

**Анализатор Водорода Промышленный  
АВП-11**

**Руководство по эксплуатации  
НЖЮК 4215-004-16963232-05 РЭ**

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

*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. Объем сведений и иллюстраций, приведенный в данном руководстве, обеспечивает правильную эксплуатацию анализатора и всех его узлов.*

**!** *Сохраняйте данное руководство для дальнейших справок, так как в нем содержатся инструкции, необходимые для правильной эксплуатации анализатора, проведения межрегламентного обслуживания и периодической поверки 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 водорода 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 исполнения АС оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля водорода, а их конструкции разработаны с учетом специфики проведения измерений в различных областях.
3. **М**ногофункциональные возможности анализатора позволяют проводить измерения парциального давления и концентрации водорода в жидкостях и газах в любой выбранной оператором единице измерения. Анализатор также позволяет проводить измерения температуры.
4. **Б**лагодаря оригинальности АС обеспечивается: “неразрушающий контроль” анализируемой пробы, широкий диапазон, высокая точность и достоверность измерений, высокая селективность, экспрессность и стабильность показаний, а также их независимость от скорости потока анализируемой жидкости и наличия в ней мешающих компонентов и взвешенных частиц.

### ***Анализаторы водорода АВП-11 обеспечивают:***

- **А**втоматическую калибровку нулевой точки по атмосферному воздуху;
- **А**втоматическую калибровку крутизны по поверочной газовой смеси;
- **С**пецкалибровку по газовой смеси, получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01;
- **В**озможность выбора удобной для оператора единицы измерения;
- **К**оррекцию барометрического давления;
- **А**втоматическую сигнализацию превышения пороговых;
- **Д**истанционную передачу сигналов с помощью токового выхода, RS-232 или RS-485
- **Д**искретную запись результатов измерений в энергонезависимую память с возможностью отображения на графическом дисплее и передачу в ПК.
- **С**амодиагностика. **У**добный интерфейс. **П**ростой и удобный монтаж.
- **П**одсветка графического дисплея и клавиатуры обеспечивает удобство работы в затемненных условиях.
- **В**ид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» с маркировкой 1Exd[ib]IICt6

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

- |  |   |
|--|---|
| 1. Распаковка анализатора                            | 6 |
| 2. Области применения анализаторов АВП и обозначение | 7 |

вариантов их исполнения.	
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора.	10
4. Устройство и принцип действия анализатора	16
4.1. Описание конструкции и свойств анализатора.	16
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.	18
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 по калибровке анализатора.	26
5.3. Общие сведения по введению коррекций при измерениях	27
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора.	29
7. Подготовка к работе	33
7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода.	33
7.2. Установка анализатора	34
7.3. Установка измерительной камеры	37
7.4. Включение анализатора	37
8. Настройка анализатора и управление режимами работы	33
8.1. Включение анализатора и интерфейс программ	33
8.2. Главное меню	41
8.3. Меню «Установка»	43
8.4. Меню «Диагностика»	51
8.5. Меню «Протоколирование»	52
8.6. Меню «Блокнот»	54
9. Калибровка анализатора	55
9.1. Виды калибровок	55
9.2. Процедура калибровки нулевой точки анализатора.	55
9.3. Процедура автоматической калибровки анализатора.	57
9.4. Процедура специальной калибровки анализатора.	60
10. Порядок работы при решении конкретных задач аналитического контроля водорода	63
10.1. Определение $r_{H_2}$ , $c_{H_2}$ в лабораторных условиях.	63
10.2. Определение водорода в газах.	64
10.3. Аналитический контроль концентрации водорода в потоке жидкостей	65
10.4. Аналитический контроль водорода на глубине.	66
10.5. Аналитический контроль водорода в сосудах под давлением	67
11. Техническое обслуживание анализатора.	68
12. Возможные неполадки способы их устранения	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Процедура внесения коррекции ошибки «Жидкость-Газ»	72

## СОДЕРЖАНИЕ (Паспорт)

1. Назначение и область применения	77
2. Технические характеристики	80

3. Состав изделия и комплект поставки	5
4. Поверка анализатора	82
5. Правила хранения	82
6. Гарантии изготовителя (Поставщика)	90
7. Сведения о рекламациях	90
8. Свидетельство о приемке	91
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	91
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблица зависимости концентрации водорода в дистиллированной воде от температуры	93
Список литературы	95
	96

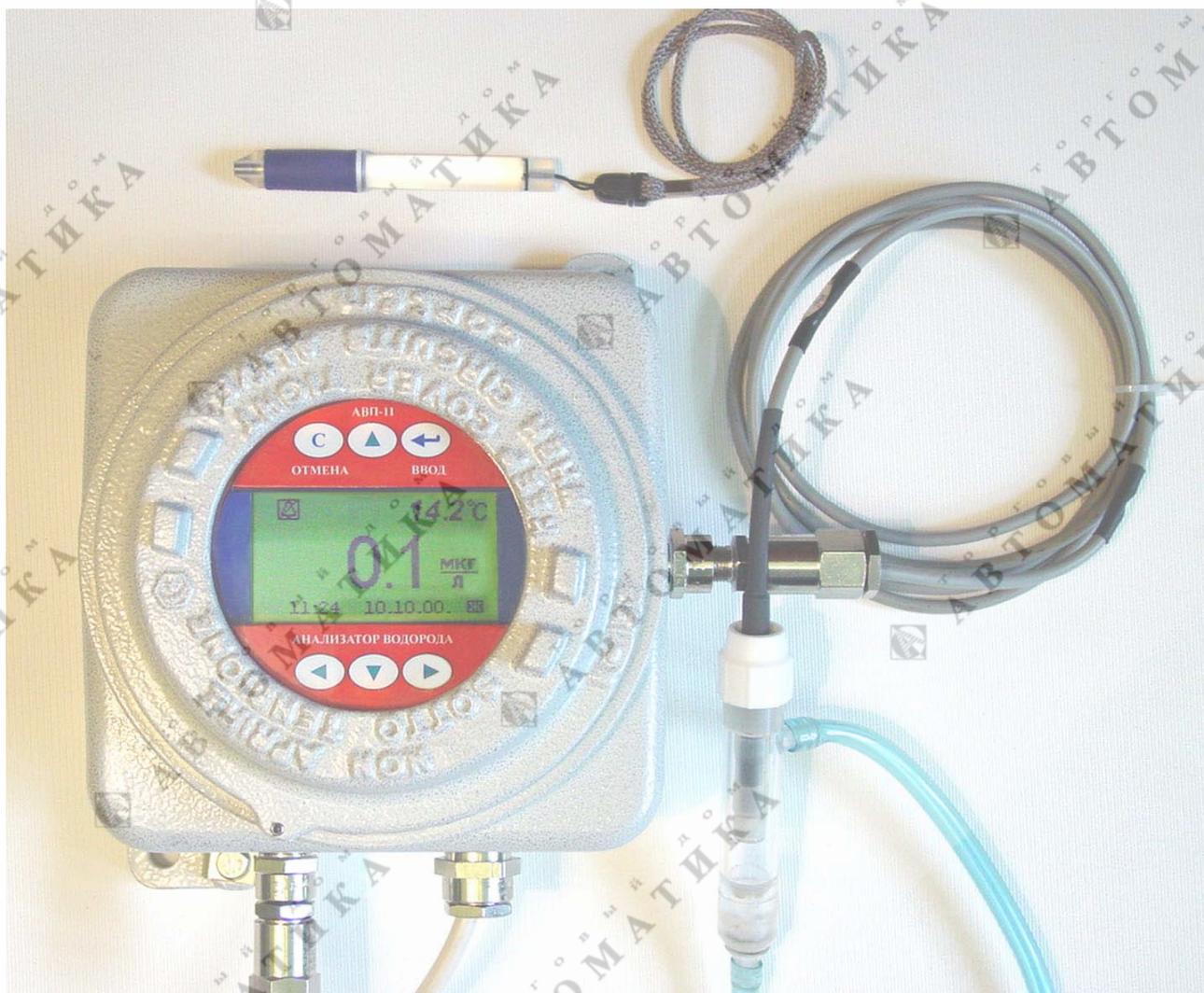


Рис. 1. Внешний вид анализатора водорода АВП-11

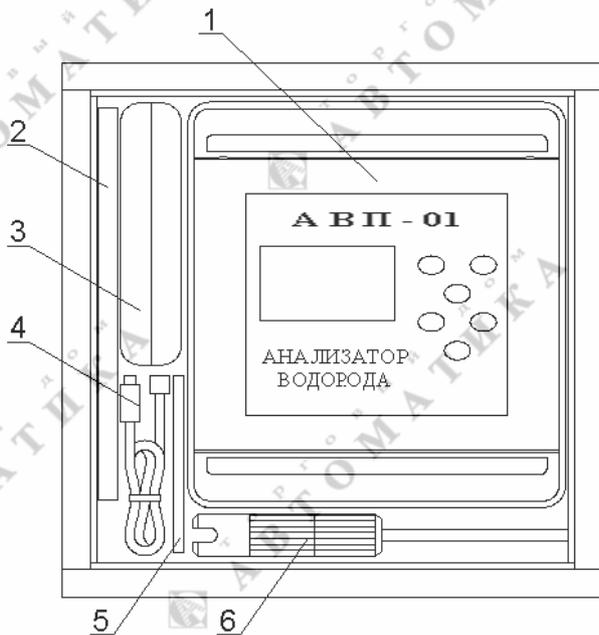
Анализаторы и амперометрические сенсоры водорода сертифицированы (Сертификат RU.C.31.002.A № 21572) и внесены в Государственный реестр средств измерения (под № 29863-05). Анализаторы во взрывозащищенном исполнении сертифицированы (Сертификат RU.ГБ06.В00072)

## 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 водорода поставляется 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/или технического обслуживания.

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



1. Анализатор водорода АВП - 01.
2. Паспорт.
3. Комплект запасных частей.
4. Кабель интерфейса RS-232.
5. Комплект крепежных кронштейнов.
6. Амперометрический сенсор.

Рис. 1.1. Схема расположения 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. 3.2, рис.3.3, рис. 3.6)
- Комплект запасных частей и принадлежностей к амперометрическому сенсору, в который входят:
  - Флакон с электролитом
  - Мембранные колпачки (3 шт.)

- Кольцо резиновое (на мембранном колпачке)
- ☑ Измерительная камера (в комплекте с АВП-11Г, АВП-11Г)
- ☑ Интерфейсный кабель
- ☑ Комплект монтажных петель для крепления анализатора
- ☑ Руководство по эксплуатации

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

- ♣ Устройство для калибровки УК-01
- ♣ Устройство подготовки газовой пробы УПП-01 (к АВП-11Г)
- ♣ Измерительная камера для микроанализа ИКМА
- ♣ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей.
- ♣ 3.5” дискета с программным обеспечением для передачи данных в ПК.

Извлеките из контейнера интерфейсный кабель, пластмассовую коробку с набором ЗИП, дискету 3.5” и комплект крепежных деталей. Затем аккуратно извлеките амперометрический сенсор и измерительное устройство. Расположите их на рабочем столе.

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

## 2. Области применения анализаторов АВП и обозначение вариантов их исполнения.

Взрывозащищенность блока питания анализаторов АВП-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 1ExdПСТ6.

