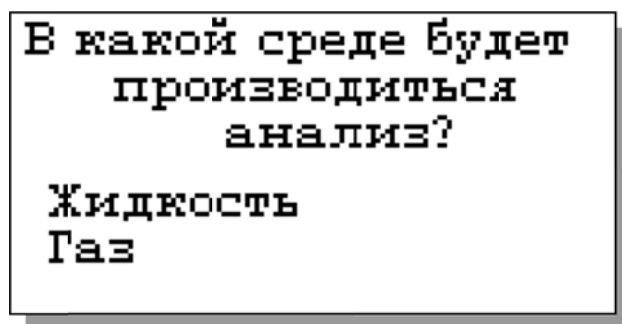


Рис. 8.4-11.

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 АКПИМ-1-02 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).

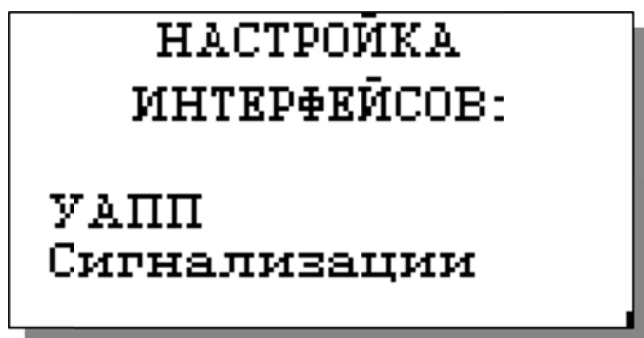


Рис. 8.4-13. Окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ»

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ УАПП

При выборе универсального асинхронного приемопередатчика (УАПП), в окне на рис.

8.4-14 можно включить или выключить передатчик, а также задать интервал времени между отправками информации на терминал компьютера (см. рис. 8.4-15).

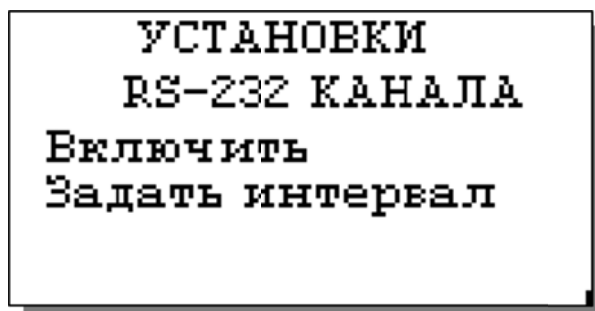


Рис. 8.4-14. Окно установок RS-232 канала

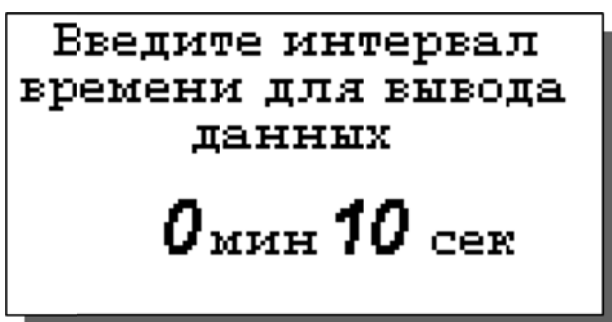


Рис. 8.4-15. Окно установок RS-232 канала

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ Сигнализации

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.4-13) выберите опцию «Сигнализации» и нажмите «ВВОД». На дисплее появится картинка, изображенная на рис. 8.4-16.

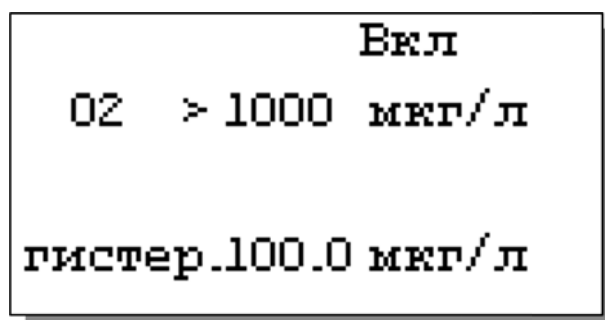
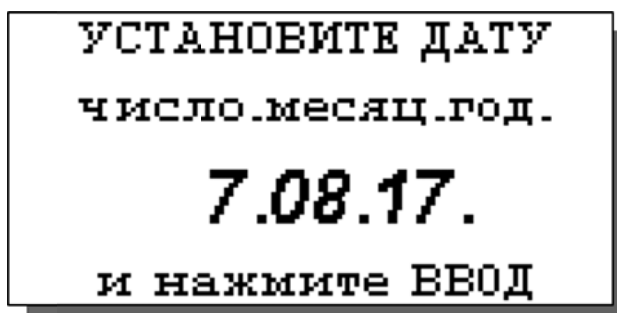


