

**Анализатор Кислорода  
Промышленный Многофункциональный  
АКПМ-11**

**Руководство по эксплуатации  
НЖЮК 4215-001-16963232-01 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.

**ВНИМАНИЕ!** Предохранитель установлен в положение, соответствующее напряжению сети 220 В с частотой 50 Гц. Перед подключением анализатора к сети переменного тока с напряжением 36 В и частотой 50 Гц Вам необходимо переустановить предохранитель, в соответствии с маркировкой в нижнем отсеке анализатора (см. рис. 7.1).



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

### ***Анализаторы кислорода АКПМ-11 обеспечивают:***

- **А**втокалибровку по кислороду атмосферного воздуха. **К**алибровку по поверочным газовым смесям. **С**пецкалибровку для измерений в неводных средах, культуральных жидкостях и соленых водах.
- **В**озможность выбора удобной для оператора единицы измерения.
- **К**оррекцию в зависимости от барометрического давления и солености.
- **С**игнализацию выхода показаний из заданных пределов и возможность работы в составе системы автоматического управления с помощью «сухих контактов».
- **Д**истанционную передачу информации с помощью токового выхода, интерфейсов RS-232 и RS-485.
- **З**апись отсчетов показаний во внутреннюю энергонезависимую память в ручном режиме «Блокнот» и в непрерывном периодическом режиме «Протоколирование».
- **С**амодиагностику. **У**добный интерфейс. **П**ростой и удобный монтаж.
- **Г**ерметичность корпуса, степень пылевлагозащиты IP-68.

### **СОДЕРЖАНИЕ (Руководство по эксплуатации).**



1. Распаковка анализатора.	7
2. Области применения анализаторов АКПМ и обозначение вариантов их исполнения.	8
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора.	11
4. Устройство и принцип действия анализатора	17
4.1. Описание свойств и конструкции анализатора	17
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров	19
4.3. Описание конструкции измерительных камер	23
4.4. Принцип работы анализатора.	24
5. Общие сведения	25
5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения	25
5.2. Общие сведения о калибровке анализатора	26
5.3. Общие сведения о введении коррекции при измерениях.	28
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора.	30
7. Подготовка к работе	34
7.1. Общие требования к установке анализаторов кислорода	34
7.2. Установка измерительного устройства анализатора АКПМ-11	35
7.3. Установка измерительной камеры	38
7.4. Включение анализатора.	38
8. Настройка и управление режимами работы анализатора	40
8.1. Включение анализатора и интерфейс программы	40
8.2. Главное меню	42
8.3. Меню «Установка»	44
8.4. Меню «Диагностика»	51
8.5. Меню «Протоколирование»	52
8.6 Меню «Блокнот».	54
9. Калибровка анализатора	55
9.1. Процедура калибровки нулевой точки анализатора	55
9.2. Процедура автоматической калибровки анализатора	55
9.3. Процедура специальной калибровки анализатора.	58
10. Порядок работы	59
10.1. Определение кислорода в газах	60
10.2. Аналитический контроль концентрации кислорода в потоке жидкостей	61
10.3. Аналитический контроль кислорода в сосудах и трубопроводах Работających под давлением	62
11. Техническое обслуживание анализатора.	62
12. Возможные неполадки и способы их устранения.	66

## СОДЕРЖАНИЕ (Паспорт)

1. Назначение и область применения	68
------------------------------------	----



2. Технические характеристики	70
3. Состав изделия и комплект поставки	72
4. Поверка анализатора	73
5. Правила хранения	80
6. Гарантии изготовителя (Поставщика)	81
7. Сведения о рекламациях	81
8. Свидетельство о приемке	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Методика измерения и процедура внесения коррекции систематической ошибки «Жидкость-газ»	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Таблица зависимости концентрации кислорода в дистиллированной воде от температуры	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Методика калибровки датчика температуры	88
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методика калибровки нулевой точки анализатора	90
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Методика калибровки токового выхода	92
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Восстановление заводских параметров	93
Список литературы	94

Анализаторы и амперометрические сенсоры кислорода сертифицированы (Сертификаты RU.C.31.002.A № 26765) и внесены в Государственный реестр средств измерения (под № 14754-07) и рекомендованы к применению Департаментом стратегии и развития научно-технической политики РАО “ЕЭС России”, Химслужбой ОАО “Мосэнерго”, ВТИ, ГУАК и метрологического обеспечения природоохранной деятельности при МИНПРИРОДА и РОСРИАЦ при ГОССАНЭПИДНАДЗОРЕ РФ.





Рис. 1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-11

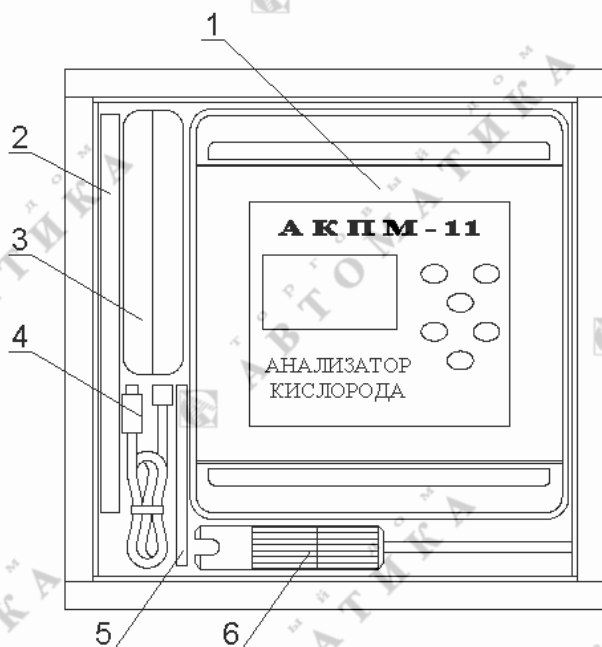
## 1. РАСПАКОВКА АНАЛИЗАТОРА.



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.

Анализатор кислорода и комплектующие изделия к нему поставляются в прочном контейнере из ДВП, усиленном деревянными брусками. Контейнер выполнен из экологически чистых материалов. Рекомендуем сохранить контейнер для последующей отправки прибора предприятию изготовителю или региональной ЦСМ для проведения периодической поверки и технического обслуживания.

Положите упаковку с анализатором на рабочий стол и распакуйте ее (расположение компонентов в контейнере показано на рисунке 1.1).



1. Анализатор кислорода АКПМ-11.
2. Паспорт, руководство по эксплуатации.
3. Комплект запасных частей.
4. Кабель интерфейса RS-232.
5. Комплект монтажных петель.
6. Амперометрический сенсор.

Рис. 1.1. Расположение компонентов в контейнере.

Проверьте комплектность анализатора согласно описи, вложенной в упаковку. При обнаружении несоответствия свяжитесь со своим поставщиком.

В комплект поставки анализатора входят:

- ☒ Измерительное устройство анализатора с сетевым кабелем
- ☒ Амперометрический сенсор (см. рис. 3.1, рис.3.3, рис. 3.6)
- ☒ Комплект запасных частей и принадлежностей к амперометрическому сенсору, в который входят:
  - Флакон с гелиевым электролитом
  - Мембранные колпачки (3 шт.)



- Пробник с сульфитом натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- Пробник с хлористым кобальтом  $\text{CoCl}_2$
- Кольцо резиновое (на мембранный колпачок)
- Кольцо резиновое (на стеклянную гильзу сенсора)

☑ Измерительная камера с держателем, присоединительными трубками и переходниками (в комплекте с АКПМ-11Т, АКПМ-11Г)

☑ Герметичная ячейка (в комплекте с АКПМ-11П)

☑ Шприц медицинский, 20 мл (в комплекте с АКПМ-11Т)

☑ Побудитель расхода воздуха (в комплекте с АКПМ-11Г)

☑ Кабель интерфейса RS-232 с гермовводом

☑ Комплект монтажных петель

☑ Руководство по эксплуатации, паспорт

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

➤ Устройство подготовки газовой пробы УПП-01 (к АКПМ-11Г)

➤ Арматура для установки АС в азотенки (к АКПМ-11П)

➤ Измерительная камера для микроанализа ИКМА (к АКПМ-11Л)

➤ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей (к АКПМ-11Т, АКПМ-11Г)

➤ Слянка БПК

➤ 3.5" дискета с программным обеспечением для передачи данных в ПК

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

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

## 2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ АКПМ-11 И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ИСПОЛНЕНИЯ.

Взрывозащищенность блока питания анализаторов АКПМ-11 обеспечивается видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ Р 51330.1-99 и достигается заключением электрических цепей блока питания во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

В качестве оболочки блока питания применена оболочка ССА-01Н фирмы Cortem с маркировкой взрывозащиты 1ExdIICT6.

Взрывозащитные поверхности оболочки блока питания защищены от коррозии эпоксидным окрашиванием RAL 7035.

Все винты, болты и гайки, крепящие детали оболочки блока питания, а также токоведущие и заземляющие зажимы, штуцера кабельных вводов предохранены от самоотвинчивания применением пружинных шайб или контргаек. Головки наружных крепящих болтов расположены в охранных углублениях, доступ к которым возможен только посредством специального



ключа. Для предохранения от самоотвинчивания соединения крышки блока питания анализатора с корпусом применено стопорное устройство. Стопор закрепляется с помощью винта к корпусу при этом его лапка заходит за буртик на крышке и фиксирует ее от самоотвинчивания.

Анализатор не имеет элементов искрящих или подверженных нагреву свыше  $70^{\circ}\text{C}$ . Температура поверхности оболочки блока питания и сенсора при нормальном и аварийном режимах работы анализатора не превышает  $70^{\circ}\text{C}$ , допустимой по ГОСТ Р 51330.0 для оборудования температурного класса Т6.

Обеспечение взрывозащиты сенсора достигается ограничением тока и напряжения в его цепях до искробезопасных значений по ГОСТ Р 51330.10.

Ограничение тока и напряжения в цепи питания сенсора обеспечивается благодаря применению на выходе блока питания анализатора диодного барьера безопасности, состоящего из двух шунтирующих диодов, ограничительного резистора и предохранителя. Максимальное выходное напряжение блока питания не превышает  $U_0 \leq 24 \text{ В}$ , максимальный выходной ток не превышает  $I_0 \leq 20 \text{ мА}$ .

Суммарные значения емкости и индуктивности сенсора и соединительного кабеля не превышают искробезопасных при заданных максимальных значениях тока и напряжения значений:  $C \leq 0,2 \text{ мкФ}$ ,  $L \leq 0,1 \text{ мкГн}$ .

Гальваническое разделение искробезопасной и силовой цепей достигается благодаря применению сетевого трансформатора, отвечающего требованиям ГОСТ Р 51330.10.

Электрическая изоляция сенсора анализаторов выдерживает в течение 1 минуты синусоидальное переменное напряжение 500 В частотой 50 Гц. Изоляция между искробезопасной и искроопасной цепью, между искроопасной цепью, гальванически связанной с искробезопасной, и силовой внешней цепью выдерживает испытательное напряжение (эффективное) переменного тока не менее 1500 В.

На лицевой панели блока питания анализатора имеется маркировка взрывозащиты «1Exd[ib]IICT6», предупредительная надпись «Открывать, отключив от сети!».

На корпусе сенсора имеется маркировка взрывозащиты «ExibIICT6».

Степень защиты от внешних воздействий блока питания – IP 68, сенсора – IP 68 по ГОСТ 14254.

Анализаторы АКПМ-11, благодаря своей универсальности и широкому ассортименту используемых амперометрических сенсоров (АС), могут применяться для решения разнообразных задач аналитического контроля кислорода практически во всех отраслях народного 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 цифрами



«11» указывается стационарный вариант его исполнения, буквами «Л», «Г», «Т», «П», «Б» указывается область его применения:

- «Г» - Газоанализатор;
- «Т»- Теплоэнергетика (для измерений в микрограммовом диапазоне концентраций);
- «А» - Атомная энергетика.

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

На рис. 2.1 – 2.3 показаны различные варианты исполнения анализаторов АКПМ-11.

Анализатор АКПМ-11Г в комплекте с АСрО<sub>2</sub>–02 предназначен для измерений концентрации кислорода в газообразных средах. Анализатор может комплектоваться устройством подготовки газовой пробы УПП-01. 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).



Рис. 2.1. Внешний вид анализатора АКПМ-11Г.

Анализатор АКПМ-11Г 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-11Т в комплекте с АСрО<sub>2</sub>–03 (или АСрО<sub>2</sub>–04) и проточной измерительной камерой ИКПЖ предназначен для измерений концентрации кислорода в потоке жидкостей, в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Применяется при аналитическом контроле и управлении



Рис. 2.2. Внешний вид анализатора АКПМ-11Т

процессами водохимподготовки в теплоэнергетике - ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети, котельных, а также в химической, нефтяной, пищевой



промышленности, в фармацевтии и др. областях народного хозяйства. Находит применение при сертификации лекарственных препаратов и продуктов питания.

Анализатор АКПМ-11А в комплекте с АСрО<sub>2</sub>-06 предназначен для производственного контроля концентрации растворенного водорода в мили- и микрограммовом диапазонах концентраций в первом контуре охлаждения ядерных реакторов, а также при автоматическом контроле процессов водохимподготовки на предприятиях тепловой и атомной энергетики, в теплосетях и на промышленных предприятиях.



Конструкция АС-06 снабжена компенсатором давления и системой защитных мембран, армированных сеткой из нержавеющей стали, благодаря которым АС-06 выдерживает давление до 26 атм и стерилизацию острым паром при температуре 143 °С.

Рис. 2.3. Внешний вид анализатора АКПМ-11А.

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

**Внимание!** После транспортирования в условиях отрицательных температур анализаторы должны быть выдержаны в транспортной таре при нормальных условиях не менее 4 часов. При отправке анализатора по почте в зимнее время года амперометрические сенсоры не заполняются раствором электролита, о чем делается соответствующая запись на стр. 2 настоящего руководства. В этом случае Вам необходимо выполнить операции п. 3.3

**Если Ваш сенсор заполнен раствором электролита, то не требуется выполнять операции по доливке электролита или замене мембранного колпачка.**

3.1. Если транспортирование анализатора осуществлялось в зимнее время года (см. стр. 2), выполните операции п. 3.3. настоящего руководства. **Если Ваш АС заполнен раствором электролита (см. запись на стр. 2), то переходите к выполнению п. 3.3.6.**

3.2. Внешний вид амперометрических сенсоров. Амперометрические сенсоры (АС) выпускаются в нескольких вариантах исполнения (см. п. 4). Внешний вид АС показан на рис. 3.



Сенсор АСрО<sub>2</sub>-02 - поставляется в комплекте с АКПИМ-11Г

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04 – поставляются в комплекте с АКПИМ-11Т.



Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АКПИМ-11 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля кислорода. Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-01 в основном используются для определения БПК и поставляются со стандартной склянкой БПК.

Рис. 3.1. Внешний вид амперометрических сенсоров АСрО<sub>2</sub>-01, АСрО<sub>2</sub>-02, АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-02, АСрО<sub>2</sub>-03 и АСрО<sub>2</sub>-04 поставляются с измерительной камерой (ИК). 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.

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



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

Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-06 поставляются в комплекте с анализатором АКПИМ-11А. Они выполнены в корпусах из нержавеющей стали и имеют универсальные типоразмеры для их установки в ферментеры и биореакторы отечественного и зарубежного производств. Эти сенсоры выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при T=143 °C и P=3 ати.

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



Если требуется залить раствор электролита (см. стр. 2) 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.