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°C. Температура поверхности оболочки блока питания и сенсора при нормальном и аварийном режимах работы анализатора не превышает 70°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  $U_0 \leq 24$  В, максимальный выходной ток не превышает  $I_0 \leq 20$  мА.

Суммарные значения емкости и индуктивности сенсора и соединительного кабеля не превышают искробезопасных при заданных максимальных значениях тока и напряжения значений:  $C \leq 0,2$  мкФ,  $L \leq 0,1$  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 «IExd[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 АВП-11 предназначены для оперативного и производственного контроля концентрации водорода в жидкостях и газах.

Анализаторы АВП-11 предназначены для автоматического контроля растворенного водорода в химико-технологических процессах подготовки воды на предприятиях тепловой и атомной энергетики.

Анализаторы АВП-11 предназначены для производственного контроля содержания молекулярного водорода в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов на объектах атомной энергетики.

Анализаторы АВП-11 предназначены для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности анализаторы АВП-11 предназначены для производственного контроля водорода в химико-технологических процессах синтеза органических и неорганических соединений, крекинга нефти, производства аммиака, полиэтилена и т.д.

Анализаторы АВП-11 находят применение в научно-исследовательских учреждениях атомной промышленности, а также в автомобильной промышленности при создании экологически чистых водородных двигателей.

Универсальность анализаторов АВП-11, достигается благодаря использованию широкого ассортимента сенсоров (АС). Для обозначения исполнения анализатора после записи типа анализатора «АВП» цифрами «01» указывается его промышленное исполнение, цифрами «02» указывается портативное исполнение, а буквами «А», «Т», «Г», «Л», «П» указывается (условно) область его применения или назначение:

- «А»- Атомная энергетика
- «Т»- Тепловая энергетика;
- «Г»- Газоанализатор;
- «Л»- Лабораторный;
- «П»- Погружной АС для измерений в емкостях, метантенках и т.п.

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

АВП-11Л в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-01 предназначен для измерений концентрации, парциального давления водорода и температуры в жидкостях и газах. Применяется в лабораторных условиях различных промышленных предприятий и научно-исследовательских учреждений.

Анализатор АВП-11Г в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-02 предназначен для измерений концентрации водорода в газообразных средах. В тех случаях, когда анализируемый газ находится под разряжением и высоких температурах, анализатор может комплектоваться устройством подготовки газовой пробы УПП-01.

АВП-11Г применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности анализатор АВП-11Г применяется для производственного контроля концентрации водорода в химико-технологических процессах синтеза органических и неорганических соединений, крекинга нефти, производства аммиака, полиэтилена и т.д.

Анализатор АВП-11Т в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-03 (или АСрН<sub>2</sub>-04) и проточной измерительной камерой ИКПЖ предназначен для измерений концентрации водорода и температуры в потоке жидкостей, в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Применяется при аналитическом контроле и управлении процессами водохимподготовки в атомной и тепловой энергетике: ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети и котельные. Применяется в химической, и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в других областях народного хозяйства.

Анализатор АВП-11П в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-05 погружного типа предназначен для измерений концентрации водорода в газах и жидкостях непосредственно в точках отбора проб. АСрН<sub>2</sub>-05 может устанавливаться в емкости, заполненные анализируемой средой, например цистерны с нефтепродуктами, метантенки, колодцы, шахты и т.д.

АВП-11П применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

Анализатор АВП-11А в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-06 предназначен для измерений концентрации водорода в жидких и газообразных средах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-06 снабжены компенсатором гидростатического давления и выполнены в корпусе из нержавеющей стали. Конструкция сенсоров АСрН<sub>2</sub>-06 выдерживает неограниченное количество циклов стерилизаций острым паром при T=143 °C и давлении 3 ати. Анализаторы АВП-11А могут использоваться в биотехнологии. Конструкции сенсоров АСрН<sub>2</sub>-06 могут устанавливаться в ферментеры и биореакторы отечественного и импортного производств. Анализаторы АВП-11А также могут применяться в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, когда необходимо проводить измерения концентрации водорода при высоких давлениях.

### 3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора.

**Внимание!** После транспортирования в условиях отрицательных температур анализаторы в транспортной таре должны быть выдержаны 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 выполнять операции по доливке электролита или замене мембранного колпачка не требуется.**

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 исполнениях (см. п. 4.2). Внешний вид АС показан на рис. 3.1



Сенсор АСрН<sub>2</sub>-01 – поставляется в комплекте с  
 Сенсор АСрН<sub>2</sub>-02 - поставляется в комплекте с  
 Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 –  
 комплекте с АВП-11Т.

АВП-11Л  
 АВП-11Г  
 поставляются в



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

Рис. 3.2. Внешний вид сенсора в измерительной камере.

Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АВП-11 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля водорода. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-01 в основном используются для исследований в лабораторных условиях.

Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-02, АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<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.



Сенсор АСрН<sub>2</sub>-05 поставляется в комплекте с анализатором АВП-11П.

Сенсор АСрН<sub>2</sub>-05 установлен в герметичной ячейке из нержавеющей стали и рассчитан на проведение измерений на глубинах до 20 м, например, в емкостях, колодцах, метантенках.

Стандартная длина кабеля АСрН<sub>2</sub>-05 составляет 6 м.

При необходимости проведения измерений на глубинах более 6 м, длину кабеля необходимо уточнить при заказе.

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

Для того чтобы достать сенсор из герметичной ячейки необходимо сначала открутить нижний корпус (см. рис. 3.4).



Затем, возьмитесь левой рукой за верхний корпус, а правой за сенсор и осторожно достаньте сенсор из верхнего корпуса.



Рис. 3.4. Внешний вид сенсора без нижнего корпуса.

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

**Примечание.** ACSrH<sub>2</sub>-05 уплотняется в верхнем корпусе по уплотнительному

кольцу. Поэтому, для того чтобы достать АС из верхнего корпуса необходимо приложить небольшое усилие для преодоления сил трения. Старайтесь усилие прикладывать вдоль оси АС не прикасаясь к мембране, закрепленной на торцевой поверхности мембранного колпачка. Если сенсор «прилип» в месте уплотнения, попробуйте повернуть его вокруг оси по часовой стрелке относительно верхнего корпуса. В дальнейшем смазывайте места уплотнения сенсора вазелином или вакуумной смазкой.

Амперметрические сенсоры ACSrH<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких исполнениях (см. таблицу на рис. 3.8). Внешний вид амперметрических сенсоров показан на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Внешний вид амперметрических сенсоров ACSrH<sub>2</sub>-06

Сенсоры ACSrH<sub>2</sub>-06 поставляются в комплекте с анализатором АВП-11А. Они выполнены в корпусах из нержавеющей стали и снабжены компенсатором гидростатического давления. Благодаря этому они могут использоваться при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры имеют универсальные типоразмеры для их

установки в ферментеры и биореакторы отечественного и зарубежного производств. ACSrH<sub>2</sub>-06 могут устанавливаться в трубопроводы и емкости работающие под давлением. Сенсоры выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при T=143 °C и P=3 ати.



### 3.3. Замена мембранного колпачка и/или заливка раствора электролита.

Если требуется залить раствор электролита (см. стр. 2) или заменить мембранный колпачок, сначала достаньте сенсор из измерительной камеры или герметичной ячейки, а 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).

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

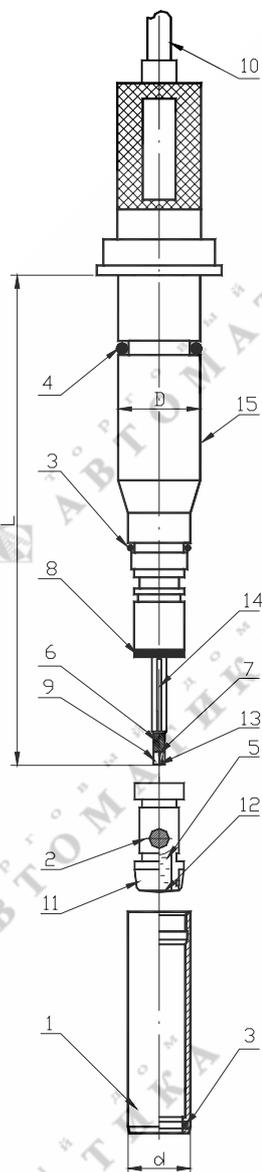
**ВНИМАНИЕ** Не прикасайтесь к электродной системе и стеклянной гильзе руками. Даже незначительное загрязнение внутренних элементов сенсора отрицательно сказывается на его работе.

**Примечание.** Если электродный ансамбль прилип к колпачку, то по видимому в нём 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 закristаллизовавшиеся 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 нём влагу.

Для замены мембранного колпачка 2 в стерилизуемом сенсоре АСрН<sub>2</sub>-06 (см. рис.3.8) сначала открутите нижний корпус 1, а затем снимите мембранный колпачок 2 (см. рис. 3.8). Промойте электродный ансамбль дистиллированной водой, осторожно удалите остатки влаги фильтровальной бумагой и положите его на салфетку. Промойте колпачок дистиллированной водой и стряхните оставшуюся в нём влагу.

**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.



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

- 1 - нижний корпус
- 2 - колпачок мембранный
- 3 - кольцо уплотнительное
- 4 - кольцо уплотнительное
- 5 - раствор электролита
- 6 - катод
- 7 - датчик температуры
- 8 - кольцо уплотнительное плоское
- 9 - стеклянная гильза
- 10 - кабель
- 11 - втулка
- 12 - система мембран
- 13 - анод
- 14 - дренажный канал
- 15 - корпус сенсора

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

**Примечание.** При заливке электролита 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.

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

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

1. Сдвиньте резиновое кольцо на боковой поверхности мембранного колпачка на 1-2 мм вниз с 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 АСрН<sub>2</sub> в измерительную камеру.

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



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

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

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

1. Убедитесь в наличии герметизирующего кольца 8 на боковой поверхности электродного ансамбля.
2. Возьмите металлический корпус с электродным ансамблем и медленно вставьте в мембранный колпачок 2 в вертикальном положении (рис. 3.8). Избыток раствора электролита должен выступить через дренажный канал 14 на боковой поверхности электродного ансамбля.
3. Удалите салфеткой выступившие капли электролита с боковой поверхности колпачка.
4. Закрутите нижний корпус 1 сенсора до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть систему мембран на колпачке в виде зонтика.

3.3.6. Подсоедините вилку анализатора к напряжению 220В с частотой 50 Гц.

После включения анализатора на его дисплее сначала появится логотип 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 конструкции и свойств анализатора.

Внешний вид анализатора представлен на рис. 4.1.