Рис. 8.4-16. Окно настройки сигнализации

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

Установки ⇒ Часов

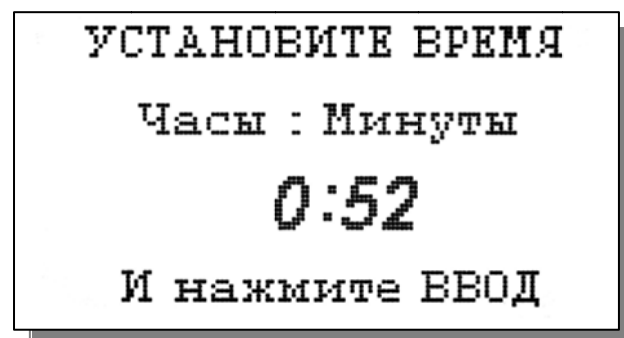


Установка часов осуществляется в окне «УСТАНОВКИ». Выберите опцию «Часов» и нажmite «ВВОД». Установите дату и время (см. рис. 8.4-17 и 8.4-18) и нажmite «ВВОД».

Рис. 8.4-17. Окно установки даты

Рис. 8.4-18. 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 нажmite «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**

0 ч 30 мин

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.

Рис. 8.5-4. Окно поиска данных по дате

ПАРАМЕТРЫ ПОИСКА:
Дата: 1.03.16
Время: 10:00
Искать – 'ВВОД'

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.

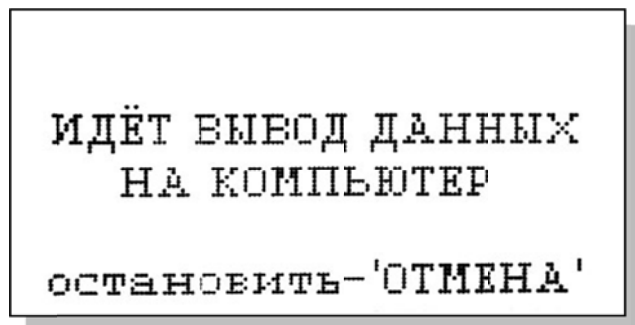


Рис. 8.5-5. Окно вывода данных на компьютер

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.

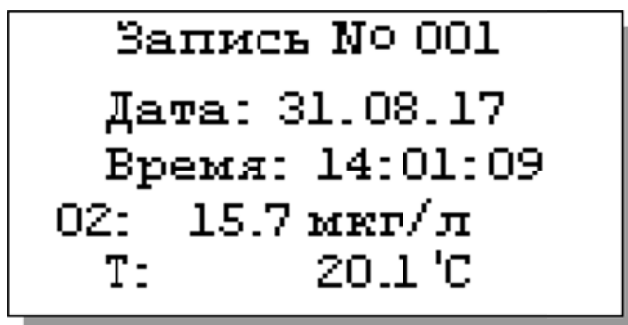


Рис. 8.6-1. Окно «Запись в блокноте».

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. Автоматическая градуировка анализатора.

При автоматической градуировке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием кислорода используется атмосферный воздух, насыщенный парами воды. Градуировку анализаторов с сенсорами АСрО₂-01 - АСрО₂-04 можно проводить двумя способами.

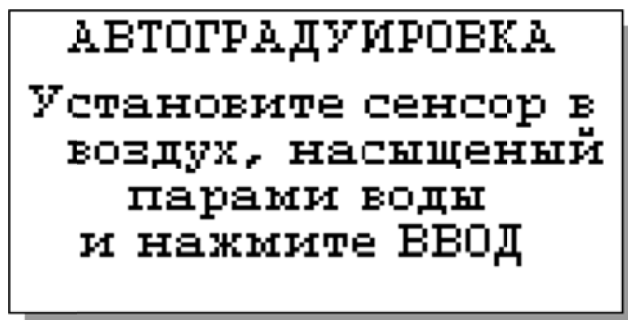
При первом способе градуировки сенсор достают из измерительной камеры, тщательно промывают его чувствительную часть в водопроводной воде и с помощью фильтровальной бумаги или марлевого тампона удаляют оставшиеся капли воды с поверхности АС. Затем на дно «градуировочной склянки» наливают немного водопроводной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

При втором способе градуировки сенсоры АСрО₂-01 - АСрО₂-04 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 сульфита 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 анализатора с сенсором АСрО₂-05 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 анализатора с сенсором АСрО₂-06 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-1-02 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 $\frac{\text{ММГ}}{\text{Л}}$**

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. Градуировка 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 вентили тонкой регулировки (на баллоне с ПГС) установите расход

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

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

Рис. 9.2-1.