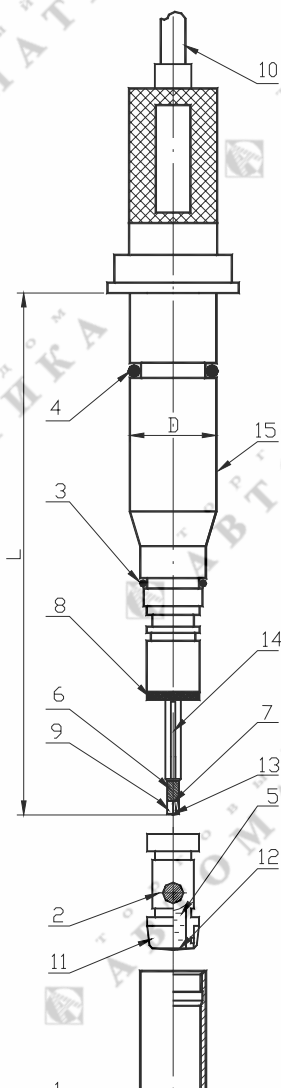
**Примечание.** Если электродный ансамбль прилип к колпачку, то, по-видимому, в нем высох раствор электролита. В этом случае залейте с помощью шприца 1 – 2 мл дистиллированной воды в зазор между колпачком и электродным ансамблем. Через 2-3 часа закристаллизовавшиеся соли растворятся, и Вы без усилий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

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.



Исполнения АСrO <sub>2</sub> -06			
Обозначение АС	d, мм	D, мм	L, мм
АСrO <sub>2</sub> -06-01	25	25	70
АСrO <sub>2</sub> -06-02	19	25	150
АСrO <sub>2</sub> -06-03	19	19	200
АСrO <sub>2</sub> -06-04	22	22	250

1 - нижний корпус

2 - колпачок мембранный

3 - кольцо уплотнительное

4 - кольцо уплотнительное

5 - раствор электролита

6 - анод

7 - датчик температуры

8 - кольцо уплотнительное плоское

9 - стеклянная гильза

10 - кабель

11 - втулка

12 - система мембран

13 - катод

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

Для замены мембранного колпачка 2 в стерилизуемом сенсоре АСrO<sub>2</sub>-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 АСрО<sub>2</sub>-06.

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 с нейтральным рН. Поэтому при его заливке на поверхности мембраны или стенках колпачка возможно образование пузырьков воздуха. Для их удаления слегка постучите по колпачку сбоку и оставьте его в вертикальном положении на 5 минут. Оставшиеся пузырьки воздуха всплывут на поверхность. Посмотрите еще раз, нет ли в растворе электролита пузырьков воздуха.

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

1. Сдвиньте резиновое кольцо на боковой поверхности мембранного колпачка на 1-2 мм ниже дренажного отверстия (см. рис. 3.7 и 4.2).
2. Возьмите электродный ансамбль и медленно вставьте его в мембранный колпачок в вертикальном положении. Избыток раствора электролита должен выступить через дренажное отверстие 14 (см. рис. 4.2).
3. Закрутите гайку в мембранный колпачок до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть мембрану на колпачке в виде зонтика.
4. Удалите остатки влаги с боковой поверхности колпачка и сдвиньте резиновое кольцо на дренажное отверстие.
5. Установите сенсор в измерительную камеру (см. рис. 3.9) и закрутите накидную гайку до упора (см. рис. 3.10 и рис. 3.2)





Рис. 3.9. Установка  $\text{ACrO}_2$  в измерительную камеру

При установке  $\text{ACrO}_2\text{-05}$  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  $\text{ACrO}_2\text{-05}$  рекомендуется смазать вазелином или вакуумной смазкой герметизирующие кольца, расположенные в верхнем корпусе.

Рис. 3.10. Фиксация  $\text{ACrO}_2$  в измерительной камере

3.3.5. Сборку сенсора  $\text{ACrO}_2\text{-06}$  (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 зонтика.

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

После включения анализатора на его дисплее сначала появится эмблема Фирмы « », а затем начнется процесс самодиагностики, который длится от 3 до 5 минут. После завершения процесса самодиагностики анализатор переходит в режим измерений.



4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРА

4.1. Описание свойств и конструкции и анализатора.

Внешний вид анализатора представлен на рис. 4.1.

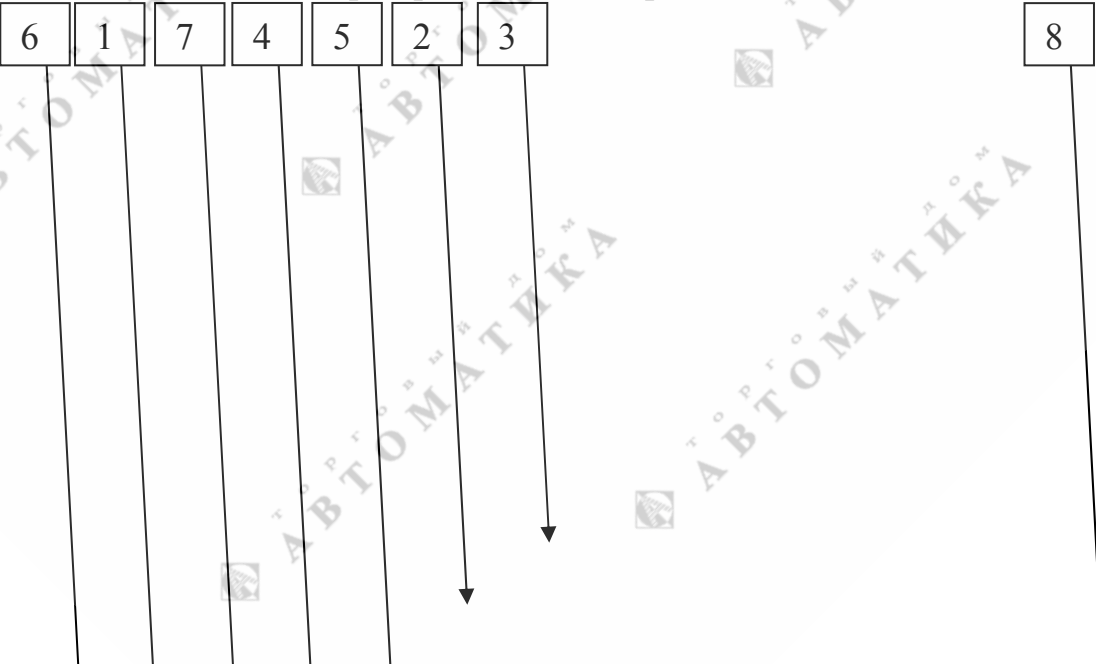






Рис. 4.1. Внешний вид анализатора кислорода АКПМ-11.

1. Стопорный винт.
2. Верхняя крышка анализатора.
3. Корпус анализатора.
4. Графический дисплей.
5. Клавиатура.
6. Монтажные петли.
7. Гермоввод.
8. Амперометрический сенсор.

Анализатор состоит из измерительного устройства и амперометрического сенсора. Анализатор имеет прочный, литой водонепроницаемый корпус степени защиты IP-68. На лицевой стороне анализатора расположен графический дисплей 4 и сенсорная клавиатура 5. Дисплей и кнопки клавиатуры имеют подсветку, что облегчает пользование анализатором в затемненных помещениях. Корпус 3 анализатора состоит из двух отсеков, герметично соединенных между собой. В нижнем отсеке расположены разъемы



для подключения проводов питания, токового выхода и кабеля RS-канала (RS-232 и RS-485). Герметичный ввод кабелей амперометрического сенсора и RS-канала осуществляется через отверстия в нижнем отсеке с помощью гермовводов 7, установленных на кабелях. Для крепления анализатора на щите или «по месту» предназначены две петли, располагаемые на тыльной стороне корпуса.

В зависимости от варианта исполнения анализатора (см. п. 2) 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.

Анализатор работает под управлением микроконтроллера и имеет простой и удобный для Пользователя программный интерфейс. Большой графический дисплей и клавиатура из шести клавиш позволяют Пользователю управлять работой анализатора, осуществлять различные виды настроек и калибровок, записывать и выводить информацию на дисплей анализатора, компьютер и др. внешние устройства. Управление анализатором очень просто и сводится к выбору нужных опций в меню и ответам на вопросы, высвечиваемые на дисплее, с помощью двух клавиш «Да» (Ввод) и «Нет» (Сброс). Функцией остальных четырех клавиш является перемещение курсора на дисплее анализатора или установка вводимых цифр подобно клавишам «больше» «меньше». Алгоритмы управления построены таким образом, что анализатор «ведет» оператора, исключая возможные ошибки в его работе.

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

- усиление сигналов амперометрического сенсора и встроенного датчика температуры, их преобразование и отображение на дисплее;
- самодиагностику работоспособности анализатора и амперометрического сенсора;
- выбор измеряемой величины: парциального давления кислорода, процентного содержания или массовой концентрации;
- выбор удобной для оператора единицы измерения с возможностью последующих переходов в другие единицы;
- калибровку анализатора по поверочным газовым смесям, автоматическую калибровку по атмосферному воздуху насыщенному парами воды и специальные калибровки для обеспечения измерений в неводных средах: соки, пиво, культуральные жидкости, органические жидкости и т.п.;
- настройку стандартного токового выхода (0–5, 0–20, 4–20 мА) на требуемый диапазон измерения с возможностью автоматического изменения масштаба шкалы самописца в случае превышения верхнего предела измерения с одновременной аварийной сигнализацией;
- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации с автоматическим определением зоны гистерезиса и передачей управляющих сигналов с помощью «сухих контактов»;



- возможность внесения коррекции в показания анализатора в зависимости от барометрического давления и солености;
- автоматическое устранение систематических погрешностей измерений, обусловленных эффектом «охлаждения мембраны» и «потреблением» кислорода самим АС;
- передачу информации на контроллер или персональный компьютер (ПК) с помощью цифровых каналов RS-232 или RS-485;
- протоколирование отсчетов показаний анализатора во внутреннюю энергонезависимую память с задаваемым периодом, возможность передачи запроотоколированных данных на ПК и вывода на дисплей анализатора в табличном или графическом виде;
- запись отсчетов показаний анализатора по команде с клавиатуры в электронный блокнот с возможностью их передачи на ПК и вывода на дисплей анализатора;
- вычисление величины БПК по результатам измерений с учетом разведения согласно методике ПНДФ 14.1:2:3.4.123-97.

Каждый из вариантов исполнения анализатора АКПМ-11 ориентирован на конкретные области народного хозяйства и конкретные задачи аналитического контроля кислорода. В зависимости от области применения и задачи исследования анализатор комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря универсальности анализатора АКПМ-11 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.


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

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АКПМ-11, по своим функциональным возможностям делятся на два типа: сенсоры парциального давления кислорода ( $\text{АСрО}_2$ ) и сенсоры концентрации растворенного кислорода ( $\text{АСсО}_2$ ) [1,2].

Амперометрические сенсоры парциального давления кислорода ( $\text{АСрО}_2$ ) могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры обладают высокой селективностью к кислороду и не подвержены влиянию других электрохимически активных газов, ионов, биологических молекул и окислительно-восстановительных систем, присутствующих в анализируемой среде. Прототипом  $\text{АСрО}_2$  является электрод Кларка [3]. ООО «Фирма» выпускает шесть модификаций  $\text{АСрО}_2$ , конструкции которых разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в различных областях народного хозяйства при решении разнообразных задач аналитического контроля кислорода. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы, что обеспечило анализаторам кислорода АКПМ-11 лучшие метрологические и эксплуатационные характеристики по сравнению с известными зарубежными и отечественными аналогами.  $\text{АСрО}_2$  обладают очень низким потреблением кислорода из анализируемой среды. Благодаря этому свойству обеспечивается «неразрушающий контроль» анализируемой жидкости

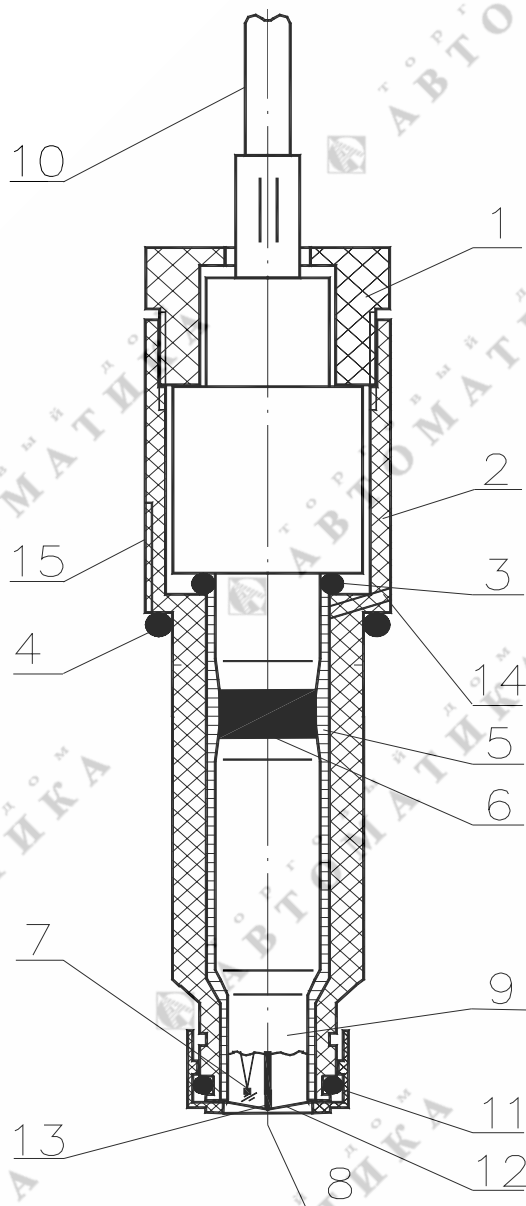


и достигается высокая надежность и достоверность результатов измерений. Сенсоры этого типа калибруются по атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации. Такие сенсоры в комплекте АКПМ-11 могут использоваться для анализа кислорода в газах, в пресных и соленых водах. При измерениях в соленых водах в анализаторе АКПМ-11 предусмотрена возможность внесения коррекции на соленость. Поправка на соленость должна вноситься по результатам кондуктометрических измерений в пересчете на NaCl. Амперометрические сенсоры  $ASrO_2$  в комплекте АКПМ-11 могут также использоваться для измерений массовой концентрации кислорода в культуральных жидкостях биотехнологических производств, пиве, вине, молоке, соках и др. жидкостях. Для проведения таких измерений в анализаторе АКПМ-11 предусмотрена методика специальной калибровки сенсора по атмосферному воздуху. Следует заметить, что такие измерения будут проводиться с меньшей точностью по сравнению с измерениями концентрации кислорода в водных растворах. Это объясняется тем, что сигнал  $ASrO_2$  прямо пропорционален парциальному давлению кислорода, а температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода в этих жидкостях не являются достоверно установленными. Более адекватными данной задаче исследования являются амперометрические сенсоры концентрации растворенного кислорода  $AScO_2$ .

Амперометрические сенсоры концентрации растворенного кислорода ( $AScO_2$ ) могут применяться для анализа жидких сред с неизвестными коэффициентами растворимости кислорода. Сенсоры этого типа, обладая теми же достоинствами что и  $ASrO_2$ , отличаются своими функциональными свойствами, а именно, измерительный сигнал  $AScO_2$  прямо пропорционален массовой концентрации растворенного кислорода в анализируемой жидкости. Для этого типа сенсоров не требуется внесение коррекции на температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в исследуемой жидкости. Калибровка таких сенсоров может проводиться по дистиллированной воде и солевым растворам, насыщенным кислородом воздуха. Приоритет создания АС, работающих в режиме измерения массовой концентрации кислорода, принадлежит фирме «».