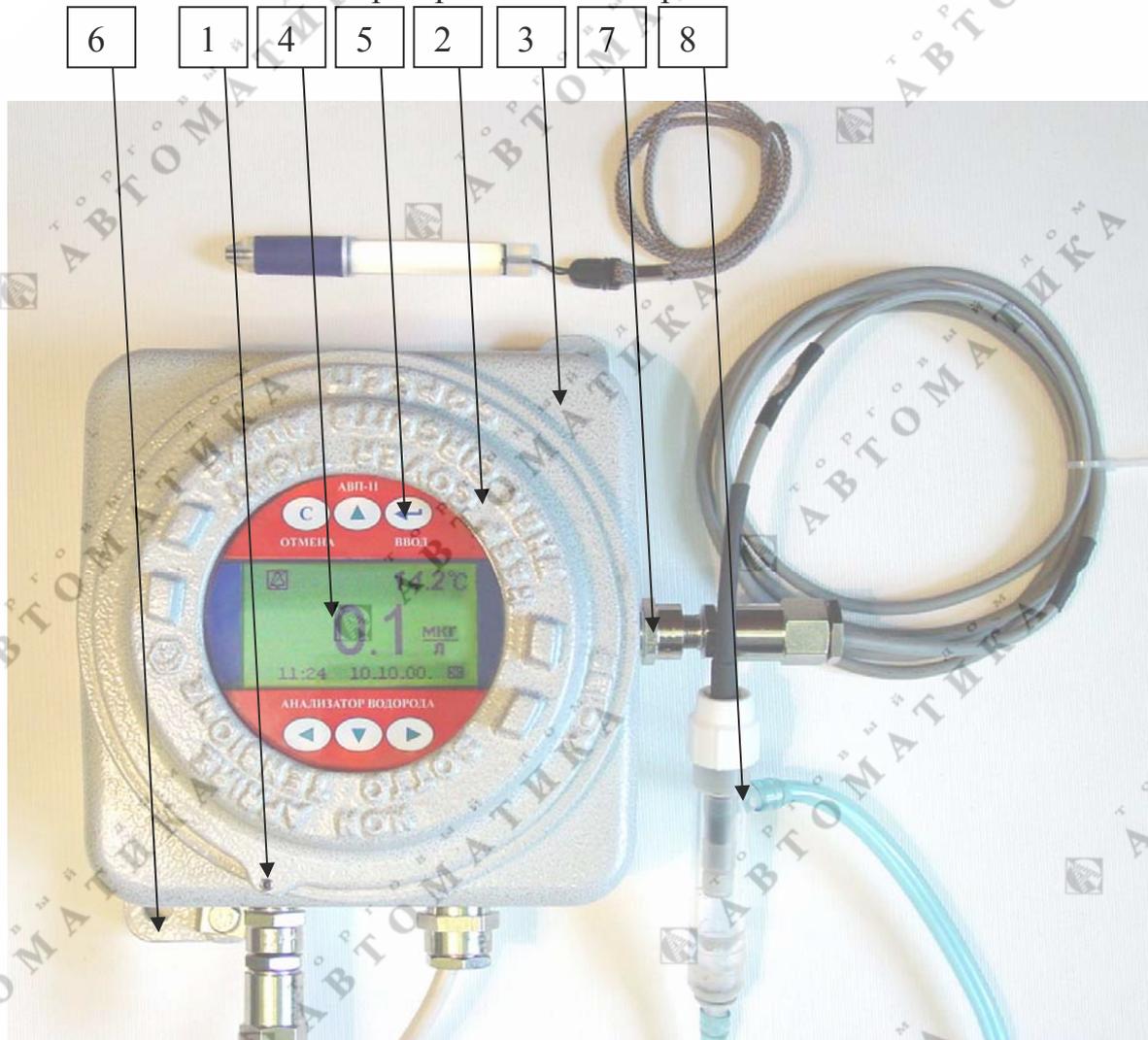


Рис. 4.1. Внешний вид анализатора водорода АВП-11.

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 исполнения анализатора (см. п. 2) и задачи исследования, амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру, стандартную склянку БПК, или непосредственно «по месту», например в трубопровод, сосуд работающий под давлением, биореактор, ферментер, метантенк 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 простое 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 путем их перебора в большую или меньшую сторону. 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 измерение, преобразование и отображение на дисплее;
- самодиагностику работоспособности анализатора и амперометрического сенсора;
- выбор измеряемой величины: парциального давления водорода, процентного содержания или массовой концентрации водорода;
- выбор удобной для оператора единицы измерения с возможностью последующих переходов в другие единицы измерения;
- автоматические калибровки анализатора по нулевой точке (воздух) и по поверочной газовой смеси (ПГС) из баллона или получаемой с помощью установки калибровочной (УК-01);
- настройку стандартного токового выхода (0–5, 0/4–20 мА) на требуемый диапазон измерения с возможностью автоматического изменения масштаба шкалы самописца в случае превышения диапазона измерения с одновременной сигнализацией аварийной ситуации;

- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации с автоматическим определением зоны гистерезиса;
- возможность внесения коррекции на изменение барометрического давления и солености;
- автоматическое устранение систематических погрешностей измерений, обусловленных эффектом «охлаждения мембраны» и «потреблением» водорода самим АС.
- дистанционную передачу информации на контроллер или персональный компьютер (ПК) с помощью цифровых каналов RS-232 или RS-485;
- дискретное протоколирование результатов измерений в энергонезависимую память с возможностью передачи на ПК и вывода на дисплей анализатора в табличном или графическом виде;
- запись результатов измерений в электронный блокнот с возможностью передачи записей на ПК и вывода на дисплей анализатора.

Каждый вариант исполнения анализатора АВП-11 ориентирован на решение конкретных задач аналитического контроля водорода в различных отраслях народного хозяйства. В зависимости от области применения и задачи исследования анализатор комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря универсальности анализатора АВП-11 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.

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

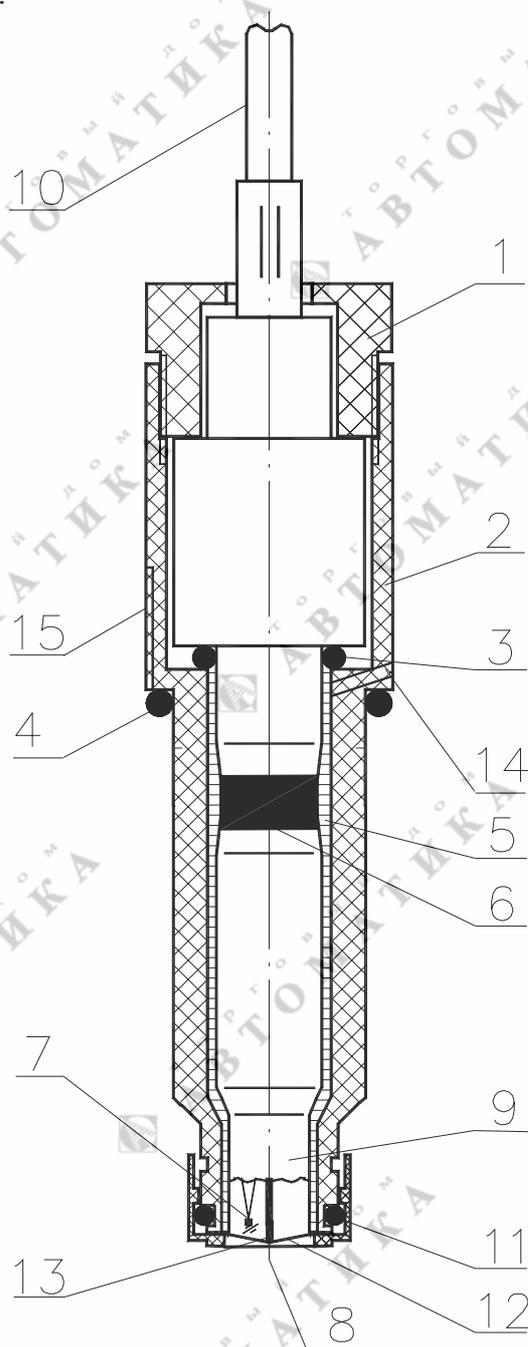
Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АВП-11, по своим функциональным возможностям делятся на два типа: сенсоры парциального давления водорода ( $АСрН_2$ ) и сенсоры концентрации растворенного водорода ( $АССн_2$ ) [1,2].

Амперометрические сенсоры парциального давления водорода ( $АСрН_2$ ) могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры высоко селективны к водороду и не подвержены влиянию других электрохимически активных газов, ионов, биологических молекул и окислительно-восстановительных систем, присутствующих в анализируемой среде. Прототипом  $АСрН_2$  является электрод Кларка [3]. ООО «  
» выпускает шесть модификаций  $АСрН_2$ , конструкции которых разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в различных областях народного хозяйства. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля водорода. Благодаря этому анализаторы водорода АВП-11 обладают улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками. Благодаря предельно низкому потреблению водорода амперометрическим сенсором, обеспечивается «неразрушающий контроль» анализируемой жидкости и достигается высокая точность, надежность и достоверность результатов измерений. Сенсоры этого типа калибруются по ПГС и атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации. Такие сенсоры в комплекте

АВП-11 могут использоваться для анализа водорода в газах, в пресных и соленых водах. При измерениях в соленых водах в анализаторе АВП-11 предусмотрена возможность внесения коррекции на соленость. Поправка на соленость должна вноситься по результатам кондуктометрических измерений в пересчете на NaCl. Амперометрические сенсоры АСрН<sub>2</sub> в комплекте АВП-11 могут также использоваться для измерений массовой концентрации водорода в неводных жидкостях органического и неорганического происхождения. Следует заметить, что такие измерения будут проводиться с меньшей точностью по сравнению с измерениями концентрации водорода в водных растворах. Это объясняется тем, что сигнал АСрН<sub>2</sub> прямо пропорционален парциальному давлению водорода, а температурные зависимости коэффициентов растворимости водорода в этих жидкостях не являются достоверно установленными. Более адекватными данной задаче исследования являются амперометрические сенсоры концентрации растворенного водорода АСсН<sub>2</sub>.

Амперометрические сенсоры концентрации растворенного водорода (АСсН<sub>2</sub>) могут применяться для анализа жидких сред с неизвестными коэффициентами растворимости водорода. Сенсоры этого типа, обладая теми же достоинствами что и АСрН<sub>2</sub>, отличаются своими функциональными свойствами, а именно, измерительный сигнал АСсН<sub>2</sub> прямо пропорционален массовой концентрации растворенного водорода в анализируемой жидкости. Для этого типа сенсоров не требуется внесение коррекций на температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в исследуемой жидкости. Калибровка таких сенсоров может проводиться по дистиллированной воде, насыщенной водородосодержащей газовой смесью. Приоритет создания АС, работающих в режиме измерения массовой концентрации водорода принадлежит фирме «».

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления водорода. Внешний вид АСрН<sub>2</sub>-01 показан на рис. 4.2.



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

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

АСрН<sub>2</sub>-01 представляет собой электролитическую ячейку, образованную электродной системой: - анодом 13 и катодом 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 анод 13 расположен вдоль ее оси и контактирует с раствором электролита 5 со стороны торцевой части гильзы 9, а катод 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. Амперометрический сенсор АСрН<sub>2</sub>-01 снабжен системой термокомпенсации, которая вводится на температурную зависимость растворимости водорода в воде и/или на свойства газопроницаемой мембраны. Датчик температуры 7 впаян в торцовую часть стеклянной гильзы 9. Расположение датчика температуры 7 и анода 13 в непосредственной близости от анализируемой жидкости обеспечивают высокую точность и экспрессность измерений. Такое расположение датчика температуры 7 позволяет исключить ошибки при калибровке сенсора, возникающие из-за «охлаждения» мембраны вследствие испарения влаги с ее поверхности. Одинаковые постоянные времени ответа амперометрического сенсора на изменения концентрации водорода и на изменение температуры анализируемой жидкости позволяют снизить динамическую погрешность измерений и обеспечить высокую точность термокомпенсации. АСрН<sub>2</sub>-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру или в колбы с коническим шлифом 14/23 (например стандартные склянки БПК-150-29/32-14/23 - производитель ООО "Стеклолабсервис", г. Клин, М.О., шифр при заказе 560). Благодаря малому потреблению водорода амперометрическим сенсором, он может использоваться для «in vitro» измерений в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрН<sub>2</sub>-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА) см. рис. 4.4.