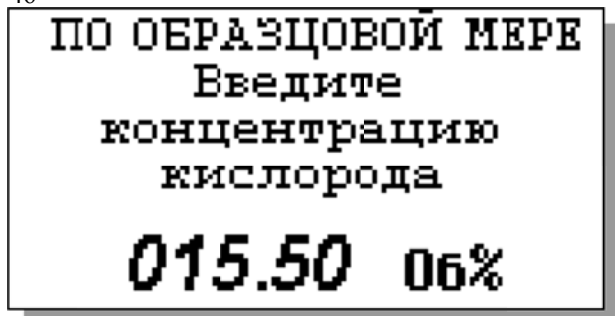


Рис. 9.2-2.

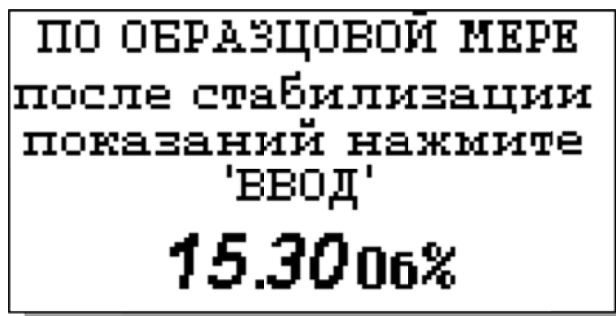


Рис. 9.2-3.

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

9.3. Градуировка 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 амперометрические 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-1-02.

10.1. Определение pO_2 , cO_2 в лабораторных условиях.

Для решения этой задачи используют АКПМ-1-02Л, 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 $АСрО_2-01$ 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 $АСрО_2-01$ в склянку БПК старайтесь не повредить мембрану $АС рО_2$. 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 $АСрО_2$ 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 $АСрО_2-01$ 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 $АСрО_2-01$ в склянку.

10.2. Определение БПК стандартным методом с разбавлением при помощи анализатора АКПМ-1-02Л.

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 БПК₅ (с разбавлением) выполняют по формуле:

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

где: X – расчетное значение БПК₅, 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.