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





- 1 - гайка
- 2 - колпачок мембранный
- 3 - кольцо уплотнительное
- 4 - кольцо уплотнительное
- 5 - раствор электролита
- 6 - анод Ag/AgCl
- 7 - датчик температуры
- 8 - мембрана защитная
- 9 - стеклянная гильза
- 10 - кабель
- 11 - трубка термоусадная или  
уплотнительный колпачок
- 12 - мембрана газопроницаемая
- 13 - катод
- 14 - отверстие дренажное
- 15 - прорезь в корпусе

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

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



свойства газопроницаемой мембраны и/или температурную зависимость растворимости кислорода в воде. 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 калибровке сенсора по атмосферному воздуху, возникающие из-за «охлаждения» мембраны вследствие испарения влаги с ее поверхности. Сходство постоянных времени ответа амперометрического сенсора на изменения концентрации кислорода и температуры анализируемой жидкости позволяет снизить динамическую погрешность измерений и обеспечить высокую точность термокомпенсации. АСрО<sub>2</sub>-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру и в стандартные склянки БПК-150-29/32-14/23 (Производитель - ООО "Стеклолабсервис", г. Клин, М.О., шифр при заказе 560). Благодаря малому потреблению кислорода амперометрическим сенсором, он может использоваться для «in vitro» измерений в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрО<sub>2</sub>-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА).

Конструкция АСрО<sub>2</sub>-02 отличается от базовой модели АСрО<sub>2</sub>-01 более высокой чувствительностью, поэтому длина кабеля этого сенсора может быть по желанию Заказчика увеличена до 10 м. Сенсоры этой модификации могут устанавливаться в проточную измерительную камеру и в составе анализатора АКПМ-11Г предназначены для аналитического контроля кислорода в потоке газов, протекающих через измерительную камеру.

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

Модификация сенсора АСрО<sub>2</sub>-06 отличается от базовой модели АСрО<sub>2</sub>-01 тем, что его конструкция выполнена из материалов выдерживающих температуру 143 °С и избыточное давление 3 атм. Благодаря этому конструкция АСрО<sub>2</sub>-06, показанная на рис. 3.8, выдерживает неограниченное количество циклов стерилизации острым паром. Электродная система сенсора, состоящая из анода 6, катода 13 и раствора электролита, размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцовой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления, возникающие в процессе стерилизации сенсора острым паром. С этой целью на боковой поверхности мембранного колпачка 2 также расположен компенсатор давления. Благодаря резиновым кольцам 3, 4, и 8 обеспечивается герметизация электродной системы сенсора при навинчивании нижнего корпуса 1 на корпус сенсора 15. На корпусе 15 сенсора закреплён разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АКПМ-11. Сенсоры АСрО<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Унифицированные размеры АСрО<sub>2</sub>-06 позволяют использовать эти сенсоры для аналитического контроля кислорода в биологических жидкостях в



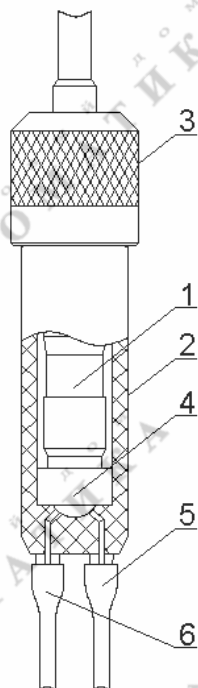
ферментерах и биореакторах отечественного и зарубежного производства. Обозначения и унифицированные размеры вариантов исполнения сенсоров АСрО<sub>2</sub>-06 при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице на рис. 3.8.

#### 4.3. Описание конструкции измерительных камер.

Для решения ряда конкретных задач аналитического контроля кислорода фирмой » 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



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

Рис.4.4. Измерительная камера для микроанализа.

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. С помощью ИКМА можно проводить измерения в микрообъемах жидкостей (50 мкл) и газов. С помощью данной камеры можно также проводить измерения в микропробах крови.



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

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

Рис. 4.5. Обратный клапан в ИКПЖ

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





Рис. 4.6. Установка обратного клапана на штуцер

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

Измерительная камера для анализа дыхательных газовых смесей (ИКДГ) отличается от ИКМА тем, что ее входной и выходной штуцер имеют унифицированные размеры F22. Благодаря этому ИКДГ с АСрО<sub>2</sub>-02 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, нормируются и оцифровываются. После расчетов и внесения автоматической коррекции на температурную зависимость коэффициента проницаемости кислорода в газопроницаемой мембране и/или 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 цифровые порты RS-232 или RS-485. 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. Поэтому при калибровке по атмосферному воздуху анализатор запрашивает значение атмосферного давления, а воздух делают насыщенным парами воды во избежание неопределенности в определении уровня влажности. Режим калибровки по атмосферному воздуху, при котором автоматически учитывается зависимость давления насыщенных водяных паров от температуры, назван режимом автокалибровки.

Для измерения концентрации кислорода в газах обычно используют величину «процентное содержание кислорода», а в качестве единицы измерения - объемные проценты (об. %).

Результатом аналитического контроля кислорода в жидкостях принято считать его парциальное давление ( $pO_2$ ) или концентрацию ( $cO_2$ ), измеряемые обычно в мм.рт.ст. или кПа. Парциальное давление кислорода в жидкости равно парциальному давлению кислорода в газовой фазе, с которой жидкость находится в состоянии динамического равновесия. Автокалибровку анализатора проводят по атмосферному воздуху, насыщенному парами воды. При переходе в режим измерений в жидкости систематическая ошибка измерения, известная в литературе как коэффициент «Жидкость-газ», автоматически компенсируется.

Для измерения концентрации кислорода в жидкостях обычно используют величину массовой концентрации кислорода, выраженную в мг/л, мкг/л или ppm. В данном виде измерений АКПИМ-11 вносит двойную температурную компенсацию, учитывающую как диффузионные свойства газопроницаемой мембраны, так и температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде. При этом также компенсируется систематическая ошибка измерений «Жидкость-газ». В тех случаях, когда измерения  $cO_2$  проводятся в соленых водах, анализатор автоматически корректирует результаты измерения в соответствии с соленостью, заданной в пересчете на NaCl.



Часто при проведении измерений в жидкостях результаты измерений выражают в процентах насыщения этой жидкости кислородом воздуха (% нас.). При этом имеется в виду, что максимально возможное насыщение составляет 100%. В данном режиме анализатор вносит температурную компенсацию на свойства газопроницаемой мембраны и систематическую погрешность измерений «Жидкость-газ». Для реализации измерения концентрации кислорода в этих единицах автокалибровку анализатора проводят по атмосферному воздуху, насыщенному парами воды.

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

Анализатор АКПМ-11 может также применяться для измерений массовой концентрации кислорода в жидких средах, в которых температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода не являются достоверно установленными. К таким жидкостям относятся культуральные жидкости биотехнологических производств, пиво, вино, молоко соки, йогурты, органические жидкости, нефтепродукты и т.п. Для проведения измерений в таких средах в анализаторе АКПМ-11 предусмотрена методика «специальной калибровки» сенсора по атмосферному воздуху. Следует заметить, что измерения  $\text{сO}_2$  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. Если Ваш анализатор был откалиброван в режиме специальной калибровки, то некорректные переходы из одной единицы измерения в другую будут запрещены. В этом случае на дисплее появится сообщение: *«Измерения в этой единице будут не корректны. Выберите другую единицу измерения, либо перекалибруйтесь».*

## 5.2. Общие сведения о калибровке анализатора.

Сигнал  $\text{АСrO}_2$  является линейной функцией парциального давления кислорода. Поэтому для калибровки анализатора нужно иметь всего две точки: эталонную нулевую точку (например, «Ноль-раствор», чистый азот, аргон или др.) и точку, определяемую средой с известным парциальным давлением кислорода, например, атмосферный воздух или поверочную газовую смесь (ПГС). Понятно, что от точности калибровки зависит точность измерений. Так, например, при измерениях в области низких значений  $\text{pO}_2$  точность анализа в большей степени зависит от точности калибровки нулевой точки, и наоборот,



точность измерений в области больших  $pO_2$  в большей степени зависит от точности калибровки анализатора по воздуху.

Главными отличительными особенностями сенсоров, используемых в составе АКПМ-11, являются предельно низкое значение остаточного тока сенсора, его стабильность во времени и обеспечение «неразрушающего» контроля анализируемой жидкости. Характеристики сенсоров позволяют отказаться от необходимости калибровки нулевой точки в процессе эксплуатации и ограничиться проведением данной процедуры только при заводских регулировках и при поверках.

Для калибровки «верхней» точки при эксплуатации анализатора реализованы следующие виды калибровок:

- автоматическая калибровка по атмосферному воздуху;
- специальная калибровка.

#### Автокалибровка по атмосферному воздуху.

Для исключения ошибки калибровки, возникающей из-за изменений влажности атмосферного воздуха, автоматическую калибровку необходимо проводить в воздухе, насыщенном парами воды.

При проведении автоматической калибровки по атмосферному воздуху в анализаторе учитываются результаты измерения температуры мембраны с помощью встроенного в АС датчика температуры. После компенсации температурной зависимости ее проницаемости от кислорода рассчитывается уравнение калибровочной прямой, построенной в координатах: расчетное значение  $(pO_2)_{\text{расч}}$  от истинного  $(pO_2)_{\text{ист}}$  в калибровочной среде. Благодаря этому калибровка и измерение величины парциального давления (единицы измерения: мм.рт.ст., кПа) или процентного содержания кислорода (единицы измерения: об. %, %нас.) могут проводиться при температурах от 0 до 50 °С. При измерении кислорода в жидкостях в единицах массовой концентрации (мг/л, мкг/л, ppm) компенсируется также температурная зависимость коэффициента растворимости кислорода в воде. Поэтому измерение массовой концентрации кислорода в воде также могут проводиться при любой температуре в диапазоне от 0 до 50°С. Интеллектуальные алгоритмы АКПМ-11 позволяют Вам проводить калибровку в любой выбранной единице измерения, а затем переходить в любую другую единицу измерения без повторной калибровки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения. Если измерения будут проводиться в водах с известным солесодержанием, анализатор также внесет коррекцию на соленость. Более того, в анализаторе АКПМ-11 впервые реализованы оригинальные алгоритмы расчета концентрации кислорода, основанные на результатах последних фундаментальных исследований механизмов и количественных закономерностей растворимости кислорода в соответствии с модельными представлениями, учитывающими явление «двойной сорбции» [4,5].



Специальная калибровка используется в тех случаях, когда требуется проводить измерения массовой концентрации кислорода в жидкостях, для которых температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода еще недостаточно точно установлены. Для проведения таких измерений (например, в нефтепродуктах, пиве, вине, культуральных жидкостях, соках, молочных продуктах и др.) с помощью сенсоров типа  $ASrO_2$ , необходимо проводить специальную калибровку по атмосферному воздуху. В отличие от автокалибровки в режиме специальной калибровки анализатор компенсирует только температурную зависимость проницаемости мембраны. В этом режиме некорректные переходы из одной единицы измерения в другую запрещены, о чем анализатор будет сообщать *«Измерения в этой единице будут не корректны. Выберите другую единицу измерения, либо перекалибруйтесь»*.

### **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. %) 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 калибровки, то необходимо ввести новое значение. Для этого в режиме установки условий измерения необходимо ввести текущее значение барометрического давления. При этом не требуется проводить автокалибровку 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 калибровками 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, ppm) 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  $NaCl$ .

Более адекватным средством измерения концентрации кислорода в жидкостях с неизвестными коэффициентами растворимости являются  $AScO_2$ .



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

При анализе жидкостей для  $\text{АСрО}_2$  характерны систематические погрешности измерений. Природа подобных ошибок связана с неидеальностью  $\text{АСрО}_2$  и подробно описана в [1,2,6]. Эти ошибки проявляются в разнице показаний  $\text{АСрО}_2$  в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. В литературе [6] эта ошибка получила название коэффициент «жидкость-газ». Для наиболее совершенных конструкций  $\text{АСрО}_2$  коэффициент «жидкость-газ» составляет от 2 до 6 % (т.е. показания  $\text{АСрО}_2$  в жидкости меньше показаний  $\text{АСрО}_2$  в газовой фазе на 2-6%). Для  $\text{АСрО}_2$ -01,  $\text{АСрО}_2$ -05 и  $\text{АСрО}_2$ -06 коэффициент «жидкость-газ» не превышает 2,5 %. Для  $\text{АСрО}_2$ -03 и  $\text{АСрО}_2$ -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-11 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ». Методика измерения и процедура внесения коррекции этой ошибки описана в Приложении 2 Паспорта.

**5.3.4. Влияние скорости потока анализируемой жидкости.** Сигнал  $\text{АСрО}_2$  зависит от скорости потока анализируемой жидкости в окрестности газопроницаемой мембраны. Для минимизации влияния скорости потока на измерительный сигнал параметры  $\text{АСрО}_2$  оптимизированы и выбраны исходя из условия обеспечения «неразрушающего контроля» анализируемой жидкости. В  $\text{АСрО}_2$ -01,  $\text{АСрО}_2$ -05 и  $\text{АСрО}_2$ -06 используются микрокатоды, поэтому влияние скорости потока на сигнал АС незначительно благодаря малому потреблению кислорода самим сенсором. Для обеспечения измерений в микрограммовой области концентраций необходимо применять катоды большего диаметра. Поэтому в  $\text{АСрО}_2$ -03 и  $\text{АСрО}_2$ -04 используются катоды диаметром до 1 мм. При скоростях потока более 1 л/час зависимость сигнала данных сенсоров от скорости потока незначительна и не требует применения специальных переливных устройств и стабилизаторов расхода. Целесообразность применения этих устройств оправдана только при расходах менее 1 л/час. Автоматическую же коррекцию ошибок измерения, обусловленных малыми расходами, можно обеспечить путем задания коэффициента «Жидкость-газ», предварительно измеренного при данном расходе. Методика определения поправочного коэффициента «Жидкость-газ» описана в Приложении 2 Паспорта.



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

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

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

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

6.4. При эксплуатации анализатора запрещается:

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

При обнаружении неисправности необходимо выключить анализатор и вызвать специалиста.

6.5. Не допускается:

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

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

При установке амперометрического сенсора в измерительную камеру необходимо проверить наличие герметизирующего кольца 4 и уплотнительного колпачка 11 (см. рис. 4.2).

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

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

### **ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

6.9. Анализаторы соответствуют общим требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98).



6.10. Степень защиты от прикосновения к токоведущим частям оболочки блока питания анализаторов соответствует IP 68, сенсоров анализаторов – IP 68 по ГОСТ 14254-96.

6.11. Анализаторы соответствуют классу I по способу защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.12. Блок питания анализаторов оборудован резьбовыми элементами заземления диаметром 6 мм. Элемент заземления выполнен из металла стойкого к коррозии по отношению к окружающей среде и не имеет поверхностной окраски. Не допускается использование для заземления болтов, винтов, шпилек, являющиеся крепежными деталями изделия или его составных частей. Вокруг заземляющего элемента имеется контактная площадка без поверхностной окраски диаметром не менее 12 мм.

6.13. Возле места присоединения заземляющего проводника имеется не стираемый при эксплуатации знак заземления. Размеры знака соответствуют ГОСТ 21230-75.

6.14. Значение сопротивления между заземляющим элементом (местом заземления) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью изделия, которая может оказаться под напряжением, не превышает 0,1 Ом.

6.15. Устройство и эксплуатация анализаторов соответствуют «Правилам устройства электроустановок», «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок». Анализаторы предназначены для эксплуатации во взрывоопасных зонах, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом (категории ПА, ПВ, ПС группы Т1...Т6) по ГОСТ Р 51330.11.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ**

6.16. Монтаж анализаторов должен производиться с соблюдением требований действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ гл. 7.3), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП), ГОСТ Р 51330.13 «Электроустановки во взрывоопасных зонах», настоящего руководства по эксплуатации.