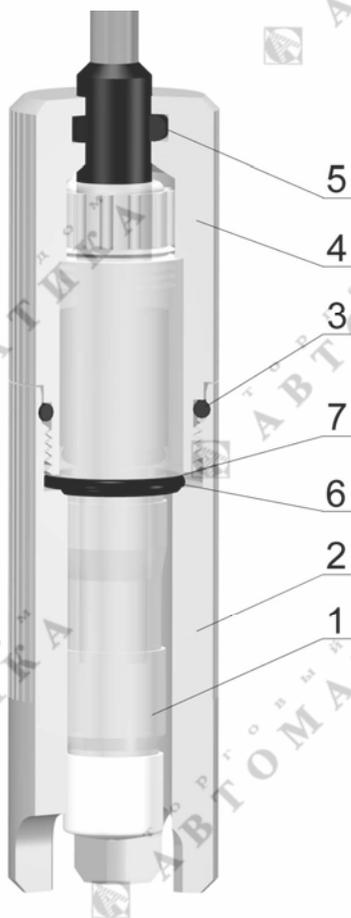
Конструкция АСрН<sub>2</sub>-02 отличается от базовой модели АСрН<sub>2</sub>-01 более высокой чувствительностью, поэтому длина кабеля этого сенсора может быть увеличена до 10 м. Сенсоры этой модификации могут устанавливаться в проточную измерительную камеру и в комплекте анализатора АВП-11Г предназначены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

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

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-04 отличается от модели АСрН<sub>2</sub>-03 наличием дополнительной защитной мембраны 8 (см. рис. 4.2), расположенной на внешней поверхности газопроницаемой мембраны 12. Наличие мембраны 8 обеспечивает дополнительную степень защиты электродной системы и газопроницаемой мембраны 12 от повреждений, вызванных перепадами давлений в анализируемой жидкости и наличием в ней твердых частиц. Кроме того, благодаря защитной мембране 8 снижается зависимость показаний от скорости потока анализируемой жидкости. Это позволило отказаться от переливных устройств и стабилизаторов расхода, традиционно применяемых в аналогичных приборах зарубежного и отечественного производства. Благодаря этим свойствам АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 в комплекте с анализатором АВП-11Г нашли широкое применение в теплоэнергетике и промышленности при определении следовых количеств водорода в жидкостях, например, при

автоматическом химконтроле процессов водоподготовки на АЭС, ТЭЦ, ГРЭС и теплосетях. Для решения этих задач АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 устанавливаются в проточные измерительные камеры, снабженные встроенным обратным клапаном (см. рис. 3.2, 4.5, 4.6).

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



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

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

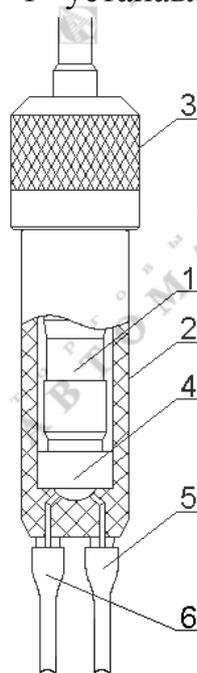
Герметичная ячейка, состоящая из корпуса 2 (см. рис. 4.3) и гайки 4, изолирует амперометрический сенсор 1 от анализируемой жидкости с помощью уплотнительных колец 3, 5 и 6. При закручивании гайки 4 до упора, кольцо 6 деформируется и герметизирует дренажное отверстие 7. Корпус 2, выступающий за пределы АСрН<sub>2</sub>-05, защищает чувствительную часть сенсора от возможных ударов. В нижней части корпуса 2 выполнены четыре окна, через которые пузырьки воздуха свободно выходят при погружении сенсора в жидкость. Сферическая форма чувствительной поверхности АСрН<sub>2</sub>-05 также способствует свободному удалению пузырьков газа. Малое потребление водорода электродной системой АСрН<sub>2</sub>-05 и достаточно большие окна в нижней части корпуса 1 позволяют использовать АВП-11П для измерений водорода как в перемешиваемых, так и в неподвижных жидкостях.

Модификация сенсора АСрН<sub>2</sub>-06 отличается от базовой модели АСрН<sub>2</sub>-01, тем, что его конструкция выполнена в корпусе из нержавеющей стали и снабжена компенсатором внешнего давления. Благодаря этому АСрН<sub>2</sub>-06 могут применяться для определения концентрации водорода в жидкостях и газах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Электродная система сенсора (см. рис. 3.8), состоящая из катода 6, анода 13 и раствора электролита размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцевой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления. 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 закручивании нижнего 1 и верхнего 15 корпусов сенсора. На корпусе 15 сенсора закреплён разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АВП-11. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких исполнениях, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Обозначения и унифицированные размеры исполнений сенсоров АСрН<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 водорода, 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 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.



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

Измерительные камеры для анализа в потоке газов (ИКПГ) и

Рис.4.4. Измерительная камера для микроанализа.

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).

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



Рис. 4.5. Установка обратного клапана в ИКПЖ



Рис. 4.6. Установка обратного клапана на штуцер.

В данных конструкциях электродная система в 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 кронштейн, 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.

#### 4.4. Принцип работы анализатора.

Работа анализатора основана на поляризации анода относительно вспомогательного электрода и измерении тока деполяризации, возникающего в результате диффузии водорода из исследуемой жидкости и последующей электрохимической реакции его окисления, протекающей по схеме



Сигналы АС и датчика температуры усиливаются в предварительном усилителе, нормируются и подаются на АЦП. После внесения автоматических коррекций на температурную зависимость коэффициента проницаемости

водорода в газопроницаемой мембране и/или температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде, полученный в измерительном устройстве сигнал отображается на дисплее анализатора в выбранной оператором единице измерения. Одновременно сигнал АС преобразуется в токовый сигнал 0 – 5 или 0/4 – 20 мА. Сигнал АС в цифровом виде может передаваться на компьютер через RS-232 или RS-485. Результаты измерений могут также записываться в энергонезависимую память в формате выбранного протокола (непрерывная дискретная запись) и в электронный блокнот.

## **5. Общие сведения.**

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

При аналитическом контроле водорода в газах считается общепризнанным характеризовать его парциальным давлением ( $p_{H_2}$ ) и/или концентрацией ( $c_{H_2}$ ). Для измерений парциального давления водорода обычно используют следующие единицы измерения: мм.рт.ст, кПа. Под парциальным давлением водорода в газовой смеси понимают ту часть общего давления, которая приходится на молекулы водорода. Парциальное давление водорода в газе зависит от барометрического давления ( $B$ ) и влажности  $\Psi$ . Для исключения ошибок калибровки возникающих из-за неопределенности в значении влажности газовой смеси, в анализаторе АВП-11 предусмотрен режим автоматической калибровки по ПГС насыщенной парами воды или получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01. При проведении автокалибровки анализатор запрашивает значение атмосферного давления и учитывает давление насыщенных водяных паров при температуре калибровки.

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

При аналитическом контроле водорода в жидкостях считается общепризнанным характеризовать его парциальным давлением ( $p_{H_2}$ ) и/или концентрацией ( $c_{H_2}$ ). Парциальное давление водорода в жидкости равно парциальному давлению водорода в газовой фазе с которой жидкость находится в состоянии динамического равновесия. Для измерений парциального давления водорода в анализаторе АВП-11 предусмотрены две единицы измерения: мм.рт.ст. и кПа. При проведении измерений парциального давления водорода в жидкости анализатор автоматически компенсирует систематическую ошибку измерения, известную в литературе как коэффициент «Жидкость-газ».

Для измерений концентрации водорода в жидкостях обычно используют величину массовой концентрации водорода, выраженной в мг/л, мкг/л или ppm. Учитывая что сигнал  $АС_{p_{H_2}}$  прямо пропорционален  $p_{H_2}$  и зависит от температуры анализируемой жидкости АВП-11 вносит двойную температурную компенсацию на диффузионные свойства газопроницаемой мембраны и температурную зависимость коэффициента растворимости

водорода в воде. При этом анализатор также компенсирует систематическую ошибку измерений «Жидкость-газ». В тех случаях, когда измерения  $\text{сН}_2$  проводятся в соленых водах, анализатор автоматически корректирует результаты измерений в соответствии с соленостью, заданной в пересчете на  $\text{NaCl}$ .

Для реализации измерений концентрации водорода в этих единицах проводят авто калибровку анализатора по ПГС насыщенной парами воды или по газовой смеси получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01. Благодаря реализованным в анализаторе алгоритмам выбора и пересчета единиц измерений, Вы можете осуществлять переход из одной единицы измерения в другую без необходимости 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 диапазоны настройки токового выхода и пределов регулирования сигнализации автоматически изменятся в соответствии с выбранной Вами единицы измерения.

## 5.2. Общие сведения по калибровке анализатора.

Сигнал  $\text{АСрН}_2$  является линейной функцией парциального давления водорода. Поэтому для калибровки анализатора нужно иметь всего две точки: эталонную нулевую точку (например атмосферный воздух, чистый азот, аргон или др.) и среду с известным парциальным давлением водорода, например поверочную газовую смесь (ПГС) из аттестованного баллона или приготавливаемую в УК-01. Другое важное обстоятельство существенно упрощающее процедуру калибровки и поверки анализаторов заключается в том, что разница показаний при измерениях в газе и жидкости находящейся с ним в равновесии составляет постоянную и малую величину, которая алгоритмически корректируется. Поэтому калибровку и поверку анализаторов, предназначенных для измерений  $\text{рН}_2$  и  $\text{сН}_2$  в жидкостях можно проводить по ПГС. Понятно, что от точности калибровки анализатора зависит точность измерений. Так, например, при измерениях в области низких значений  $\text{рН}_2$  точность анализа в большей степени зависит от точности калибровки нулевой точки, и наоборот, точность измерений в области больших  $\text{рН}_2$  в большей степени зависит от точности калибровки анализатора по ПГС.

В анализаторе реализованы следующие виды калибровок:

- калибровка по нулевой точке;
- автоматическая калибровка по ПГС;
- специальная калибровка.

### Калибровка нулевой точки.

При измерениях в области малых концентраций водорода, ошибки, связанные с неточностью калибровки нулевой точки, могут привести к значительным ошибкам измерений. Для проведения таких измерений нами разработаны две модификации сенсоров:  $\text{АСрН}_2\text{-03}$  и  $\text{АСрН}_2\text{-04}$ . Главными отличительными

особенностями этих сенсоров являются предельно низкое значение остаточного тока сенсора, его стабильность во времени и обеспечение работы сенсора в условиях «неразрушающего» контроля анализируемой жидкости. Для обеспечения высокой точности измерений концентраций водорода в области низких концентраций рекомендуем тщательно проводить калибровку нулевой точки. Для калибровки этой точки можно использовать атмосферный воздух или газы высокой чистоты, не содержащие водород.