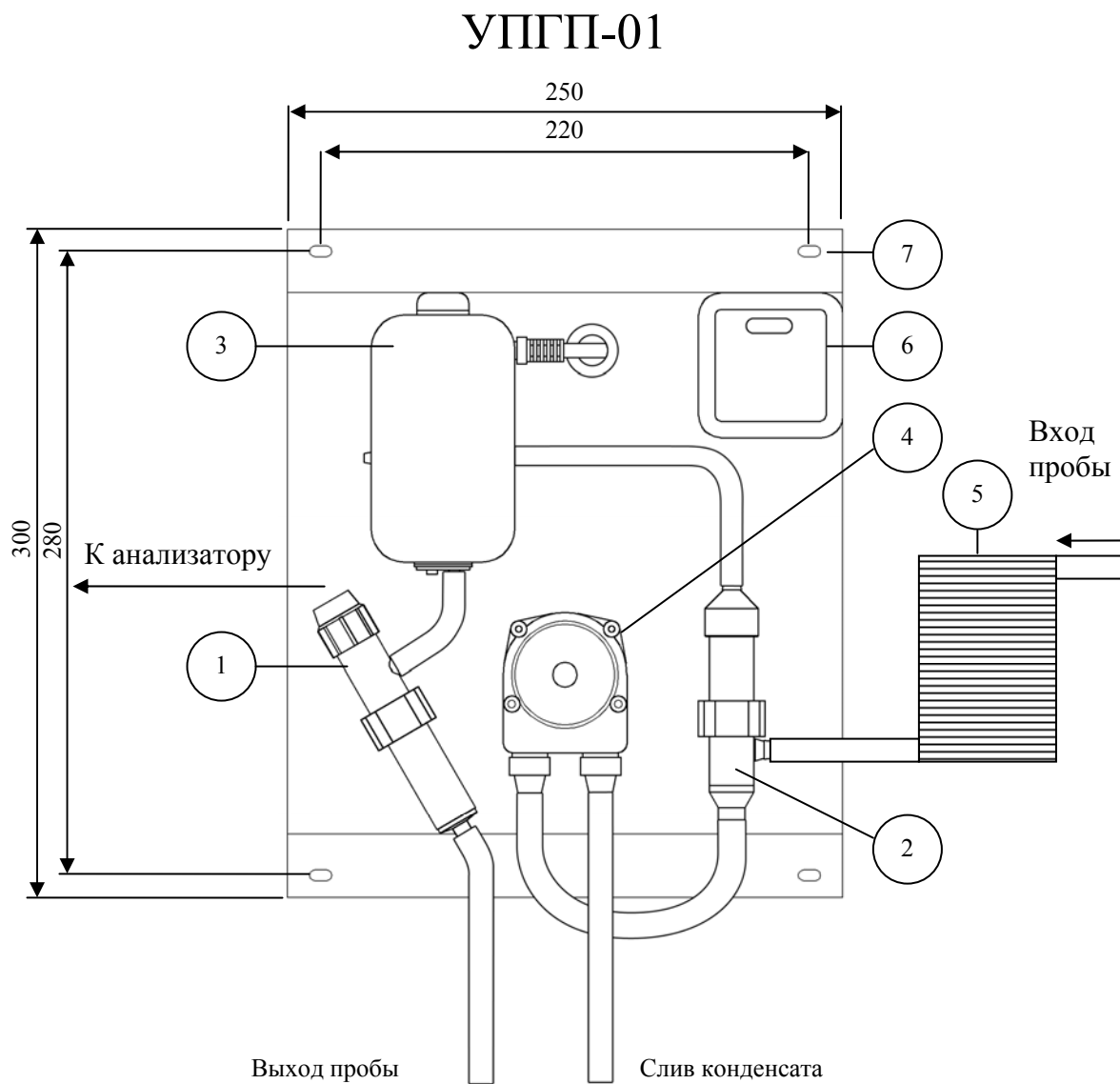
Для решения этой задачи используют АКПМ-1-02Г и измерительную камеру ИКПГ.

Для обеспечения измерений кислорода в разряженных газовых смесях (например, в топочных газах) анализатор комплектуется устройством подготовки газовой пробы УППП-01. С помощью этого устройства осуществляется всасывание и охлаждение анализируемого газа с последующим отделением сконденсированной влаги и нагнетанием в измерительную камеру АСрО₂. Принципиальная схема УППП-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 СО₂ 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.



- 8. Измерительная камера
- 9. Влагоотделитель
- 10. Компрессор
- 11. Перистальтический насос
- 12. Змеевик
- 13. Выключатель
- 14. Панель

Рис. 10.1 Принципиальная схема УПГП-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 АКПИМ-1-02Т. Анализаторы должны устанавливаться по месту или на щите. Для

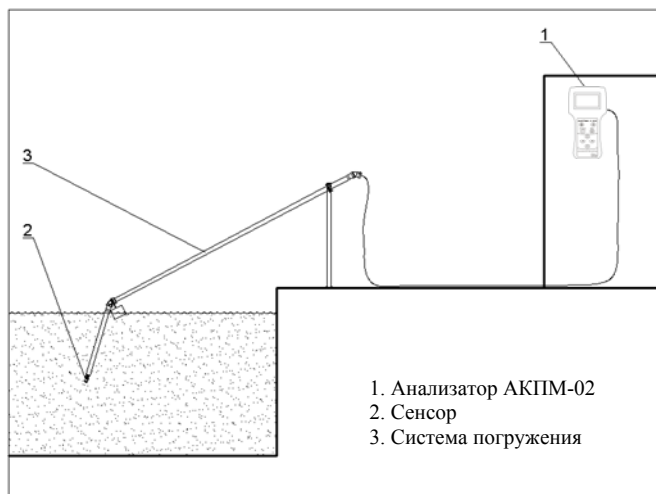
этого необходимо на линии входа анализируемой пробы установить регулятор давления (дроссель) и холодильник. Регулятор давления должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру АС в диапазоне от 2 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой 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 АСрО₂-03 или АСрО₂-04 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-1-02П, в комплект которого входит сенсор погружного типа АСрО₂-05. 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-1-02П можно проводить по атмосферному воздуху, насыщенному парами воды. Для этого АСрО₂-05 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 АСрО₂-05 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-1-02П на очистных сооружениях Вы



можете приобрести специальную арматуру. Принципиальная схема установки АСрО₂-05 в аэротенке с помощью такой арматуры приведена на рис. 10.2.