6.17. Перед монтажом анализатор должен быть осмотрен. При этом необходимо обратить внимание на:

- маркировку взрывозащиты и предупредительные надписи;
- отсутствие повреждений оболочки блока питания и сенсора;
- наличие всех крепежных элементов (болтов, гаек, шайб и т.д.);
- наличие и состояние средств уплотнения (для кабеля и оболочки блока питания);
- наличие заземляющих устройств.

6.18. При монтаже анализатора необходимо проверить состояние взрывозащитных поверхностей деталей, подвергаемых разборке (механические



повреждения не допускаются), при необходимости возобновить на них антикоррозионную смазку.

6.19. Все крепежные элементы должны быть затянуты, съемные детали должны прилегать к корпусу оболочки плотно, насколько позволяет конструкция анализатора.

6.20. Детали с резьбовым креплением должны быть завинчены на всю длину резьбы и застопорены. Монтаж анализатора должен осуществляться кабелем круглой формы с заполнением между жилами. Применение кабелей с полиэтиленовой изоляцией и в полиэтиленовой оболочке не допускается.

Диаметр кабеля должен соответствовать маркировке уплотнительного кольца. Уплотнение кабеля должно быть выполнено самым тщательным образом, так как от этого зависит взрывонепроницаемость кабельного ввода.

6.21. Снимающиеся при монтаже крышки и другие детали должны быть установлены на своих местах. При этом обратить внимание на затяжку элементов крепления крышки оболочки блока питания и регистрации анализатора и кабельного ввода, а также соединительного кабеля блока питания и сенсора.

6.22. Блок питания анализаторов АКПМ-11 должен быть заземлен с помощью наружного заземляющего зажима, который должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 21130. При этом необходимо руководствоваться ПУЭ и инструкцией ВСН 332-74/ММСС. Место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено и предохранено от коррозии путем нанесения консистентной смазки.

6.23. По окончании монтажа должно быть проверено сопротивление заземляющего устройства, которое должно быть не более 0,1 Ом.

6.24. Снимающиеся при монтаже крышки и другие детали должны быть установлены на своих местах. При этом обратить внимание на затяжку элементов крепления крышки оболочки блока питания анализатора и кабельного ввода, а также соединительного кабеля блока питания и сенсора.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

6.25. Приемка анализаторов в эксплуатацию после их монтажа, организация их эксплуатации, выполнение мероприятий по технике безопасности должны проводиться в полном соответствии с ГОСТ 51330.16 «Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)», гл.3.4 ПТЭЭП. Эксплуатация анализаторов должна осуществляться таким образом, чтобы соблюдались все требования и параметры, указанные в подразделах «Обеспечение взрывозащищенности» и «Обеспечение взрывозащищенности при монтаже».

6.26. При эксплуатации анализаторов необходимо тщательно следить за состоянием средств, обеспечивающих взрывозащищенность; подвергать анализаторы ежемесячному и периодическому осмотрам.

6.27. При ежемесячном осмотре анализаторов проверить:



- целостность оболочек блока питания и сенсора (отсутствие на них вмятин, трещин и других повреждений);
- наличие маркировки взрывозащиты и предупредительных надписей;
- наличие крепежных деталей и стопорных устройств (крепежные и стопорные детали должны быть затянуты);
- состояние заземляющих устройств (болты заземляющего устройства должны быть затянуты, и на них не должно быть ржавчины).

6.28. Во время профилактических осмотров анализаторов должны выполняться все работы в объеме ежемесячного осмотра и, кроме того, проверяются:

- надежность уплотнения кабельного ввода. Проверку производят при отключенном электропитании. При проверке кабель не должен выдергиваться и проворачиваться в узле уплотнения;

- качество взрывозащищенных поверхностей деталей оболочки блока питания, подвергаемых разборке. Механические повреждения взрывозащитных поверхностей не допускаются;

- параметры взрывозащиты в соответствии с чертежом взрывозащиты анализаторов. С помощью набора щупов ГОСТ 882-75 производится проверка ширины щелей плоских взрывонепроницаемых соединений оболочки блока питания анализатора по всему периметру. Ширина щелей не должна превышать значений, указанных на чертеже средств взрывозащиты анализаторов. Отступления не допускаются.

Эксплуатация анализаторов с поврежденными деталями, обеспечивающими взрывозащиту, категорически запрещается.

6.29. Ремонт анализаторов должен производиться в соответствии с ГОСТ Р 51330.18 «Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах» и гл.3.4 ПТЭЭП.



## 7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

**ВНИМАНИЕ!** После транспортирования в условиях отрицательных температур анализаторы в транспортной таре должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 4 часов. При транспортировке в условиях отрицательных температур амперометрические сенсоры не заполняются раствором электролита, о чем делается соответствующая запись на стр. 2 настоящего руководства. В этом случае Вам необходимо выполнить операции п. 3.3.

### 7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода.

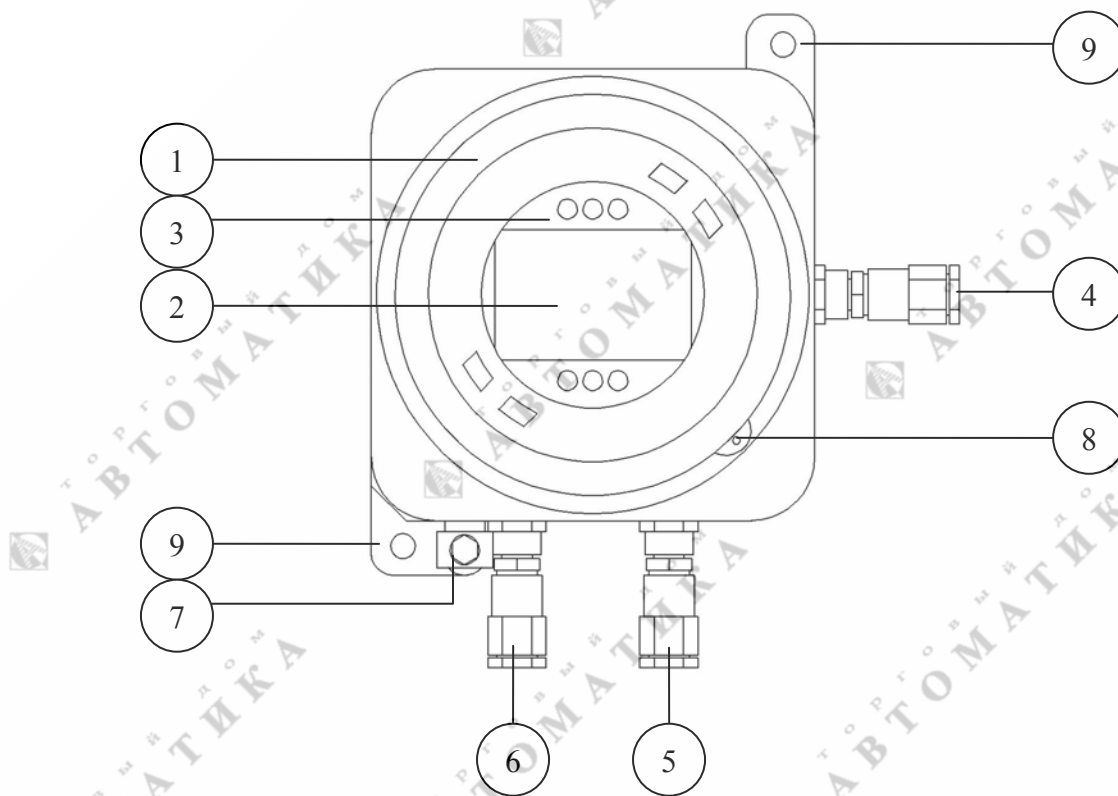
Анализаторы АКПМ-11 могут устанавливаться в лабораторных или промышленных условиях “по месту” или на щите. В зависимости от исполнения амперометрического сенсора они могут устанавливаться в измерительную камеру, сосуд работающий под давлением, биореактор, метантенк или непосредственно в анализируемую среду. В исполнениях анализаторов АКПМ-11, предусматривающих поставку измерительной камеры, расстояние на которое она может быть удалена от анализатора определяется длиной кабеля АС. Измерительная камера должна быть закреплена в кронштейне, входящем в комплект поставки, в вертикальном положении.

При проведении непрерывных измерений концентрации водорода в потоке жидкостей или газов, рекомендуется 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 0.1 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой пробы до температуры 0 – 50°С. С целью уменьшения времени транспортного запаздывания и эффектов “подсоса воздуха” рекомендуется анализатор устанавливать в непосредственной близости от пробоотборной точки. Для подвода анализируемой пробы к измерительной камере АС допускается использование трубки из нержавеющей стали. Для удобства соединения трубки из нержавеющей стали с измерительной камерой допускается использовать короткий отрезок ( не более 0.5 м) трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. При проведении непрерывных измерений водорода в микро граммовой области концентраций 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. Установка анализатора АКПМ-11 (см. рис. 7.1.).



## Внешний вид анализатора.



1. Крышка.
2. Графический дисплей.
3. Сенсорная клавиатура.
4. Гермоввод для кабеля сенсора.
5. Гермоввод для кабеля сети 220 / 36 В.
6. Гермоввод для кабелей токового выхода, контактов реле и интерфейсов RS232/RS485.
7. Болт для подключения заземления.
8. Стопорный винт.
9. Монтажные петли.

Рис.7.1. Внешний вид анализатора.

Анализатор АКПМ-11 (см. рис.7.1.) выполнен в герметичном боксе со степенью пылевлагозащиты IP-68. На лицевой поверхности расположен графический дисплей 2 и сенсорная клавиатура 3.

## Установка измерительного устройства анализатора АКПМ-11.

На задней стенке анализатора (Рис.7.1.) расположены две монтажные петли 9 с отверстиями диаметром 10 мм. Крепление бокса производят через отверстия в монтажных петлях с помощью винтов или дюбельных соединений. Заземляющий провод подключают к болту 7. Установочные размеры для крепления анализатора приведены на рис.7.2.



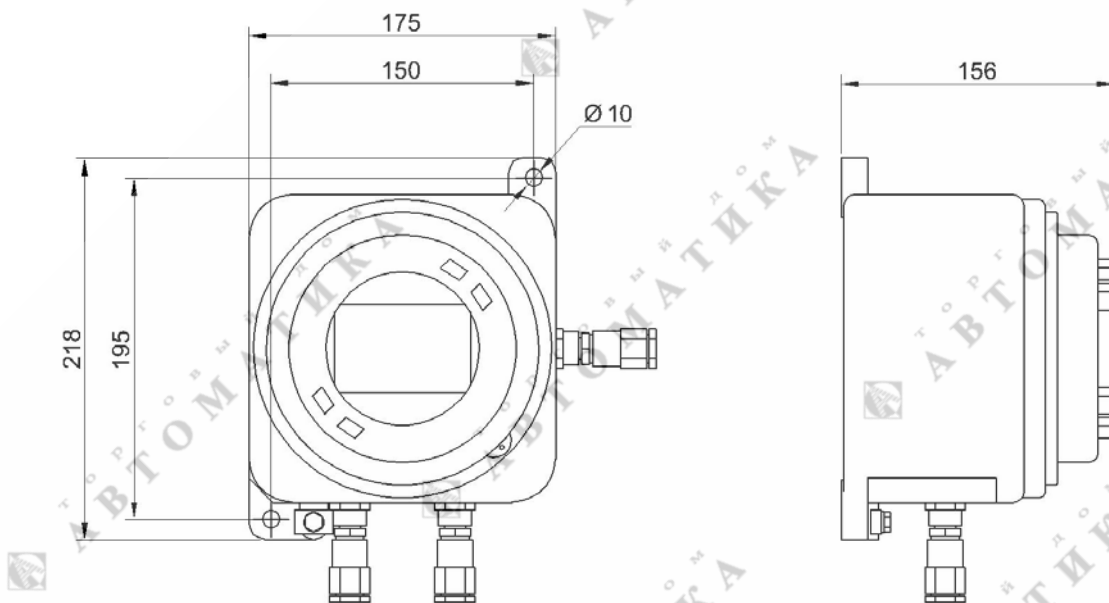


Рис.7.2. Установка анализатора.

### Подключение токового выхода, контактов реле, интерфейсов RS-232 / RS-485, сети 220 / 36 В.

Для доступа в отсек (Рис.7.1.) необходимо открутить стопорный винт 8, выкрутить крышку корпуса 1. Далее согласно Рис.7.3. открутить винты 2 крепления передней панели и снять переднюю панель 1. В нижнем отсеке (рис.7.4.) расположены разъем для подключения АС, клеммники 2, 3, 4, предохранитель 5 и отсек для батарейки. Если питание анализатора будет осуществляться от сети 36В 50 Гц, необходимо предохранитель 5 установить в соответствии с маркировкой. При выпуске с производства предохранитель устанавливается в положение, соответствующее питанию анализатора от сети 220В 50Гц. Для ввода кабеля питающей сети 220/36 В (Рис.7.1) используется гермоввод 5. Для ввода кабеля токового выхода, кабеля интерфейса RS-232/ RS-485 используется гермоввод 6. Пропущенные через отверстия в гермовводах кабели подсоединяют к соответствующим клеммникам (рис.7.4.). Для обеспечения герметичности ввода кабели должны иметь круглое сечение с наружным диаметром изоляции от 2.5 до 8 мм. Для стандартных токовых выходов 0/4 - 20 мА или 0 - 5 мА сумма сопротивлений регистрирующего прибора и омического сопротивления кабеля не должна превышать 700 Ом или 2,5 кОм соответственно.



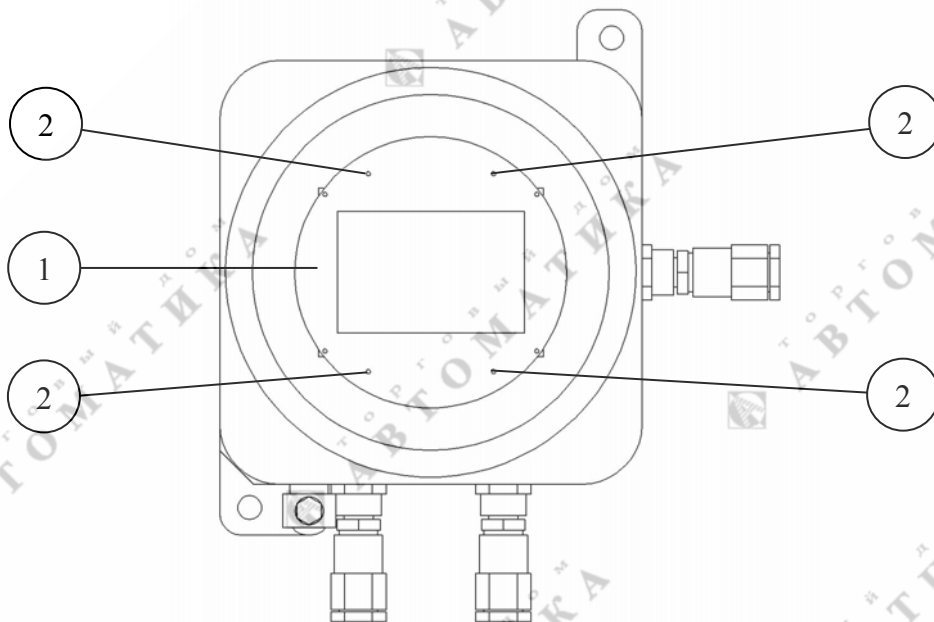
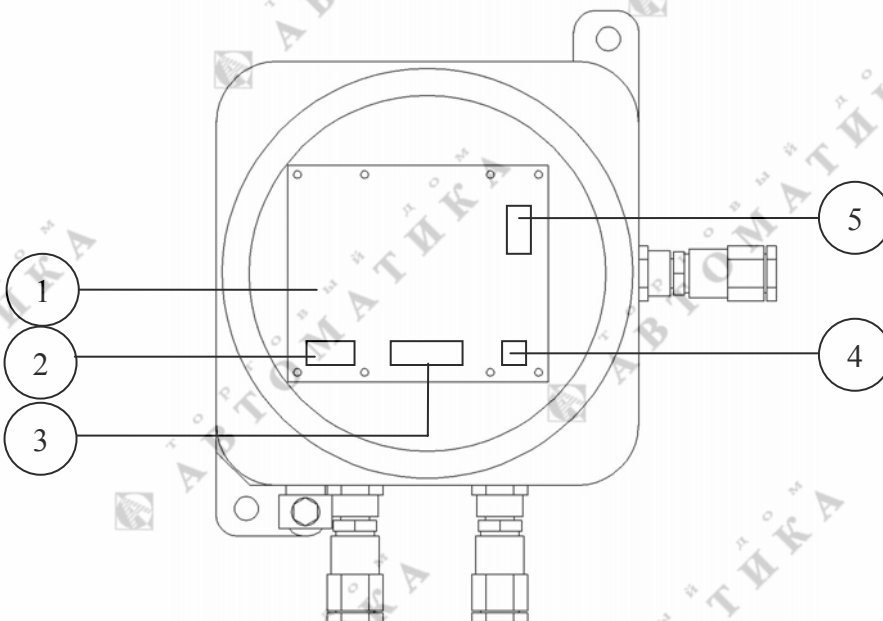


Рис.7.3. Снятие передней панели.