#### Автокалибровка по поверочной газовой смеси.

Для исключения ошибок калибровки, возникающих из-за изменения влажности ПГС, автоматическую калибровку необходимо проводить по ПГС, насыщенной парами воды.

При проведении автоматической калибровки по ПГС анализатор АВП-11 измеряет температуру мембраны с помощью встроенного в АС датчика температуры и компенсирует температурную зависимость ее проницаемости по водороду. Затем рассчитывается уравнение калибровочной прямой, построенной в координатах: расчетное значение  $(pH_2)_{расч}$  от истинного  $(pH_2)_{ист}$  в калибровочной среде. Благодаря этому калибровка и измерения величины парциального давления (единицы измерения: мм.рт.ст., кПа) или процентного содержания водорода (единицы измерения: об. %) могут проводиться при температурах от 0 до 50 °С. При калибровке и измерениях водорода в жидкостях в единицах массовой концентрации (мг/л, мкг/л, ppm) анализатор компенсирует также температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде. Поэтому калибровка и измерения массовой концентрации водорода в воде также могут проводиться при любой температуре в диапазоне от 0 до 50 °С. Интеллектуальные алгоритмы АВП-11 позволяют Вам проводить калибровку в любой выбранной единице измерения, а затем при измерениях переходить в любую другую единицу измерения. При этом не требуется еще раз проводить калибровку. 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.

Специальная калибровка. При специальной калибровке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием водорода используется водородосодержащая газовая смесь, получаемая с помощью установки калибровочной УК-01.

### **5.3. Общие сведения по введению коррекций в процессе измерений.**

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

Измеряемые величины «Процентное содержание водорода в газах» (об. %) не зависят от барометрического давления. Так как сигнал  $АСpH_2$  прямо пропорционален  $pH_2$ , то при проведении измерений в об. % необходимо следить за изменениями барометрического давления (В). Если барометрическое

давление отличается на величину более чем 10 мм.рт.ст. от значения записанного в энергонезависимую память при последней калибровке, то необходимо откорректировать это значение. Для этого в режиме «УСТАНОВКА» (см. рис. 8.3-1 и 8.3-2) необходимо ввести текущее значение барометрического давления. При этом не требуется проводить автокалибровку снова. Эти замечания в полной мере относятся к задачам измерений процентного содержания водорода при повышенных давлениях, например в барокамерах и в сосудах работающих при избыточном давлении.

### 5.3.2. Коррекция на соленость.

Известно, что с увеличением солености массовая концентрация водорода в водных растворах уменьшается вследствие эффекта Сеченова. Поэтому при проведении измерений массовой концентрации водорода (единицы измерений 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» водород. Обычно коррекцию на соленость вводят по показаниям кондуктометра в пересчете на NaCl.

Более адекватным средством измерения концентрации водорода в жидкостях с неизвестными коэффициентами растворимости являются АСсН<sub>2</sub>.

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

При анализе жидкостей для АСрН<sub>2</sub> характерны систематические погрешности измерений. Природа подобных ошибок связана с не идеальностью АСрН<sub>2</sub> и подробно описана в [1,2,6]. Эти ошибки проявляются в разнице показаний АСрН<sub>2</sub> 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 АСрН<sub>2</sub> коэффициент «жидкость-газ» составляет от 0.1 до 2 % (т.е. показания АСрН<sub>2</sub> в жидкости меньше показаний АСрН<sub>2</sub> в газовой фазе на 0.1 - 2%). Для АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-05 и АСрН<sub>2</sub>-06 коэффициент «жидкость-газ» не превышает 0.5 %. Для АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 величина коэффициента «жидкость-газ» не превышает соответственно 0.5 и 0.8 % при расходе анализируемой жидкости более чем 0.5 л/час. В анализаторе АВП-11 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ».

**Влияние скорости потока анализируемой жидкости.** При малых расходах анализируемой жидкости через измерительную камеру сигнал АСрН<sub>2</sub> зависит от скорости потока. Для минимизации влияния скорости потока на измерительный сигнал параметры АСрН<sub>2</sub> оптимизированы и выбраны исходя из условия обеспечения «неразрушающего контроля» анализируемой жидкости. В АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-05 и АСрН<sub>2</sub>-06 используются микро аноды, поэтому влияние скорости потока на сигнал АС незначительно благодаря малому потреблению водорода самим сенсором. Для обеспечения измерений в микро

граммовой области концентраций необходимо применять аноды большего диаметра. Поэтому в АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 используются аноды диаметром до 1 мм. Эти сенсоры чувствительны к скорости потока в диапазоне от 0 до 0.5 л/час. При скоростях потока более 0.5 л/час зависимость сигнала АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 от скорости потока незначительна. Поэтому при скоростях протока анализируемой жидкости более 0.5 л/час не требуется применять специальных переливных устройств и стабилизаторов расхода. Целесообразность применения этих устройств оправдана только при расходах менее 0.5 л/час. Для тех случаев, когда скорость потока анализируемой жидкости стабилизирована и находится в диапазоне от 0.1 до 1 л/час систематическую погрешность можно автоматически компенсировать путем задания коэффициента «Жидкость-газ», предварительно измеренного при данном расходе (см. Приложение 1).

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

### **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.**

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

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

6.3. Перед включением анализатора в сеть следует проверить 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 (адрес и контактные телефоны на 2 стр. РЭ) .

6.5. Не допускается:

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

6.6. При работе с амперометрическим сенсором следует соблюдать осторожность, оберегая стеклянную гильзу от ударов. При длительном хранении амперометрического сенсора в нерабочем состоянии (более 6 месяцев) необходимо слить раствор электролита, промыть корпус сенсора дистиллированной водой и одеть его на амперометрический сенсор (см. п. 3.3).

При установке амперометрического сенсора в измерительную камеру необходимо проверить наличие герметизирующего кольца 4 или уплотнительного колпачка 4 (см. рис. 4.2 и 4.4).

6.7. При работе и межрегламентном обслуживании АС не допускается прикладывать механические усилия к кабелю. При работе или длительном

хранении АС с раствором электролита (более 1 года) могут возникнуть трудности с разборкой АС из-за высыхания и кристаллизации солей раствора электролита в корпусе АС. В этом случае необходимо открутить гайку 1 (см. рис. 4.2) и с помощью шприца залить 1 мл дистиллированной воды в верхнюю часть корпуса 2. Затем удалите газопроницаемую мембрану и погрузите торцовую часть АС в стакан с водой. 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 потребителем» (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 АВП-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

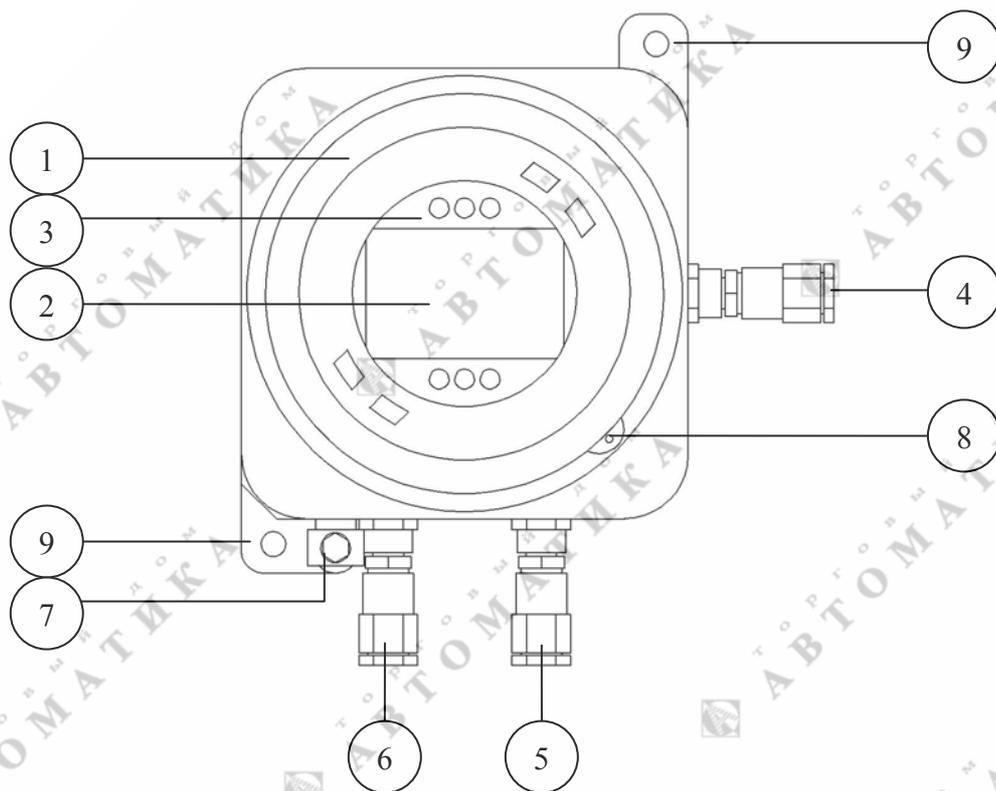
менее 4 часов. При транспортировке в условиях отрицательных температур амперометрические сенсоры не заполняются раствором электролита, о чем делается соответствующая запись на стр. 2 настоящего руководства. В этом случае Вам необходимо выполнить операции п. 3.3.

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

Анализаторы АВП-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 АВП-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 АВП-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 АВП-11 (см. рис.7.1.) выполнен в герметичном боксе со степенью пылевлагозащиты IP-66. На лицевой поверхности расположен графический дисплей 2 и сенсорная клавиатура 3.

### Установка измерительного устройства анализатора АВП-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.

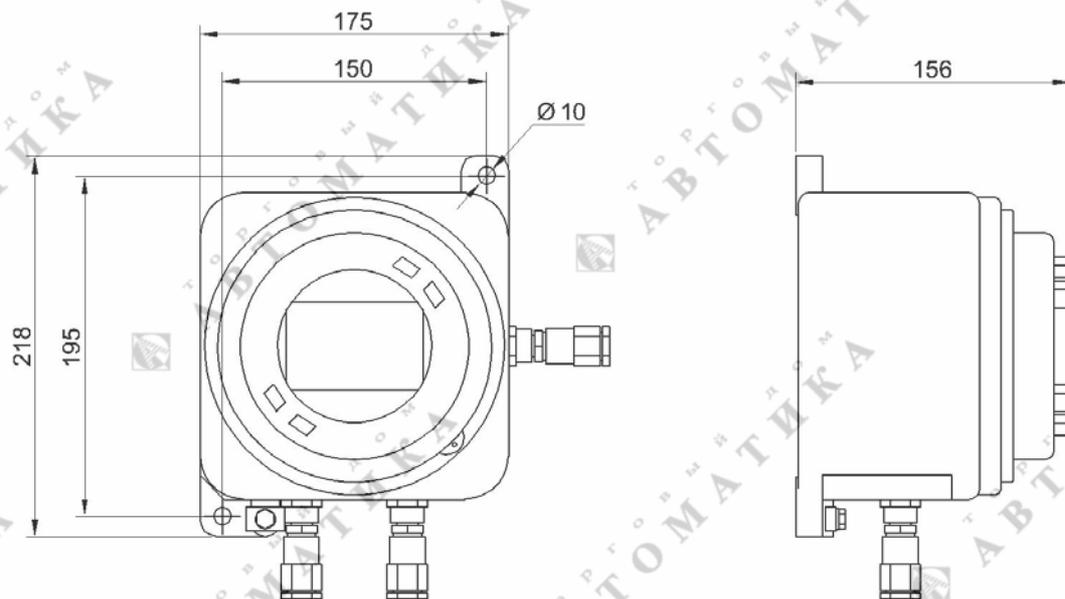


Рис.7.2. Установка анализатора.