Рис. 10.2 Схема установки АСрО₂-05 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-1-02Б, в комплект которого входит стерилизуемый сенсор АСрО₂-06. 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 АСрО₂-06 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. 5.2, рис. 8.4-6, 8.4-7).

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА.

Периодичность выполнения технического обслуживания анализатора должна быть не реже 1 раза в 2 месяца. Периодичность проведения градуировки анализатора определяется точностью, с которой предполагается проводить измерения, но не реже 1 раза в 3 месяца.

При работе анализатора в микрограммовом диапазоне градуировка анализатора может проводиться чаще.

Если Ваш анализатор нуждается в техническом обслуживании, ремонте или периодической поверке, свяжитесь с сервисным центром или с ближайшим официальным дилером. Контактные телефоны официальных дилеров размещены на нашем сайте.

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

11.1. Измерительное устройство 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.

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 торцевой поверхности сенсора, а также значительное уменьшение уровня электролита в корпусе сенсора;
- Мембрана вытянулась и не достаточно сильно натягивается торцевой 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. 8.3).
3. Если ток сенсора ($I_{\text{сенс}}$) имеет близкое к нулю значение (см. рис. 8.3-1) 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 ($I_{\text{сенс}}$) 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.

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.

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. На дисплее анализатора загорается сообщение «Сенсор не подключен».	1. Сенсор не подключен к анализатору. 2. Обрыв кабеля.	1.Подключить сенсор. 2.Свяжитесь с сервисным центром по вопросу ремонта или замены сенсора.
2. 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.
3. В «Ноль растворе» 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.
4. Показания сенсора нестабильны во времени при постоянной концентрации кислорода. Быстродействие сенсора существенно уменьшилось.	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.

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-1-02 ТУ4215-001-66109885-10

Номер и дата выпуска _____
(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 _____

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-1-02 ТУ4215-001-66109885-10

Номер и дата выпуска _____
(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 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

$$K = (A_{\text{г}} - A_{\text{ж}}) / A_{\text{г}} * 100,$$

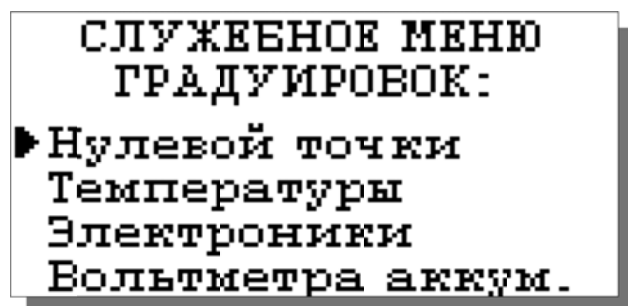
где: $A_{\text{г}}$ и $A_{\text{ж}}$ - показания анализатора при измерениях в газовой фазе и в жидкости (воде), находящейся с ней в состоянии равновесия в нас. %.

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».

Порядок ввода констант термометра

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

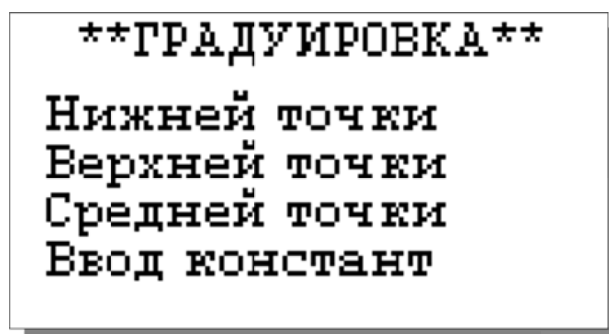
Для этого необходимо перейти в служебное меню градуировок, окно которого откроется, если в меню “ГРАДУИРОВКА”, удерживая кнопку «Вниз», нажать на кнопку «Ввод». В открывшемся служебном меню градуировок (см. Рис. ПЗ-1.) необходимо выбрать



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

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

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



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

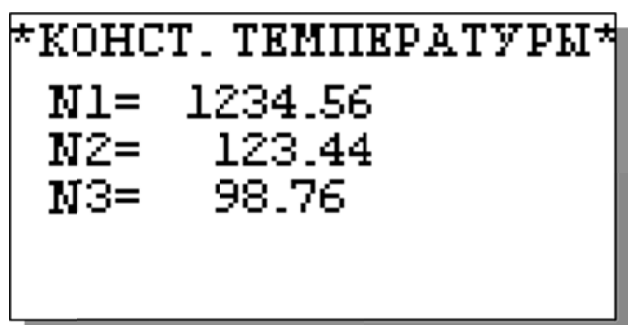


Рис. ПЗ-3. Окно «КОНСТАНТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ»

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

Определение «чистоты» водорода косвенным методом по измерению остаточного кислорода с помощью анализатора кислорода АКПМ-1-02Г.