1. Системная плата.
2. Клеммник контактов реле.
3. Клеммник интерфейса RS-232 / RS-485.
4. Клеммник для подключения сети 220 / 36 В.
5. Предохранитель.

Рис.7.4. Расположение элементов в отсеке.

### 7.3. Установка измерительной камеры (см. рис. 7.5.).



Для решения ряда конкретных задач аналитического контроля водорода, фирмой выпускаются несколько модификаций измерительных камер. Конструктивные особенности измерительных камер приведены в п. 4.3. Измерительная камера устанавливается в кронштейне, поставляемом вместе с ИК. Крепление кронштейна осуществляется с помощью одного винта. Для этого в месте крепления кронштейна необходимо выполнить одно отверстие М4 и два отверстия диаметром 2 мм согласно рис.7.5. При сверлении отверстий диаметром 2 мм (под штифты) Вы можете предусмотреть возможность установки ИК в вертикальном положении или под острым углом к горизонту. Расстояние от места установки ИК до анализатора определяется длиной кабеля АС, входящего в комплект выбранного Вами исполнения анализатора АКПМ-11. Закрепите кронштейн с помощью винта М4, предварительно совместив штифты в кронштейне с отверстиями  $d=2$  мм. Установите АС в ИК и закрутите накидную гайку до упора. При закручивании гайки резиновое кольцо на мембранном колпачке должно перекрыть дренажное отверстие и герметизировать АС в ИК. Затем установите ИК в кронштейн. Подвод анализируемой пробы монтировать трубкой из нержавеющей стали и трубкой из ПВХ (для гибкого соединения). При проведении непрерывных измерений водорода в микрограммовой области концентраций использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использовать трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм.

**7.4. Включение анализатора.** Для включения анализатора нужно подключить его к сети переменного напряжения 200В или 36В. Через 15 минут анализатор готов к работе.

**Примечание.** Для поляризации измерительного электрода  $АСrH_2$  он должен быть подключен к измерительному устройству анализатора не менее 9-12 часов. При выключении анализатора измерительный электрод АС поляризуется от батарейки, установленной в нижнем отсеке анализатора. Батарейку необходимо заменять 1 раз в 2 года.



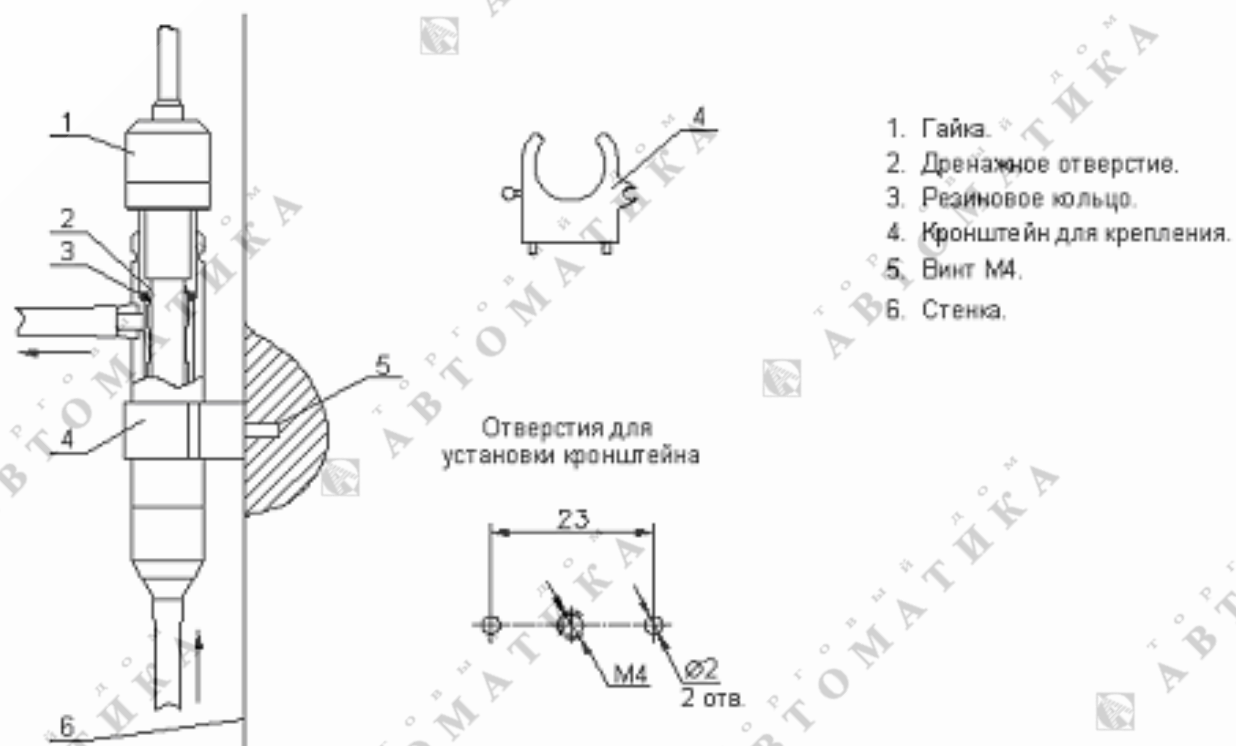


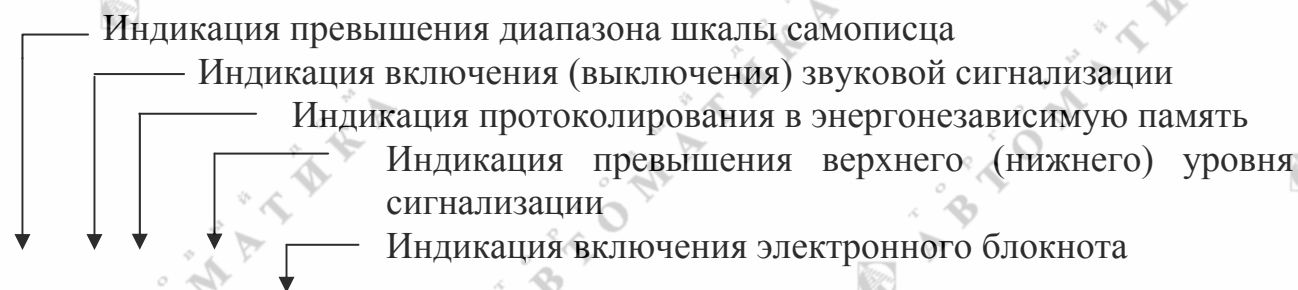
Рис 7.4. Установка измерительной камеры



## 8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА.

### 8.1. Включение анализатора и интерфейс программы.

Включите анализатор АКПМ-11 с помощью выключателя 10 (см. рис. 7.1.). После включения анализатора на графическом дисплее отображается логотип фирмы . Затем начинается процесс самодиагностики и автоматической настройки анализатора, который занимает 3-5 минут. Во время диагностики на дисплее отображается процесс выполнения различных диагностических тестов и указывается процент завершения самодиагностики. После успешного завершения диагностических тестов и настройки анализатор переходит в режим измерения, и на дисплее анализатора отображаются результаты измерения концентрации кислорода в выбранной единице измерения, температуры, а также время и дата (см. рис. 8.1).



- ⌋ Строка «иконкок» и показания температуры
- ⌋ Показания кислорода в выбранной единице измерения
- ⌋ Время, дата измерения и обозначение условий проведения измерений:  
Г – измерения в газовой фазе;  
Ж – измерения в жидкостях;  
С – измерения в соленых водах.

Рис. 8.1. Окно результатов измерения.

Сверху и снизу от дисплея (см. рис. 4.1) расположена сенсорная магнитная клавиатура, состоящая из шести клавиш. Управление кнопками клавиатуры осуществляется при помощи магнитного устройства «Стилус». С помощью этих клавиш Вы управляете работой анализатора. Дисплей и клавиатура имеют подсветку, что создает комфортные удобства в работе с анализатором в затемненных помещениях. Клавиши клавиатуры выполняют следующие функции:

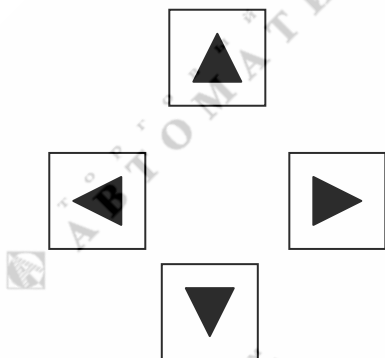


- клавиша «ВВОД» выполняет функцию входа в ГЛАВНОЕ МЕНЮ,



ввода данных, выбора опций меню и утвердительных ответов «ДА» на вопросы, высвечиваемые на графическом дисплее;

**С** – клавиша «СБРОС» выполняет функцию отказа от выполнения предлагаемых на дисплее действий и возврата к предыдущим опциям меню. С помощью этой клавиши также даются отрицательные ответы «НЕТ» на вопросы, высвечиваемые на графическом дисплее. Нажатие и удержание этой клавиши в нажатом состоянии в течение 5 секунд отключает звуковой сигнал сигнализации. Повторное удержание этой клавиши включает звуковой сигнал.



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

Если анализатор требует введения числовых или символьных значений, то клавишами со стрелками «ВПРАВО», «ВЛЕВО» выбирается знакоместо для ввода конкретной цифры или символа. С помощью этих клавиш также осуществляется функция пролистывания данных, записанных в энергонезависимую память и электронный блокнот.

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

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

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне «КАЛИБРОВКА» позволяет войти в служебное меню калибровок. Опции служебного меню позволяют провести калибровку термометра, электроники, токового выхода.

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне настройки токового выхода позволит изменить масштаб шкалы самописца.

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне «Установки» позволит Вам перейти в служебное меню настроек и при необходимости восстановить заводские настройки анализатора.

Во время работы анализатора на дисплее могут появляться сообщения:

**Пожалуйста подождите** – это сообщение появляется при быстром изменении сигнала датчика во время автоматической регулировки усиления измерительного устройства.

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

**Измерения в этой единице будут некорректны. Выберите другую единицу измерения, либо перекалибруйтесь** – это сообщение появляется, если Ваш анализатор был откалиброван в режиме специальной калибровки, и Вы некорректно пытаетесь заменить измеряемую величину



массовой концентрации на единицу измерения парциального давления или объемные проценты.

Несмотря на довольно сложное и разветвленное программное обеспечение, анализатор имеет простой и удобный для Пользователя программный интерфейс. Большой графический дисплей и клавиатура из шести клавиш позволяют Пользователю управлять работой анализатора, осуществлять различные виды настроек и калибровок, записывать и выводить информацию на дисплей анализатора, компьютер и др. внешние устройства. Пользование анализатором предельно просто и сводится к выбору нужных опций в меню и ответам на вопросы, высвечиваемые на дисплее, с помощью двух клавиш «Да» (Ввод) и «Нет» (Сброс). Алгоритмы управления построены таким образом, что анализатор «ведет» оператора, исключая возможные сбои и ошибки в его работе. Приведенное ниже описание интерфейса Пользователя поможет Вам быстро освоить работу с анализатором. При описании интерфейса Пользователя над иллюстрацией каждого окна указывается цепочка опций, при выборе которых Вы выходите на это окно.

## 8.2. Главное меню.

Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню

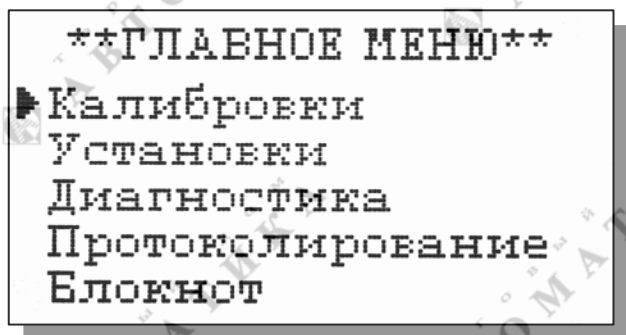


Рис. 8.2-1. Окно «Главное меню»

Для входа в главное меню нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 8.2-1.

В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора Вы можете выбрать одну из пяти опций.

**Калибровки** - Вход в меню «Калибровки» позволит Вам выполнить автокалибровку по атмосферному воздуху или спецкалибровку (подробное описание режима «КАЛИБРОВКА» приведено в п. 9.)

**Установки** - Вход в меню «Установки» позволит Вам ввести барометрическое давление, соленость, коррекцию ошибки жидкость-газ, выбрать измеряемую величину и единицу измерения, установить часы и настроить интерфейсные устройства. Это меню используется для настройки анализатора на решение конкретных задач аналитического контроля кислорода.

Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню  $\Rightarrow$  установки



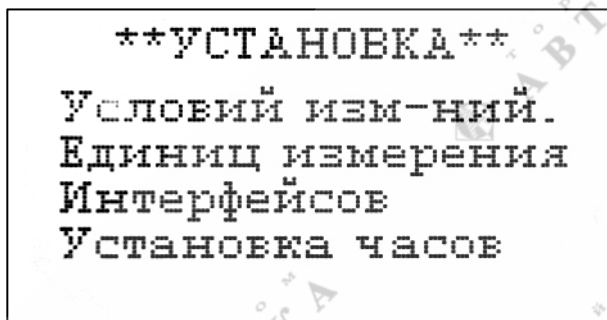


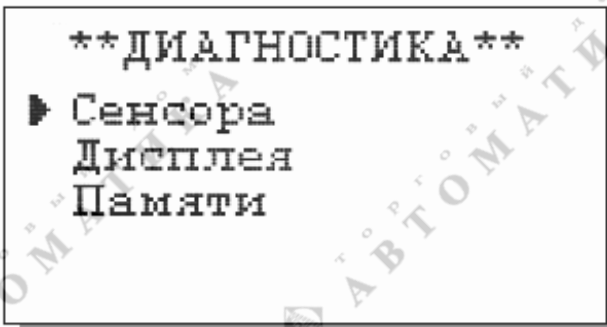
Рис. 8.2-2. Окно «УСТАНОВКА»

В главном меню выберите опцию «Установки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*УСТАНОВКА\*\***, изображенное на рис. 8.2-2.

В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора Вы можете выбрать одну из четырех опций.

**Диагностика** – вход в опцию «ДИАГНОСТИКА» позволит Вам выполнить диагностические тесты отдельных блоков измерительного устройства и амперометрического сенсора.