### 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.

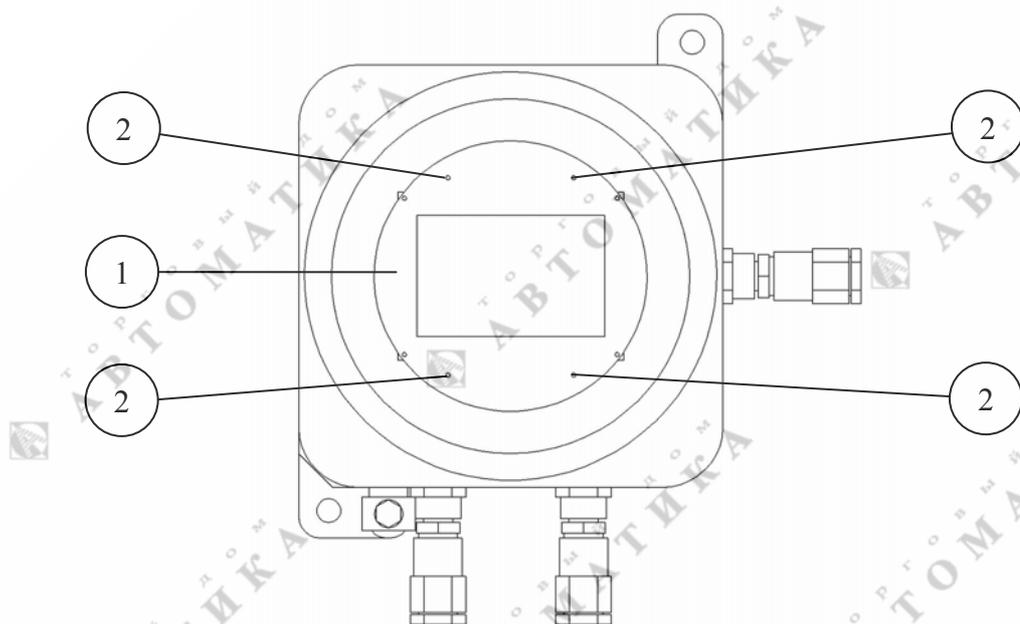
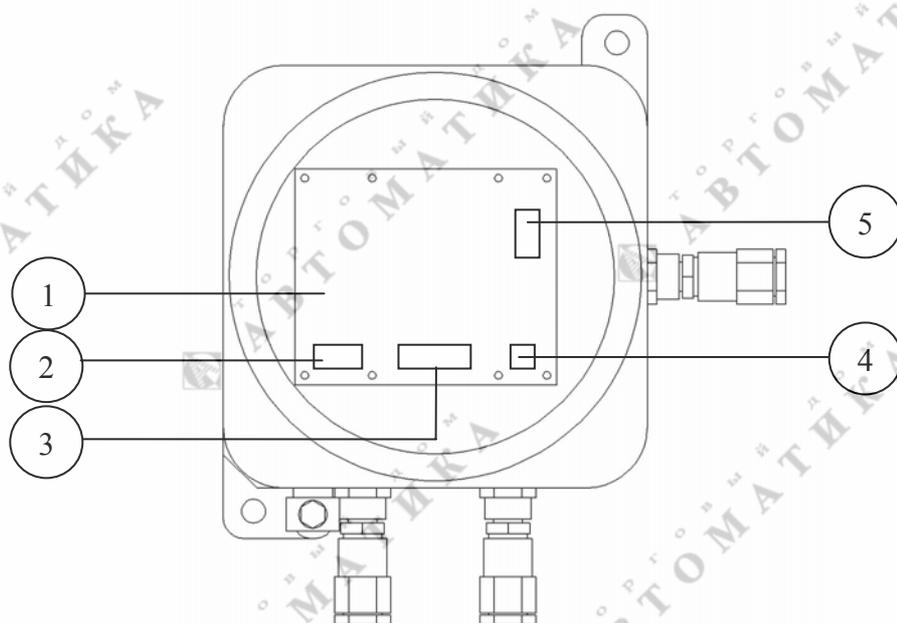


Рис.7.3. Снятие передней панели.



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 АВП-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.

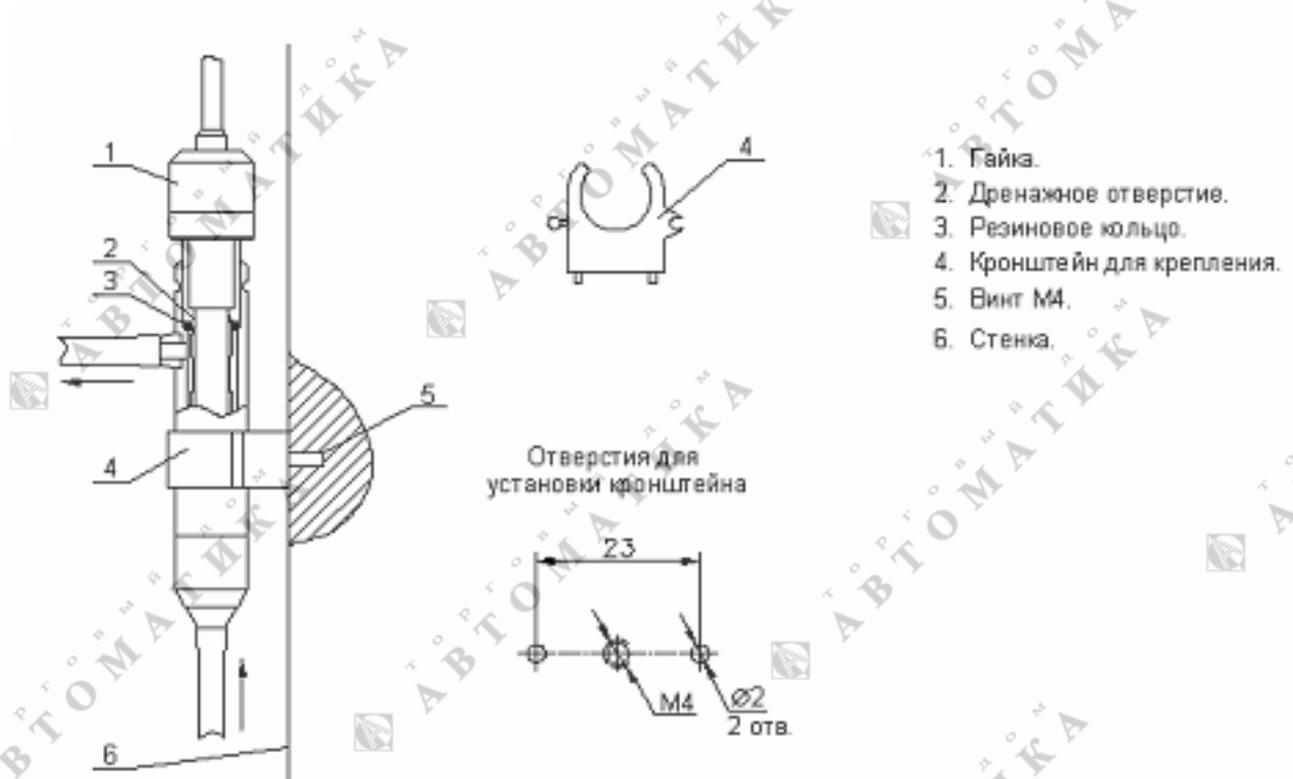


Рис. 7.5. Установка измерительной камеры

## 8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА.

### 8.1. Включение анализатора и интерфейс программы.

После включения анализатора АВП-11 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 водорода в выбранной единице измерения, температуры, время и дата (см. рис. 8.1).



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 функции 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. При срабатывании звуковой сигнализации удержание этой клавиши в нажатом состоянии в течение 5 сек. отключает звуковой сигнал. Повторное удержание этой клавиши включает звуковой сигнал



Четыре клавиши ▲, ◀, ▼, ▶

выполняют функции перемещения курсора в направлениях указанных стрелками.

Когда анализатор требует ввести числовые или символьные значения, 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.

Когда анализатор требует ввести числовые или символьные значения, клавиши со стрелками «ВВЕРХ», «ВНИЗ» 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. Опции служебного меню позволяют провести калибровку датчика температуры, электроники и ввести значение коэффициента «Жидкость-газ».

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

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне «Установка» позволит Вам восстановить заводские настройки анализатора.

Во время работы анализатора на дисплее могут появляться сообщения:

**Пожалуйста подождите** - Это сообщение появляется при очень быстром изменении сигнала датчика и анализатору для проведения более точных измерений требуется несколько секунд для выбора оптимального коэффициента усиления.

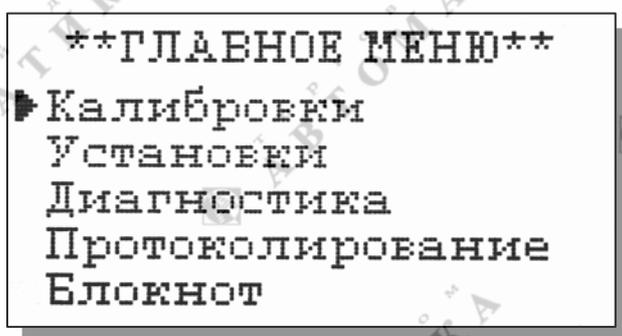
**НЕТ СЕНСОРА** – Это сообщение появляется, когда сенсор не подключен к анализатору или поврежден его кабель.

Не смотря 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. интерфейсные устройства. Пользование анализатором предельно простое и сводится к выбору нужных опций в меню и ответам на вопросы, высвечиваемых 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 ⇨ 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.

Рис. 8.2-1. Окно «Главное меню»

**Калибровки** - Вход в меню «Калибровки» позволит Вам провести калибровку нулевой точки анализатора, выполнить авто калибровку по ПГС и специальную калибровку при помощи калибратора (подробное описание режима «КАЛИБРОВКА» приведено в п. 9.)