Введение

Для обеспечения безопасных условий работы ТЭЦ в турбогенераторах с водородным охлаждением, необходимо поддерживать взрывобезопасное соотношение концентраций водорода и кислорода. Это соотношение достигается, когда концентрация водорода превышает 95 об. %, а концентрация кислорода не достигает 1 об. %. Аналитический контроль этого соотношения можно проводить по измерениям концентрации водорода или по измерениям концентрации кислорода. В первом случае измерения должны проводиться с абсолютной погрешностью, не превышающей 0.5 об. % H_2 . Газоанализаторы водорода, принцип действия которых основан на термокондуктометрическом методе измерений, не обладают желаемой точностью и достоверностью измерений в силу его неселективности. Применение газоанализаторов водорода, на основе электрохимических методов измерения (например АВП-02Г) также не обеспечивают требуемой точности измерений из-за нестабильной работы АСр H_2 в области высоких концентраций H_2 . Более эффективно задача определения «чистоты водорода» может быть решена по измерениям остаточного кислорода с помощью газоанализатора кислорода АКПМ-1-02Г. Учитывая, что в стационарном режиме работы турбогенератора в его статор проникает атмосферный воздух (из-за негерметичности подшипников), а также присутствует кислород, вызванный электролизом, концентрацию водорода можно вычислить по результатам измерений концентрации кислорода, используя формулу

$$X_{H_2} = 100 - X_{\varepsilon O_2} - X_{O_2} - X_{N_2} - X_{H_2O} \quad (\text{П4.1})$$

где: X_{H_2} – расчетное значение процентного содержания водорода в статоре генератора, об. %;

$X_{\varepsilon O_2}$ – измеренное значение процентного содержания кислорода в смеси приходящей в генератор после электролиза;

X_{O_2} – измеренное значение процентного содержания кислорода в статоре генератора, об. %;

$$X_{N_2} = (X_{O_2} - X_{\varepsilon O_2}) \cdot \frac{79,07}{20,93} \quad \text{– расчетное значение процентного содержания}$$

азота в статоре генератора (азот проникает в статор генератора в составе воздуха);

$$X_{H_2O} = \frac{\psi}{100} \cdot \frac{pH_2O(T)}{B} \cdot \frac{(X_{O_2} - X_{ЭO_2})}{20,93}$$

- расчетное значение процентного содержания паров воды в статоре генератора (пары воды проникают в статор генератора в составе воздуха);

ψ - относительная влажность атмосферного воздуха, %;

B – барометрическое давление, мм.рт.ст.;

$pH_2O(T)$ – температурная зависимость парциального давления насыщенных водяных паров при температуре измерения, мм.рт.ст.

Простой расчет показывает, что определение концентрации водорода по формуле (П4.1) проводится с погрешностью не превышающей 0.2 об %, т.к. погрешность измерения кислорода в диапазоне концентраций от 0 до 1 об. % не превышает 0.04 об.% (см. п. 2 НЖЮК 4215-001.2-66109885-10 ПС).

Методика определения «чистоты водорода» косвенным методом по измерению остаточного кислорода с помощью анализатора кислорода АКПМ-1-02Г.

1. Для анализатора, снабженного микрокомпрессором, необходимо входную трубку «компрессор» подсоединить к пробоотборной точке, а затем нажатием кнопки «вправо» включить микрокомпрессор. Время работы микрокомпрессора можно установить в режиме «Установки» (см. Приложение 5).

Для анализатора снабженного «грушей» продуйте измерительную камеру, подсоединив ее к выходной трубке ИК.

2. В окне «Установки» выберите в качестве единицы измерения объемные проценты (об. %) (см. рис. 8.4-8, рис. 8.4-10).

3. В соответствии с РЭ проведите градуировку анализатора по атмосферному воздуху (см. п. 9).

4. Подсоедините входную трубку ИК к пробоотборной точке. Убедитесь, что на дисплее прибора отображается окно измерений, и нажмите одновременно две кнопки: «Влево» и «Вправо». На дисплее анализатора откроется окно, показанное на рис. П4-1, где необходимо ввести значение концентрации кислорода в газовой смеси после электролиза.