Дисплей данных ⇔ главное меню ⇔ диагностика

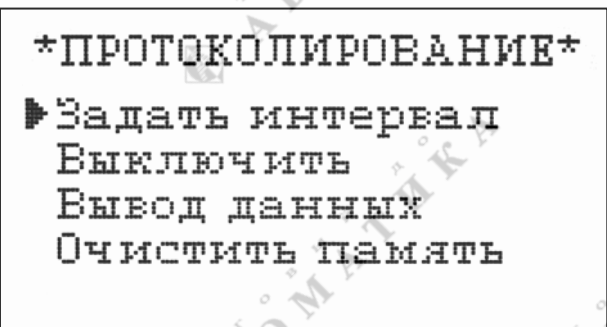


В главном меню выберите опцию «ДИАГНОСТИКА» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ДИАГНОСТИКА\*\***, изображенное на рис. 8.2-3.

Рис. 8.2-3. Окно «ДИАГНОСТИКА».

**Протоколирование** - вход в опцию «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» позволит Вам задать интервал времени для периодической записи результатов измерений во внутреннюю энергонезависимую память, осуществлять включение и выключение режима «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ», выводить результаты измерений на дисплей анализатора и компьютер, а также производить удаление данных из энергонезависимой памяти.

Дисплей данных ⇔ главное меню ⇔ протоколирование



В главном меню выберите опцию «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ\*\***, изображенное на рис. 8.2-4.

Рис. 8.2-4. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

**Электронный блокнот** - вход в опцию «БЛОКНОТ» позволит Вам осуществить включение и выключение режима записи данных в электронный



блокнот, выводить результаты измерений на дисплей анализатора и компьютер, а также производить удаление данных из блокнота. Запись данных в электронный блокнот осуществляется в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» нажатием на клавишу «ВНИЗ».

**Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ электронный блокнот**



В главном меню выберите опцию «БЛОКНОТ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ\*\***, изображенное на рис. 8.2-5.

Рис. 8.2-5. Окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ»

### 8.3. Меню «УСТАНОВКА»

**Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ установки**

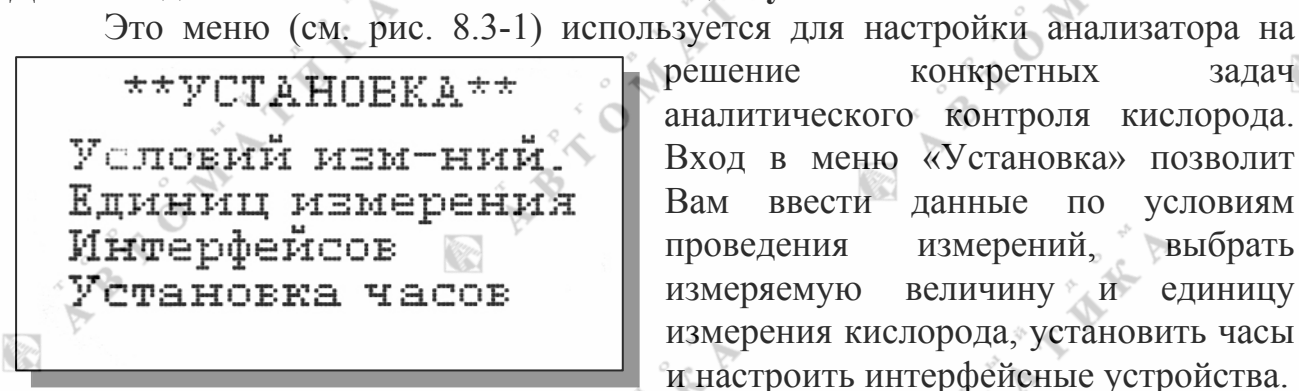


Рис. 8.3-1. Окно «УСТАНОВКА»

#### Установка условий измерений.

**Меню установка ⇨ установка условий измерений**

При выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора откроется одно из трех окон в зависимости от установленной предварительно единицы измерения. Если в опции «Установка единиц измерения» были выбраны единицы измерения об. % или % нас., то на дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-2

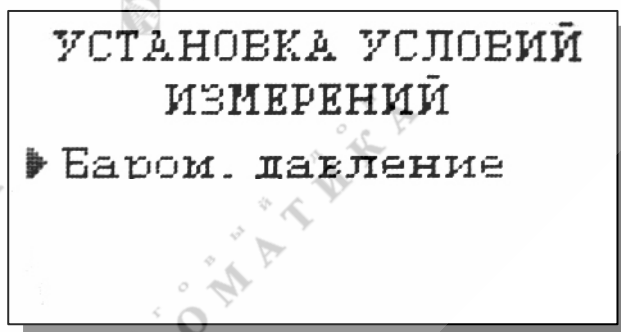


Рис. 8.3-2



Установите значение  
барометрического  
давления и нажмите  
'ВВОД'  
760.0 ммрт.ст.

Рис. 8.3-3 Окно установки барометрического давления

При нажатии клавиши «Ввод» на дисплее анализатора появится окно для ввода данных барометрического давления (рис. 8.3.-3). Значение барометрического давления вводится с помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД».

Меню установка  $\Rightarrow$  установка условий измерений

УСТАНОВКА УСЛОВИЙ  
ИЗМЕРЕНИЙ  
► Баром. давление  
Солёность

Рис. 8.3-4 Окно установки условий измерений

Если в опции «Установка единиц измерения» были выбраны единицы измерения массовой концентрации кислорода, то при выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.3-4

При выборе опции «Солёность» на дисплее анализатора высвечивается окно показанное на рис. 8.3-5. С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» осуществляется ввод значения солёности анализируемой жидкости в пересчете на NaCl.

УСТАНОВКА СОЛЁНОСТИ  
020.0 г/л

Рис. 8.3-5. Окно установки солёности

Меню установка  $\Rightarrow$  установка условий измерений

УСТАНОВКА УСЛОВИЙ  
ИЗМЕРЕНИЙ  
► Баром. давление  
Жидкость/Газ

Рис. 8.3-6. Окно установки барометрического давления и выбора среды где будут проводиться измерения  $\text{pO}_2$ .

Если в опции «Установка единиц измерения» была выбрана измеряемая величина парциального давления кислорода (мм. рт. ст., кПа), то при выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.3-6

При выборе опции «Жидкость/Газ» на дисплее анализатора высвечивается окно показанное на рис. 8.3-7.



С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» осуществляется выбор среды, где будут производиться измерения  $pO_2$  (в жидкости или в газовой фазе). При выборе опции «Жидкость» анализатор будет автоматически компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как коэффициент «Жидкость-Газ» (см. п. 5.3.3).

Рис. 8.3-7. Окно выбора в какой среде будут проводиться измерения  $pO_2$ .

## Установка единиц измерения

Меню установка  $\Rightarrow$  Установка единиц измерения

ВЫБЕРИТЕ ИЗМЕРЯЕМУЮ  
ВЕЛИЧИНУ

► Массовая концентр.  
Процентное содерж.  
Парциальное давл.

При входе в опцию «УСТАНОВКА единиц измерения» анализатор предлагает Вам выбрать измеряемую величину. На дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-8

Рис. 8.3-8 Окно выбора измеряемой величины

С помощью клавиш перемещения курсора выберите одну из опций на дисплее (см. рис. 8.3-8) и нажмите клавишу «ВВОД». В зависимости от выбранной Вами опции на дисплее появится одно из трех окон.

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ  
ИЗМЕРЕНИЯ

■ мг/л  
■ мкг/л  
■ РРМ

Рис. 8.3-9а

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ  
ИЗМЕРЕНИЯ

Объёмные проценты  
Проценты насыщен.

Рис. 8.3-9б

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ  
ИЗМЕРЕНИЯ

■ мм.рт.ст.  
■ кПа

Рис. 8.3-9в

8.3-9. Окна выбора единиц измерения.

В первом окне (см. рис. 8.3-9а) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения массовой концентрации кислорода при измерениях в



жидкостях: мг/л; мкг/л; ppm. 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.

Во втором окне (см. рис. 8.3-9б) анализатор предлагает Вам выбрать объемные проценты (об. % - используется 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 третьем окне (см. рис. 8.3-9в) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения парциального давления кислорода: мм.рт.ст. или кПа. Измерения в этих единицах используются как для анализа газов, так и жидкостей. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора. После выбора единиц измерения (мм. рт. ст. или кПа) на дисплее анализатора высветится окно показанное на рис. 8.3-7. При выборе опции «Жидкость» анализатор будет автоматически компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как «Коэффициент Жидкость-Газ» (см. п. 5.3.3).

После нажатия клавиши «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 интеллектуальные алгоритмы АКПМ-11 позволят Вам это сделать, не прибегая к проведению повторной калибровки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением измеряемой величины, единицы измерения и параметров калибровки. Кроме того, анализатор самостоятельно определит необходимость компенсации систематической погрешности измерений, известной как «Коэффициент Жидкость-Газ».

## Установка интерфейсов

### Меню установка



### Установка интерфейсов

При входе в опцию «УСТАНОВКА ИНТЕРФЕЙСОВ» анализатор предлагает Вам выбрать интерфейсное устройство для настройки. На дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-10.

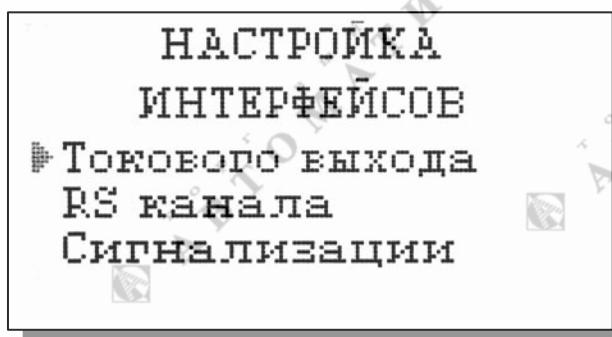


Рис. 8.3-10 Окно выбора интерфейсов



## Настройка токового выхода

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «Токового выхода» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 5 секунд высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-11.

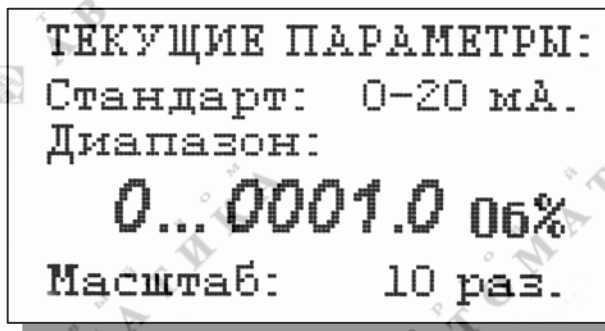


Рис. 8.3-11 Окно текущие параметры.

Затем на дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-12. Если Вы выбираете «НЕТ» анализатор возвращается в окно настройки интерфейсов. Если вы выбираете «ДА», на дисплее анализатора появляется окно, показанное на рис. 8.3-13



Рис. 8.3-12 Окно вопроса

В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора выберите стандартный токовый выход (0-20, 4-20 или 0-5 мА), на который настроен Ваш регистрирующий самописец. После нажатия клавиши «ВВОД» на дисплее анализатора появляется окно, показанное на рис. 8.3-14.

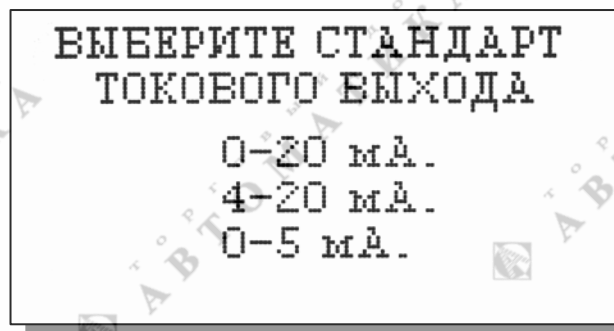


Рис. 8.3-13 Окно выбора стандартного токового выхода

С помощью клавиш перемещения курсора установите верхний предел шкалы самописца и нажмите «ВВОД».

На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-15.

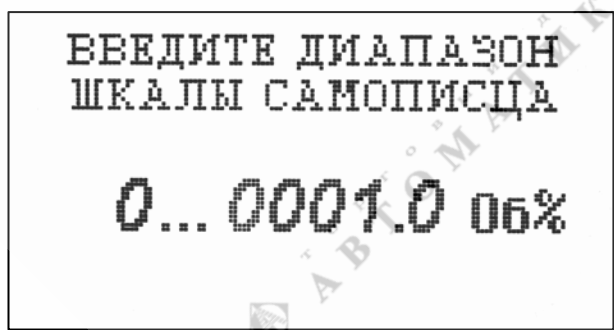
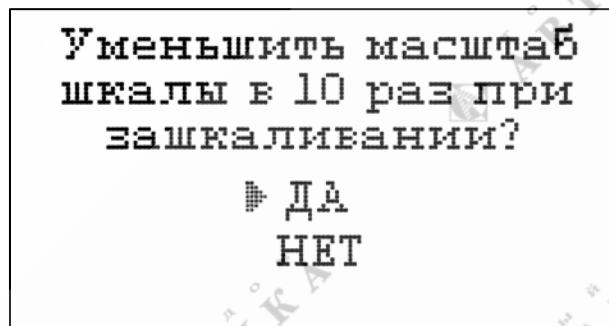


Рис. 8.3-14 Окно настройки шкалы самописца



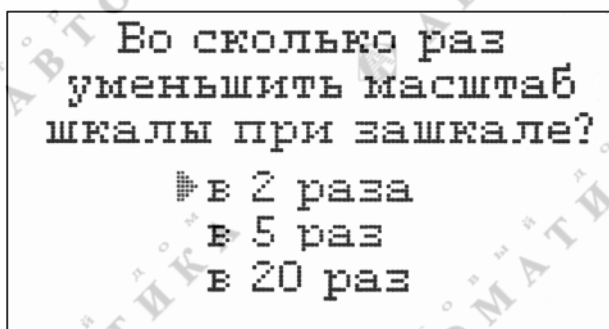
Чтобы избежать «зашкаливания» пера самописца при превышении его



верхнего предела, Вы можете ввести коэффициент уменьшения масштаба шкалы равный 10 или отказаться от масштабирования. Для ввода коэффициента масштабирования установите курсор на опцию «ДА» и нажмите клавишу «ВВОД».

Рис. 8.3-15 Окно ввода коэффициента масштабирования шкалы самописца.

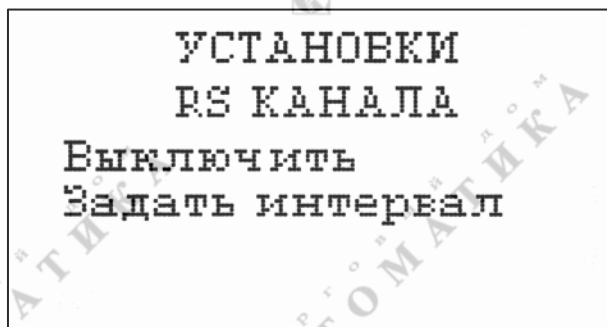
В анализаторе также предусмотрена возможность ввода других



масштабных коэффициентов (2, 5, 20). Для выбора любого из этих коэффициентов в окне рис. 8.3.15 необходимо нажать комбинацию клавиш «Стрелка вниз» + «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-16.

Рис. 8.3-16 Окно ввода коэффициентов масштабирования шкалы самописца.

После выбора коэффициента масштабирования анализатор переходит в



режим измерения и на дисплее появляется окно, показанное на рис. 8.1.

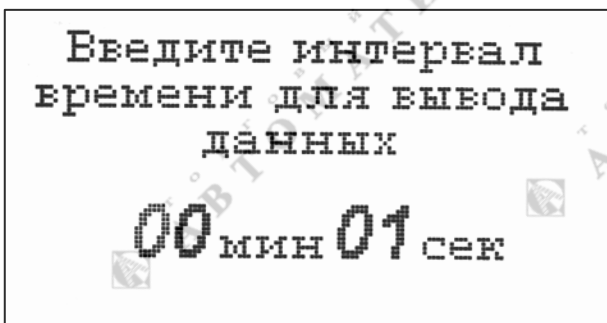
### Настройка RS - канала

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «RS-канала» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее

анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-17.