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

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ установки

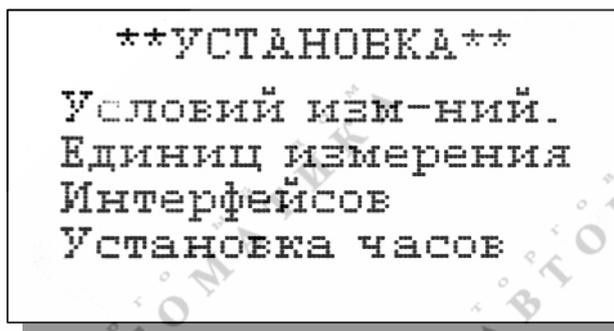


Рис. 8.2-2. Окно «УСТАНОВКА»

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

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ диагностика

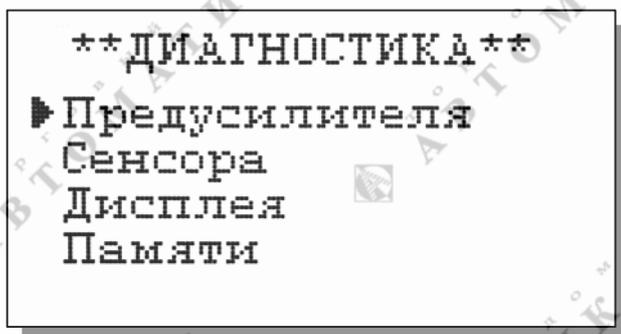


Рис. 8.2-3. Окно «ДИАГНОСТИКА».

**Протоколирование.** Вход в опцию «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» позволит Вам задавать интервал времени для дискретной записи результатов измерений в 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

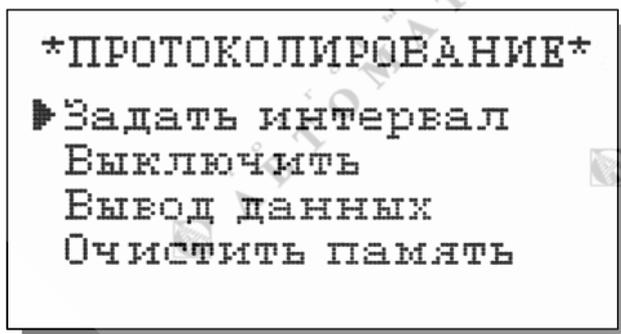


Рис. 8.2-4. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

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

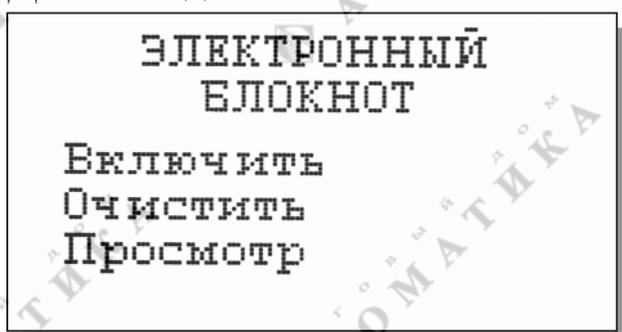
В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора Вы можете выбрать одну из четырех опций.

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

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

**Электронный блокнот.** Вход в опцию «БЛОКНОТ» позволит Вам осуществлять включение и выключение режима записи данных в электронный блокнот, выводить результаты измерений на дисплей анализатора, 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. 8.2-4.

Рис. 8.2-4. Окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ»

### 8.3. Меню «УСТАНОВКА»

Дисплей данных ⇔ главное меню ⇔ установки

Это меню (см. рис. 8.3-1) используется для настройки анализатора на решение конкретных задач аналитического контроля водорода. Вход в меню «Установка» позволит Вам ввести данные по условиям проведения измерений, выбрать измеряемую величину и единицу измерения водорода, установить часы и настроить интерфейсные устройства.

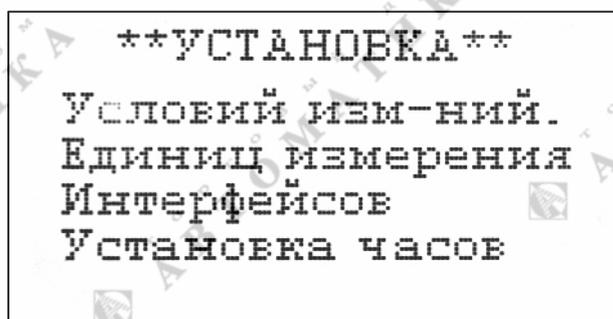


Рис. 8.3-1. Окно «УСТАНОВКА»

#### Установка условий измерений.

Меню установка ⇔ установка условий измерений

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

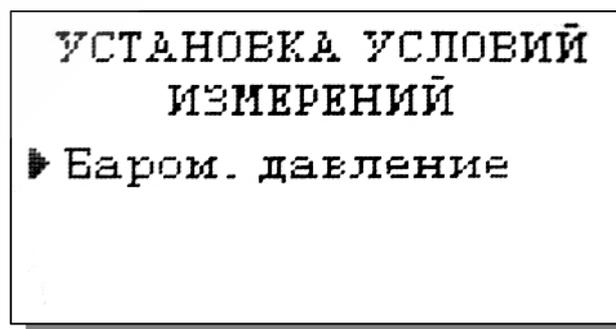


Рис. 8.3-2 Окно установок условий измерений.



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 → установка условий измерений

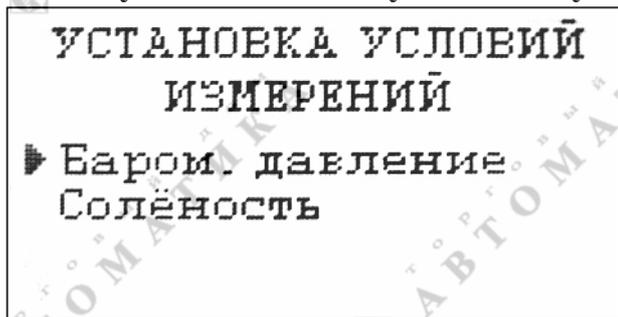


Рис. 8.3-4 Окно установки барометрического давления и солености

Если в опции «Установка единиц измерения» были выбраны единицы измерения массовой концентрации водорода, 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 «Соленость» на дисплее анализатора высвечивается окно показанное на рис. 8.3-5. С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» осуществляется ввод значения солености в анализируемой жидкости в пересчете на NaCl.

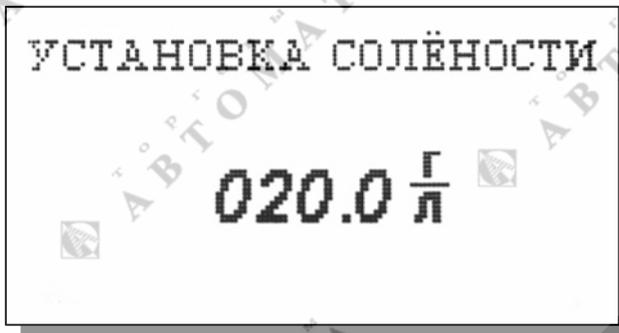


Рис. 8.3-5. Окно установки солености

### Меню установка → установка условий измерений

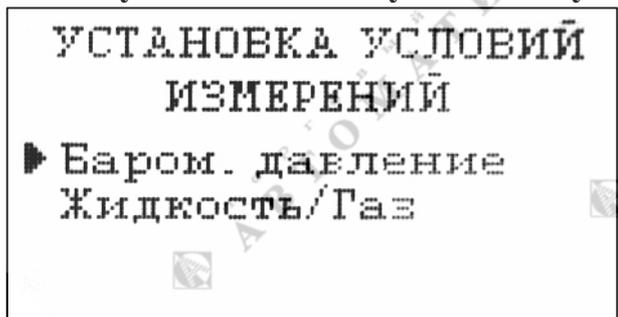


Рис. 8.3-6. Окно установки барометрического давления и выбора среды где будут проводиться измерения рН<sub>2</sub>.

Если в опции «Установка единиц измерения» была выбрана измеряемая величина парциального давления водорода (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 рН<sub>2</sub> (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).

В какой среде будет производиться анализ?

▶ Жидкость  
Газ

Рис. 8.3-7. Окно выбора среды где будут проводиться измерения рН<sub>2</sub>.

### Установка единиц измерения

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ установки ⇨ 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  
ppm

Рис. 8.3-9а

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ ИЗМЕРЕНИЯ

Объёмные проценты

Рис. 8.3-9б

Рис. 8.3-9в

ВЫБЕРИТЕ ЕДИНИЦУ ИЗМЕРЕНИЯ

▶ мм.рт.ст.  
кПа

8.3-9. Окна выбора единиц измерения.

В первом окне (см. рис. 8.3-9а) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения массовой концентрации водорода при измерениях в жидкостях: мг/л; мкг/л; ppm. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит двойную термокомпенсацию как на свойства газопроницаемой мембраны сенсора, так и на температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде.

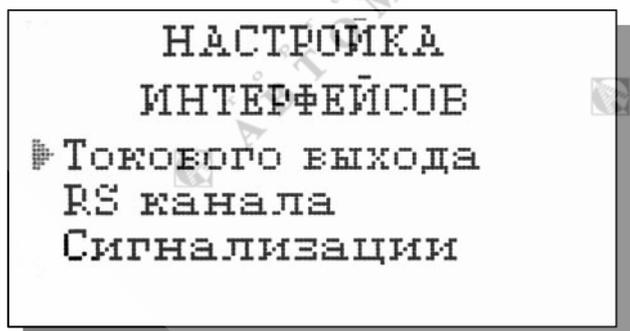
Во втором окне (см. рис. 8.3-9б) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения процентное содержание водорода: объемные проценты (об. % - используется при анализе газов). При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора.

В третьем окне (см. рис. 8.3-9в) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения парциального давления водорода: 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 АВП-11 позволят Вам это сделать, не прибегая к необходимости проведения повторной калибровки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, единицы измерения и параметров калибровки. Кроме того, анализатор определит необходимость компенсации систематической погрешности измерений «Жидкость-Газ».

### Установка интерфейсов

Дисплей данных ⇔ главное меню ⇔ установки ⇔ установка интерфейсов

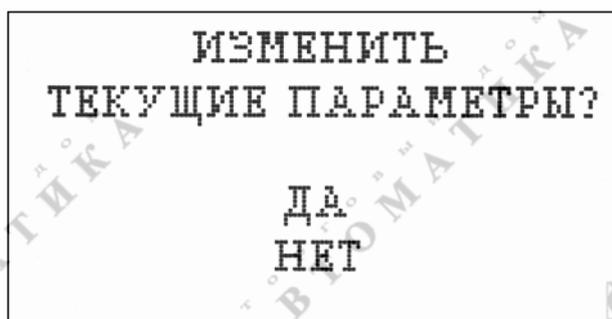


При входе в опцию «УСТАНОВКА Интерфейсов» анализатор предлагает Вам выбрать интерфейсное устройство для настройки. На дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-10.

Рис. 8.3-10 Окно выбора

## 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.



на дисплее анализатора появляется окно, показанное на рис. 8.3-12

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.

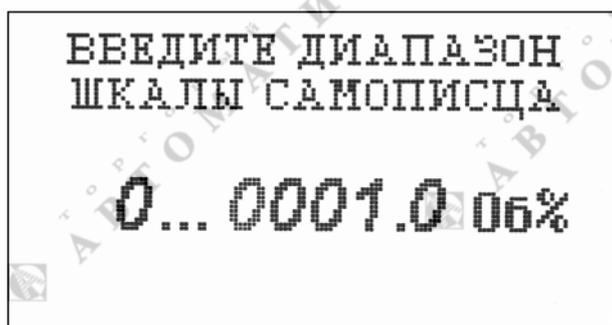


Рис. 8.3-14 Окно настройки шкалы самописца

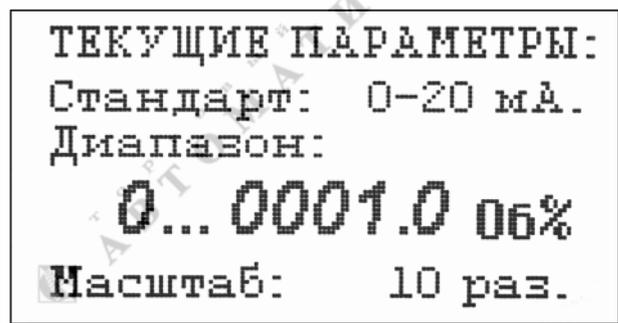


Рис. 8.3-11 Окно текущие параметры.