Если концентрация кислорода в газовой смеси в статоре генератора не превышает 10 об. %, анализатор выполняет расчеты по формуле П 4.1. и на дисплее анализатора

отобразятся результаты измерений концентрации кислорода и результаты вычислений по формуле П.4.1. (см. рис. П.4-2).

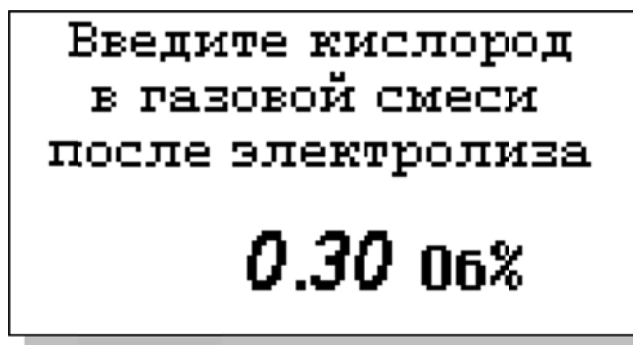


Рис. П.4-1. Ввод измеренной концентрации кислорода после электролиза.

Рис. П.4-2. Окно результатов измерений и вычислений.

O₂: 1.17 06%
H₂: 98.13 06%
N₂: 0.66 06%

Если концентрация кислорода в статоре генератора превышает 10 об. %, расчет концентрации водорода не выполняется и на дисплее отображаются только результаты измерений концентрации кислорода.

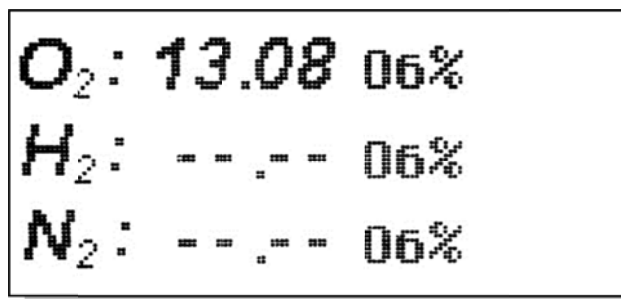
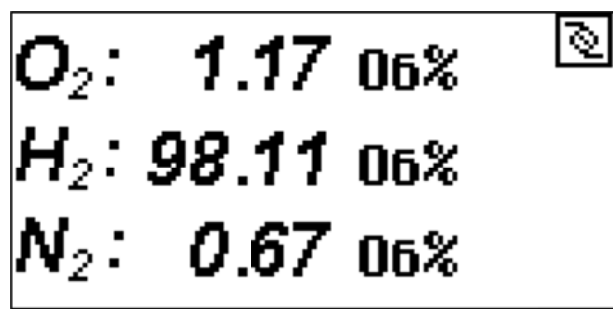


Рис. П.4-3. Окно результата измерений кислорода.

Если прибор оборудован микрокомпрессором, то в этом окне при нажатии кнопки “ВПРАВО” будет производиться его включение, которое будет сопровождаться появлением значка в правом верхнем углу экрана (см рис. П4-4).

Рис. П.4-4. Индикация работы микрокомпрессора.



Работа с анализатором АКПМ-1-02Г со встроенным микрокомпрессором (АКПМ-1-02ГМ).

Анализатор АКПМ-1-02Г может поставляться со встроенным микрокомпрессором (в дальнейшем - помпа).

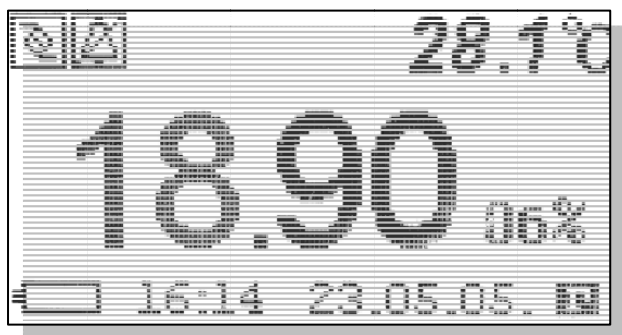


Рис. П5-1. Окно измерений

Для включения помпы нажмите кнопку “Вправо”. В левом верхнем углу экрана загорится иконка обозначающая работу помпы (см. рис. П5-1). По истечении времени равного интервалу работы, либо после повторного нажатия кнопки работа помпы прекратится, и иконка погаснет.

Для задания интервала работы помпы войдите в меню «Главное меню» ⇒ «Установка» и выберите опцию «Помпы» (см. рис. П5-2). После нажатия кнопки «Ввод» анализатор предложит ввести время работы помпы (см. рис. П7-3).