Рис. 8.3-17 Окно «УСТАНОВКИ RS-канала»

В этом окне (см. рис. 8.3-17) Вы можете включить/выключить работу RS-канала, а также задать интервал времени вывода отсчетов показаний. Для того чтобы задать интервал (см. рис. 8.3.-17) выберите опцию «Задать интервал» и



нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-18.

Рис. 8.3-18 Окно ввода интервала времени для вывода результатов измерений.



Задание интервала времени осуществляется с помощью клавиш перемещения курсора. После ввода интервала анализатор вернется в окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10). Из этого окна можно настроить параметры сигнализации.

## Настройка сигнализации

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «Сигнализации» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-19.

Рис. 8.3-19

Окно

«НАСТРОЙКА СИГНАЛИЗАЦИИ»

В этом окне Вы можете настроить верхний и нижний уровень срабатывания сигнализации, а также включить/выключить сигнализацию.

Для настройки сигнализации по верхнему уровню в окне рис. 8.3-19 выберите опцию «Верхний уровень» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-20.

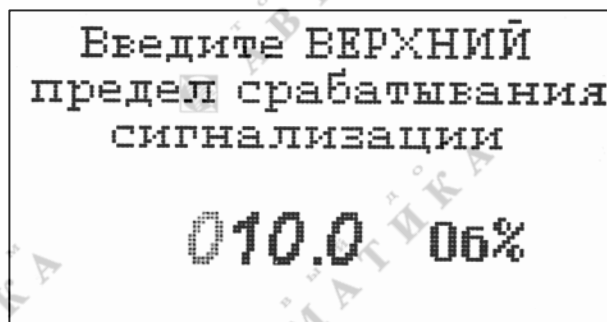
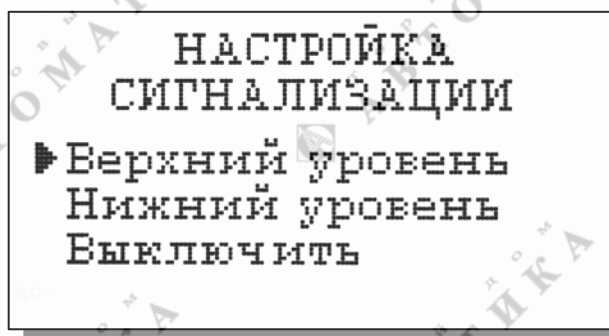


Рис. 8.3-20 Окно настройки верхнего предела срабатывания сигнализации.

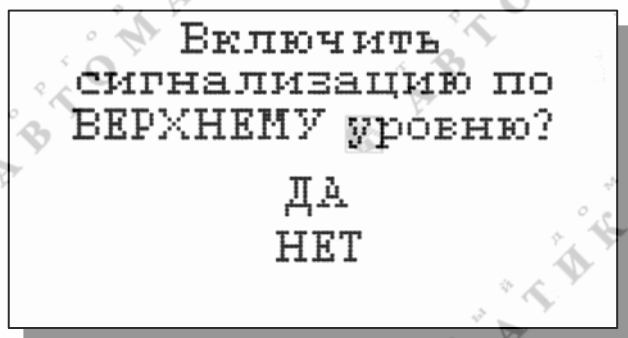


Рис. 8.3-21 Окно включения сигнализации по верхнему уровню

Настройка нижнего предела срабатывания сигнализации осуществляется аналогичным образом.

При срабатывании сигнализации на дисплее в строке иконок появляется мигающий знак, обозначающий превышение нижнего или

С помощью клавиш перемещения курсора введите значение верхнего предела срабатывания сигнализации и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-21. Для включения сигнализации выберите опцию «ДА» и нажмите «ВВОД»



верхнего уровня. Для отключения звукового сигнала нажмите клавишу «Сброс» и удерживайте ее в нажатом состоянии в течение 3-5 сек. Для повторного включения звукового сигнала также нажмите и удерживайте клавишу «Сброс» в нажатом состоянии в течение 3-5 сек. При срабатывании сигнализации одновременно замыкаются «сухие контакты», которые могут использоваться для позиционного регулирования.

### Установка часов

Установка часов осуществляется из окна «УСТАНОВКА». В этом окне (см. рис. 8.3-1) выберите опцию «Установка часов» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-22. Установите дату и время и нажмите клавишу «ВВОД»

После ввода текущего времени и даты анализатор переходит в режим измерения (см. рис. 8.1). В нижней строке окна будут высвечиваться время и дата. Запись данных в энергонезависимую память в режиме протоколирования и электронного блокнота будет производиться в установленной шкале времени.

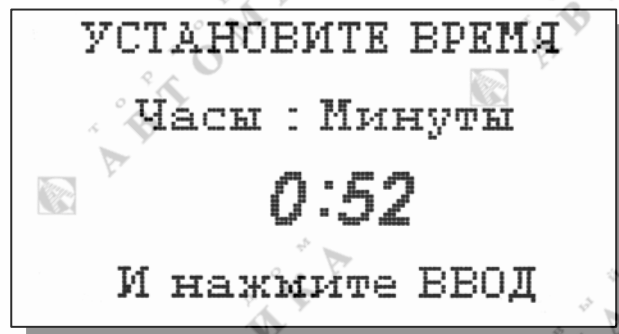
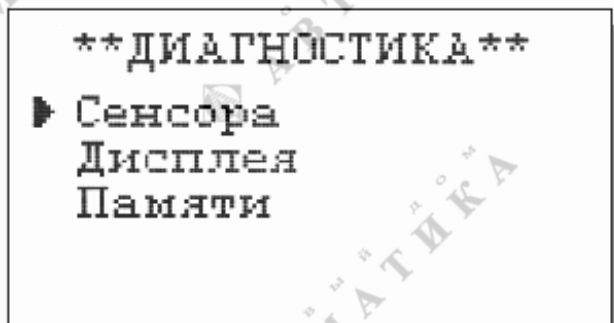


Рис. 8.3-22 Окно установки часов

## 8.4. Меню «ДИАГНОСТИКА»

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ диагностика



При входе в меню «ДИАГНОСТИКА» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.4-1. В этом окне Вы можете выбрать четыре опции диагностических тестов.

Рис. 8.4-1 Окно «Диагностика»

При выборе этих опций на дисплей анализатора будут вызываться окна, показанные ниже.



**ДИАГНОСТИКА СЕНСОРА**

$I_{\text{сенс}} = 015.22 \text{ нА}$   
 $T = 22.0^{\circ}\text{C}$   
 $S = 000.07 \text{ нА/мм.рт.ст.}$   
 $I_{\text{ост}} = 000.06 \text{ нА}$

**Диагностика сенсора**

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

Рис. 8.4-2а. Диагностика сенсора

**Диагностика экрана**

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

Рис. 8.4-2б. Диагностика экрана

**Диагностика памяти**

Положительное тестирование элементов памяти сопровождается записью ОК!

**ИДЁТ ДИАГНОСТИКА  
ПАМЯТИ**

ROM	OK!
SRAM	OK!
EEPROM	OK!
EEPROM1	OK!

Рис. 8.4-2в. Диагностика памяти.

**8.5. Меню «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»**

Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню  $\Rightarrow$  протоколирование

**\*ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ\***

▀ Задать интервал  
 Выключить  
 Вывод данных  
 Очистить память

При входе в меню «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.5-1. В этом окне Вы можете выбрать четыре опции.

Рис. 8.5-1. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»



При выборе первой опции на дисплей анализатора вызывается окно ввода интервала времени для записи данных, показанное на рис. 8.5-2. С помощью клавиш перемещения курсора введите интервал времени для записи данных и нажмите клавишу «ВВОД».

**Введите интервал  
времени для записи  
данных**

**00ч 10мин**

Рис. 8.5-2. Окно ввода интервала времени для записи данных в энергонезависимую память.

При установке интервала времени Вы должны помнить, что объем независимой памяти хотя и является достаточно большим, но тем не менее ограничен. При задании интервала времени равного 15 мин., объема энергонезависимой памяти хватит на проведение записи в течение 6 месяцев.

При выборе опции «Включено/Выключено» (см. рис. 8.5-1) осуществляется включение/выключение протоколирования.

При выборе опции «Вывод данных» на дисплей анализатора вызывается

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

окно вывода данных, показанное на рис. 8.5-3. В этом окне Вы можете выбрать опции реализующие вывод данных на дисплей анализатора (см. рис. 8.5-4а), поиск данных в протоколе по дате (см. рис. 8.5-4б) и вывод протокола данных на компьютер.

Рис. 8.5-3. Окно «ВЫВОД ДАННЫХ»

**Дата: 30.10.02.**  
**Время: 10:57**  
**02: 3.47 об/с**  
**T: 22.1 'C**  
**ВВОД - поиск по дате**

С помощью клавиш «ВПРАВО», «ВЛЕВО» Вы можете пролистывать протокол данных. При выборе опции «Поиск» из окна вывода данных (см. рис. 8.5-3) высвечивается окно поиска данных по дате (см. 8.5-4б)

Рис. 8.5-4а. Окно данных протокола



С помощью клавиш перемещения курсора установите дату и время для поиска данных в протоколе. Для поиска нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее откроется окно, показанное на рис. 8.5-4б.

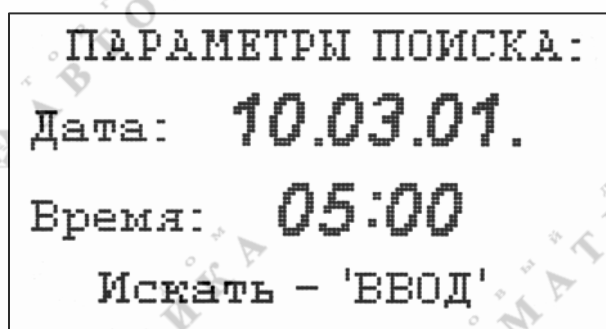


Рис. 8.5-4б. Окно поиска данных по дате.

При выборе опции «Вывод данных на компьютер» (см. рис. 8.5-3) и нажатии клавиши «ВВОД» осуществляется передача протокола данных в компьютер по RS-каналу.

Для очистки памяти в окне «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» (см. рис. 8.5-1) выберите опцию «Очистить память» и нажмите на клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 5 секунд будет открыто окно, показанное на рис. 8.5-5.

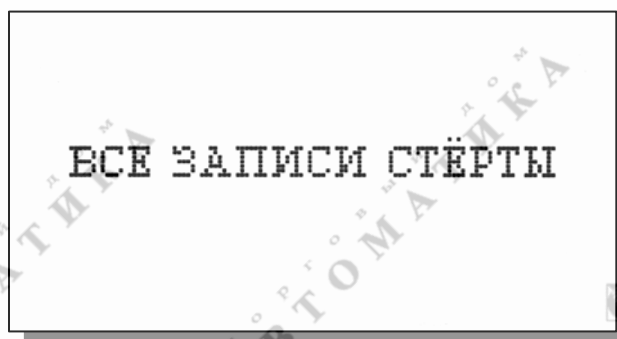
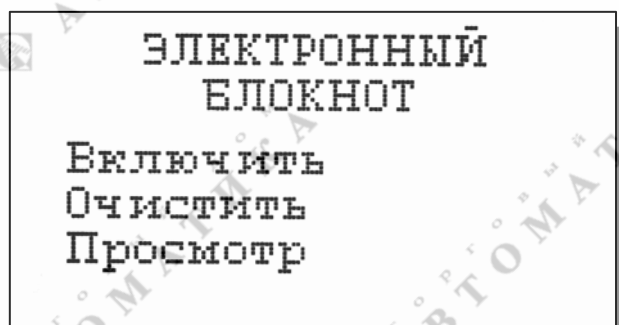


Рис. 8.5-5. Окно удаления данных.

## 8.6. Меню «БЛОКНОТ»

Дисплей данных ⇐⇒ Главное меню ⇐⇒

Блокнот



При входе в меню «Блокнот» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.6-1. В этом окне Вы можете выбрать три опции.

Рис. 8.6-1. Окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ»

При выборе опции «Включить/выключить» электронный блокнот включается или выключается. При этом в режиме измерения в верхней строке появляется или исчезает «иконка» блокнота (см. рис. 8.1).

При выборе опции «Очистить» происходит удаление информации из блока энергонезависимой памяти, предназначенного для 500 записей в электронный блокнот. На дисплее анализатора в течение 5 секунд открыто окно, показанное на рис. 8.6-2.

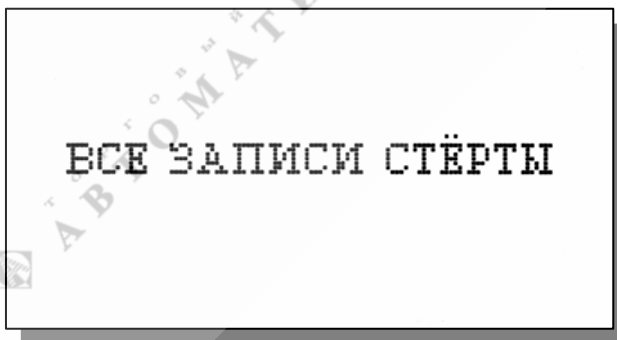
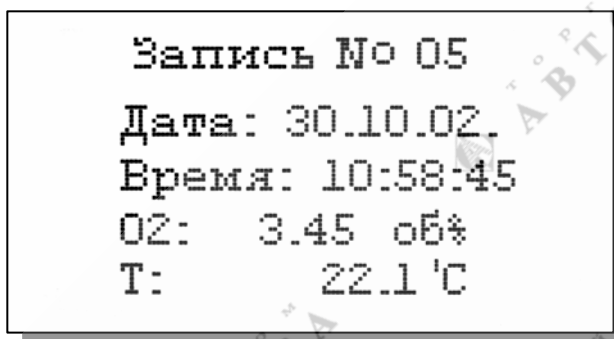


Рис. 8.6-2. Окно «Очистка блокнота»





При выборе опции «Просмотр» (см. рис. 8.6-1) открывается окно, показанное на рис. 8.6-3.

С помощью клавиш «ВЛЕВО» «ВПРАВО» Вы можете пролистывать данные, записанные в электронный блокнот.

Рис. 8.6-3. Окно «Запись в блокноте»

## 9. КАЛИБРОВКА АНАЛИЗАТОРА.

В анализаторе реализованы следующие **виды калибровок**:

- Калибровка по нулевой точке;
- Автоматическая калибровка по атмосферному воздуху;
- Специальная калибровка.

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

### 9.1 Процедура калибровки нулевой точки анализатора.

Калибровка 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 калибровки нулевой точки вынесена в служебное меню калибровок (см. Приложение 5).

### 9.2. Процедура автоматической калибровки анализатора.

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

При первом способе калибровки 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 «калибровочной склянки» наливают немного водопроводной воды и устанавливают в нее АС. Чувствительная поверхность сенсора не должна касаться поверхности воды в склянке.

При втором способе калибровки сенсоры АСрО<sub>2</sub>-01 - АСрО<sub>2</sub>-04 остаются в измерительной камере. Для удобства выполнения последующих процедур измерительную камеру достают из держателя, поворачивают на 180 °, давая стечь жидкости, а затем опять устанавливают в кронштейн. После этого измерительную камеру тщательно промывают водой от остатков сульфита

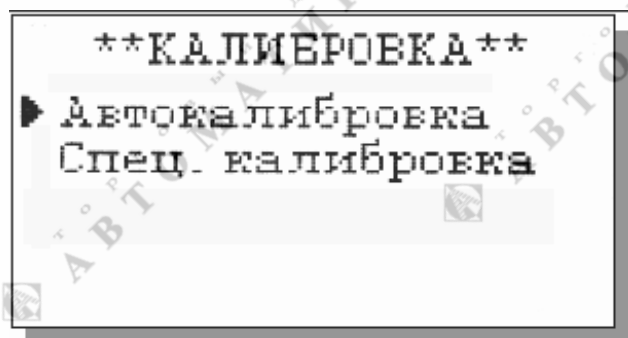


натрия. Для этого через входную трубку пропускают 300 - 1000 мл воды. Затем через входную трубку с помощью шприца, заполненного воздухом, путем продува удаляют остатки воды из камеры. При этом на чувствительной поверхности АС не должно оставаться капель воды.