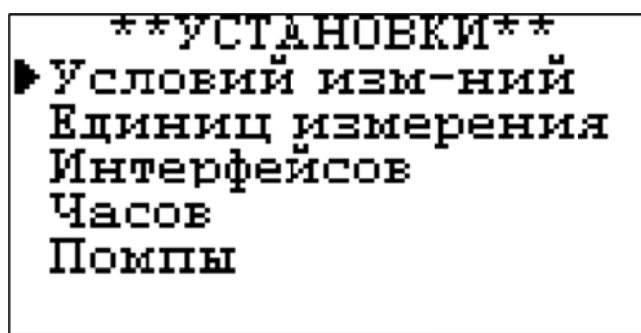


Рис. П5-2 Окно «Установка».

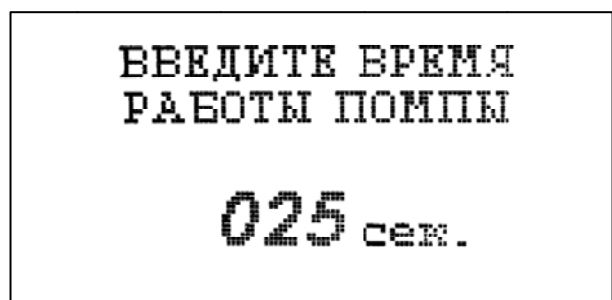


Рис. П5-3. Окно установки времени работы помпы

При помощи кнопок перемещения курсора введите время работы помпы и нажмите “Ввод”. Для возвращения в окно измерений нажмите кнопку “Отмена” два раза.

Внимание! Если измерения концентрации кислорода проводятся в магистрях или емкостях работающих при давлениях ниже атмосферного, необходимо в качестве входной трубки использовать входную трубку микрокомпрессора.

Если измерения концентрации кислорода проводятся в магистрях или емкостях работающих при давлениях выше атмосферного, необходимо в качестве входной трубки использовать входную трубку ИК.

Градуировка 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 ± 0.5 г сульфита натрия (Na_2SO_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 АСрО₂-01 – АСрО₂-04 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 АСрО₂-05 и АСрО₂-06 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 перейти в служебное меню, показанное на рис. ПЗ-1, Приложения 3.

С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Нулевой точки» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «ГРАДУИРОВКА НУЛЯ», показанное на рис. П6-1.

Рис. П6-1. Окно «ГРАДУИРОВКА
НУЛЯ»

ГРАДУИРОВКА НУЛЯ
Установите сенсор в
в среду с нулевым
содержанием O_2
и нажмите ВВОД

После установки АС в среду с нулевым содержанием кислорода нажмите «Ввод». На дисплее анализатора появится окно сообщений, показанное на рис. П6-2. В нижней части окна выведется текущее значение измеряемой величины в предварительно выбранной Вами единице измерения. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД».

ГРАДУИРОВКА НУЛЯ
после стабилизации
показаний нажмите
'ВВОД'
0.0 $\frac{\text{МКГ}}{\text{Л}}$

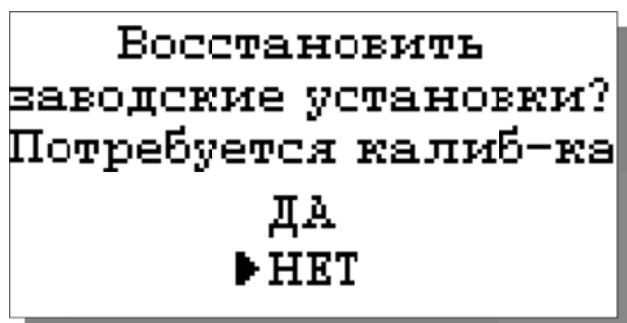
Рис. П6-2. Окно сообщений

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 при включении анализатора показания должны снизиться до значений $0 - 5 \text{ мкг/дм}^3$ менее чем за 15 мин. Если показания анализатора превышают 5 мкг/л , необходимо подождать еще 20-30 мин., а затем после стабилизации показаний нажать клавишу «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.

Восстановление заводских установок

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



Для восстановления заводских параметров нужно войти в окно ****УСТАНОВКИ**** (см. рис. 8.2-3), затем удерживая кнопку «Вниз», нажать на кнопку «Ввод». В открывшемся служебном меню установок выбрать опцию «Заводские настройки». Для восстановления заводских

установок в диалоговом окне выберите опцию «ДА» и нажмите «ВВОД».