При калибровке АС $\text{CrO}_2\text{-05}$  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 калибровке АС $\text{CrO}_2\text{-06}$  его также промывают водой, удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности сенсора, а затем закрепляют в вертикальном положении (например в штативе). В резиновую грушу (входит в комплект поставки АКПМ-11А) наливают 3-5 мл воды и надевают ее на АС $\text{CrO}_2\text{-06}$ . При этом воздух выходит через отверстие в верхней части груши.

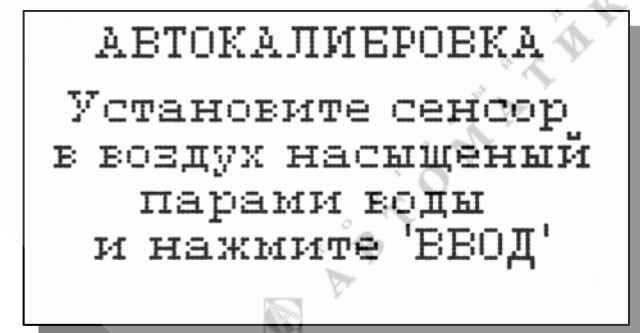
Для проведения автоматической калибровки анализатора по атмосферному воздуху, насыщенному парами воды, нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 8.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию



«КАЛИБРОВКИ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.2-1.

Рис. 9.2-1 Окно «КАЛИБРОВКА»

С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «АВТОКАЛИБРОВКА» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «АВТОКАЛИБРОВКА», показанное на рис. 9.2-2. Если амперометрический сенсор установлен в воздухе, насыщенном парами воды, нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно ввода данных барометрического давления, показанное на рис. 9.2.-3. С помощью



клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» введите текущее значение барометрического давления калибровки.

Рис. 9.2-2 Окно «АВТОКАЛИБРОВКА»



Рис. 9.2-3 Окно ввода барометрического давления.

Установите значение  
барометрического  
давления и нажмите  
'ВВОД'

**760.0** ммрт.ст.

После ввода значения барометрического давления на дисплее анализатора появится окно сообщений показанное на рис. 9.2-4. В нижней части этого окна выводится текущее значение измеряемой величины, соответствующее параметрам прошлой калибровки. После стабилизации показаний нажмите

После стабилизации  
показаний нажмите  
'ВВОД'

**0.01 06%**

клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высветится сообщение «Автокалибровка успешно завершена». При этом анализатор изменит параметры калибровки и перейдет в режим измерений.

Рис. 9.2-4 Окно сообщений

Интеллектуальные алгоритмы АКПМ-11 позволяют проводить автокалибровку в любой выбранной единице измерения, а в дальнейшем переходить в другие единицы измерения. При этом не требуется еще раз проводить автокалибровку. 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 автокалибровки 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 автокалибровку не реже 1 раза в месяц. Если измерения проводятся в области микрограммовых концентраций кислорода, этот интервал может быть увеличен до 2 месяцев.

### 9.3. Процедура специальной калибровки анализатора.



При специальной калибровке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием кислорода можно использовать поверочные газовые смеси (ПГС) или атмосферный воздух насыщенный парами воды.

Специальную калибровку 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 специальной калибровки анализатора по ПГС предварительно установите единицу измерения об. % (см. п. 8.3) и нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 8.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Спец. калибровка» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*СПЕЦКАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.3-1.

**СПЕЦ. КАЛИБРОВКА**  
Установите сенсор в  
смесь, выбранную  
для калибровки  
и нажмите ВВОД

Рис. 9.3-1 Окно «СПЕЦ. КАЛИБРОВКА»

С помощью вентиля тонкой регулировки (на баллоне с ПГС) установите расход газовой смеси 2-5 пузырьков в секунду, а затем соедините входную трубку измерительной камеры с выходом редуктора. После этого нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно для ввода значения концентрации кислорода в ПГС, показанное на рис. 9.3-2.

**СПЕЦ. КАЛИБРОВКА**  
Введите расчётное  
значение concentra-  
ции кислорода.  
**013.4 06%**

С помощью клавиш перемещения курсора установите расчетное значение концентрации кислорода в ПГС и нажмите «ВВОД».

Рис. 9.3-2 Окно для ввода данных

На дисплее появится окно для наблюдения процесса стабилизации показаний, показанное на рис. 9.3-3

**СПЕЦ. КАЛИБРОВКА**  
После стабилизации  
показаний нажмите  
'ВВОД'  
**20.4 06%**

После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее появится надпись «Спец. Калибровка успешно завершена» и анализатор перейдет в режим измерений (см. рис. 9.2.1).

Рис. 9.3-3 Окно для наблюдения процесса стабилизации показаний.



Специальная калибровка по атмосферному воздуху обычно используется для обеспечения измерений концентрации кислорода в жидкостях для которых температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода еще недостаточно точно установлены. Приблизительные зависимости концентрации кислорода в пиве и сусле, насыщенных кислородом воздуха при атмосферном давлении ( $B=760$  мм.рт. ст) от температуры приведены в таблице 9.3.1.

Таблица приблизительных значений концентрации кислорода  
в пиве и сусле от температуры

Таблица 9.3.1.

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 специальной калибровки анализатора по атмосферному воздуху предварительно выберите единицу измерения мг/л (см. п. 8.3) и нажмите клавишу «Ввод». Дальнейшая процедура проведения специальной калибровки аналогична приведенному выше описанию. Единственная разница заключается в том, что при появлении окна для ввода данных, необходимо сначала пользуясь таблицей вычислить значение концентрации кислорода при предполагаемой температуре измерения, а затем ввести это значение и нажать клавишу «ВВОД». Следует помнить, что после проведения специальной калибровки анализатор будет вносить только одну термокомпенсацию на свойства газопроницаемой мембраны. Поэтому при значительных отклонениях температуры анализируемой среды от значения температуры, использованного при специальной калибровке, будет возникать дополнительная погрешность измерений.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Включите анализатор с помощью выключателя 10 (см рис. 7.1). После завершения процесса самодиагностики анализатор переходит в режим измерений. Произведите настройку и калибровку 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 народного хозяйства. 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. Каждый из сенсоров, указанных в п. 3, автоматически стыкуется с измерительным устройством АКПМ-11 по чувствительности. В случае



приобретения Вами нового сенсора Вам необходимо будет провести калибровку встроенного в сенсор датчика температуры (см. Приложение 4).

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-11.

### 10.1. Определение кислорода в газах.

Для решения этой задачи используют АКПМ-11Г и измерительную камеру ИКПГ.

Для обеспечения измерений кислорода в разряженных газовых смесях (например, в топочных газах) анализатор комплектуется устройством подготовки газовой пробы УПП-01. С помощью этого устройства осуществляется всасывание и охлаждение анализируемого газа с последующим отделением сконденсированной влаги и нагнетанием в измерительную камеру АСрО<sub>2</sub>. Принципиальная схема УПП-01 показана на рис. 10.3.

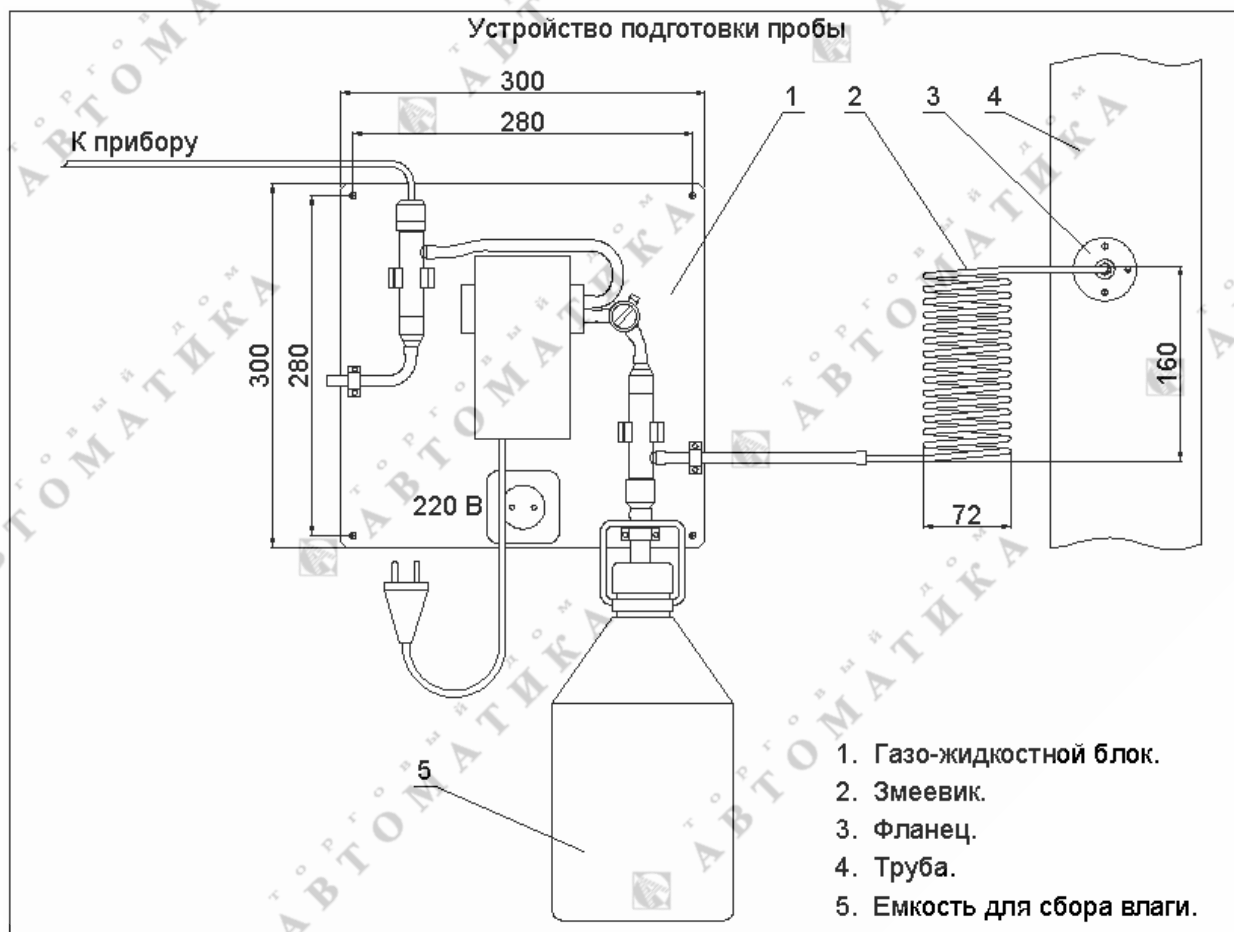


Рис. 10.3 Принципиальная схема УПП-01



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 откалибровать его по «Ноль раствору» (см. п. 9) или сертифицированному инертному газу (аргон, азот или  $\text{CO}_2$  со степенью чистоты не хуже чем 99.999 об. %). Калибровку второй точки можно проводить по атмосферному воздуху, насыщенному парами, воды в режиме «Автокалибровка». Если в Вашем распоряжении имеется поверочная газовая смесь (ПГС), содержание кислорода в которой близко к верхнему диапазону измерения, то Вы можете калибровку анализатора провести в режиме «Спец калибровка» (см. п. 9.).

**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.

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

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит вариант исполнения анализатора АКПМ-11Т. 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.

Для обеспечения высокоточных измерений концентрации кислорода в микрограммовой области, мы рекомендуем тщательно проводить калибровку



нулевой точки (см. п.9.). Для калибровки второй точки используйте процедуру «Автокалибровка».

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  $\text{ACrO}_2\text{-03}$  или  $\text{ACrO}_2\text{-04}$  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.

### **10.3. Аналитический контроль кислорода в сосудах и трубопроводах работающих под давлением.**

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АКПМ-11А, в комплект которого входит сенсор  $\text{ACrO}_2\text{-06}$ , снабженный компенсатором внешнего давления. Этот тип сенсоров может устанавливаться в трубопроводы и байпасные линии через стандартные фланцы. Сенсоры  $\text{ACrO}_2$  выпускаются в нескольких исполнениях отличающихся габаритными и присоединительными размерами (см. рис. 3.8). Сенсоры  $\text{ACrH}_2$  выдерживают стерилизацию острым паром при 143 °С, что позволяет их использовать в ферментерах и биореакторах как отечественного, так и зарубежного производств. Перед стерилизацией ферментера с установленным в нем  $\text{ACrO}_2\text{-06}$ , 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 одевать защитную заглушку не требуется.

Анализаторы АКПМ-11А в комплекте с  $\text{ACrO}_2\text{-06}$  могут найти применение при аналитическом контроле растворенного водорода в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов.

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

Если Ваш анализатор нуждается в техническом обслуживании, ремонте или периодической проверке, свяжитесь с сервисным центром фирмы « » или с ближайшим официальным дилером.

Контактные телефоны официальных дилеров размещены на нашем сайте.

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

11.1. Электронный блок анализатора крайне редко нуждается в обслуживании и ремонте благодаря высокому качеству производства анализаторов, использованию надежных комплектующих, прочности, герметичности и



высокой степени пылевлагозащиты корпуса анализатора (IP-68). Каждый анализатор в комплекте с датчиком подвергается испытаниям на надежность, проходит предпродажную подготовку и тестирование работоспособности его основных блоков. В периодической замене нуждается только батарейка, установленная в нижнем отсеке анализатора. Как правило, замена батарейки осуществляется при каждом втором техническом обслуживании анализатора перед представлением его для ежегодной периодической поверки в органы ГОССТАНДАРТа РФ.

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

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

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

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

1. Снимите мембранный колпачок (см. рис. 3.7, 3.8) и промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде. С помощью фильтровальной бумаги удалите капли воды и тщательно просушите торцовую часть стеклянной гильзы.
2. В главном меню войдите в опцию диагностика сенсора. (см. п. 8.4).
3. Если ток сенсора ( $I_{\text{сенс}}$ ) имеет близкое к нулю значение (см. рис. 8.4-26) и сопоставим с величиной остаточного тока ( $I_{\text{ост}}$ ), то сопротивление изоляции находится в пределах нормы. Если ток



сенсора значительно отличается от нуля, попробуйте более тщательно выполнить п. 1 настоящего теста. Высокое значение тока сенсора свидетельствует о нарушении сопротивления изоляции. К возможным причинам следует отнести нарушение целостности кабеля, трещины или сколы в стеклянной гильзе, а также попадание влаги или сульфата натрия в разъем сенсора. В последнем случае следует промыть разъем дистиллированной водой, а затем тщательно просушить в течение нескольких суток при температуре близкой к 40-60 °С.

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

1. В окне «Диагностика сенсора» наблюдайте за током протекающим через сенсор (Iсенс) и показаниями температуры (Т). Возьмите сенсор за пластмассовую деталь и выдохните на стеклянную гильзу сенсора, направляя струю альвеолярного воздуха на торцовую часть стеклянной гильзы. Если температура окружающего воздуха ниже 35 °С, то показания температуры (Т) и тока сенсора должны возрасти. 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, видимо, 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 ООО «  
». 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 ООО «»

### 11.3. Измерительная камера.

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



возможности засорения измерительной камеры целесообразно установить фильтр тонкой очистки (см. п. 1, п.4.3).





## 12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕПОЛАДКИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

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