Затем на дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-12. Если Вы хотите оставить настройки без изменений выбираете «НЕТ», анализатор возвращается в окно настройки интерфейсов. Если Вы хотите изменить настройки токового выхода выбираете «ДА»,

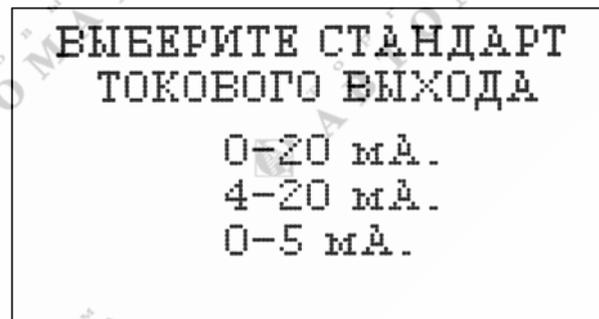


Рис. 8.3-13 Окно выбора стандартного токового выхода

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

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

Чтобы избежать «зашкаливания» пера самописца при превышении верхнего предела шкалы самописца, 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».

Уменьшить масштаб  
шкалы в 10 раз при  
зашкаливании?

▣ ДА  
▣ НЕТ

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 удерживая клавишу «Стрелка вниз» в нажатом состоянии нажать клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-16.

Во сколько раз  
уменьшить масштаб  
шкалы при зашкале?

▣ в 2 раза  
▣ в 5 раз  
▣ в 20 раз

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 интерфейсов - RS-Канала

Дисплей данных ⇌ главное меню ⇌ установки ⇌  
установка интерфейсов ⇌ RS-канала

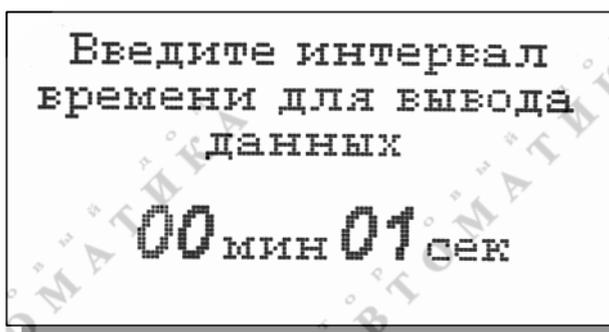
### Настройка RS-Канала

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «НАСТРОЙКА RS-Канала» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-17.

УСТАНОВКИ  
RS КАНАЛА  
Выключить  
Задать интервал

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

В этом окне (рис. 8.3-17) Вы можете включить/выключить передачу результатов измерений через RS-канал на компьютер, а также задать интервал времени для передачи данных.



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 записи данных

Задание интервала времени осуществляется с помощью клавиш перемещения курсора. После ввода данных анализатор вернется в окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10).

## НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ Сигнализации

Дисплей данных ⇔ главное меню ⇔ установки ⇔ установка интерфейсов ⇔ 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.

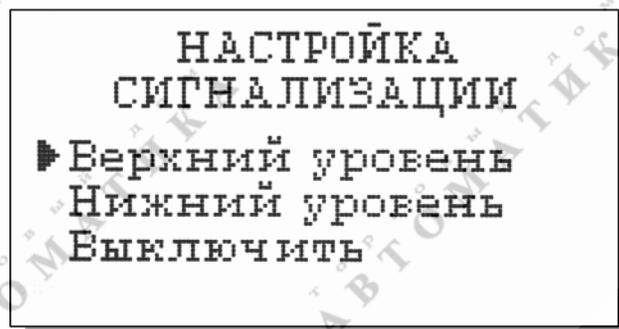
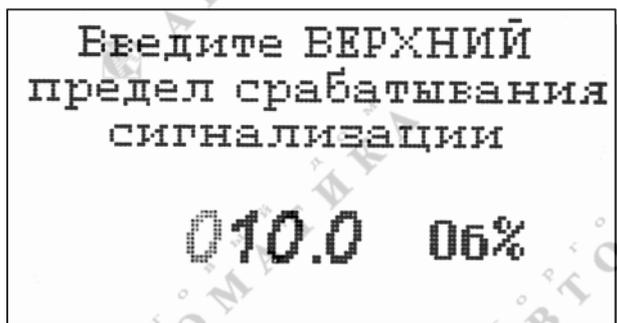


Рис. 8.3-19 Окно «Настройка сигнализации»

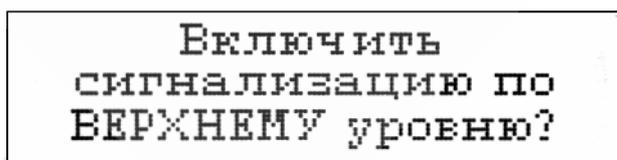
В этом окне Вы можете настроить пределы срабатывания сигнализации по верхнему и нижнему уровням, а также включить/выключить сигнализацию.



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.



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»

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 верхнего пределов сигнализации, а также раздается прерывистый звуковой сигнал и в строке иконок появляется знак звукового сигнала. Для отключения звукового сигнала нажмите клавишу «Сброс» и удерживайте ее в нажатом состоянии в течение 3-5 сек. Для повторного включения звукового сигнала удерживайте клавишу «Сброс в нажатом состоянии» в течение 3-5 сек.

#### Установка часов

Дисплей данных  
часов

Главное меню

Установки

Установка

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»

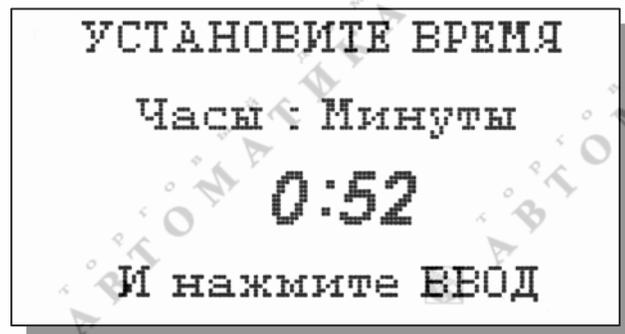
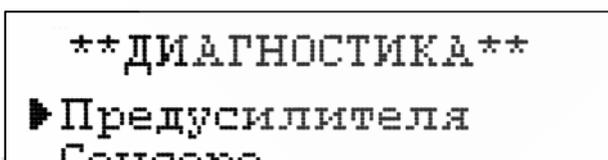


Рис. 8.3-22 Окно установки часов

После ввода текущего времени и даты анализатор переходит в режим измерения (см. рис. 8.1). В нижней строке окна будут высвечиваться время и дата. При активизации протоколирования запись данных в энергонезависимую память и электронный блокнот будет производиться в установленной шкале времени.

## 8.4. Меню «ДИАГНОСТИКА»



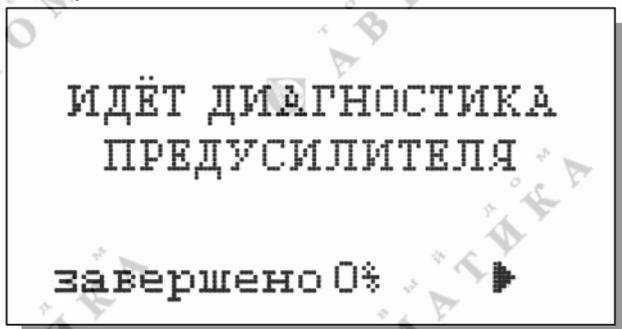
Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню **диагностика**

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 одной из этих опций на дисплей анализатора будут вызываться окна, показанные ниже



#### Диагностика предусилителя.

Этот тест занимает несколько минут. В бегущей нижней строке показывается процент выполнения теста.

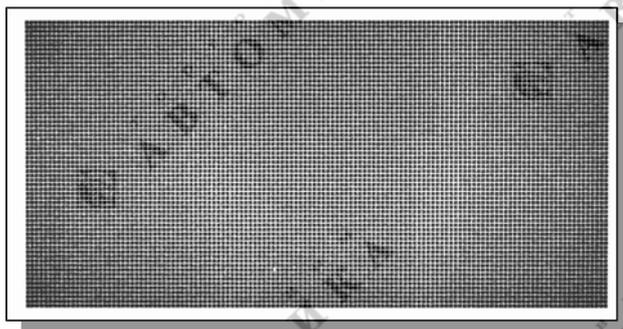
Рис. 8.4-2а. Диагностика предусилителя.

#### Диагностика сенсора

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

Рис. 8.4-2б. Диагностика сенсора

#### Диагностика экрана



ДИАГНОСТИКА СЕНСОРА  
 Iсенс= 015.22 нА  
 T= 22.0°C  
 S= 000.07 нА/мм.рт.ст.  
 Iост= 000.06 нА

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

Рис. 8.4-2в. Диагностика экрана

#### Диагностика памяти

ИДЁТ ДИАГНОСТИКА  
 ПАМЯТИ  
 ROM OK!  
 SRAM OK!  
 EEPROM OK!  
 EEPROM1 OK!

Положительное тестирование элементов памяти отражается записью ОК!

Рис. 8.4-2в. Диагностика памяти

## 8.5. Меню «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

Дисплей данных ⇐⇒ главное меню ⇐⇒ протоколирование

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

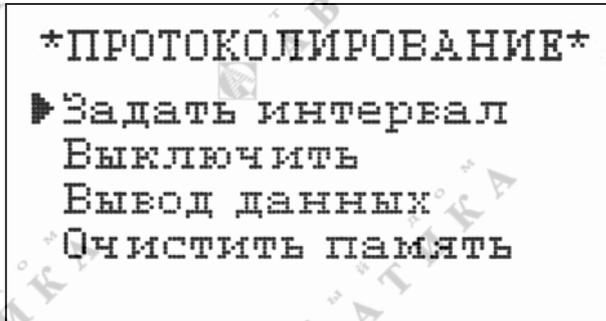


Рис. 8.5-1. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

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».

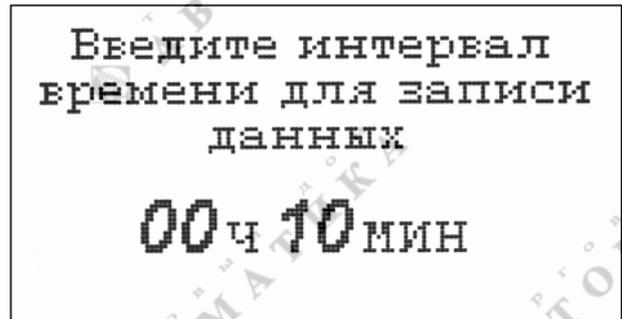
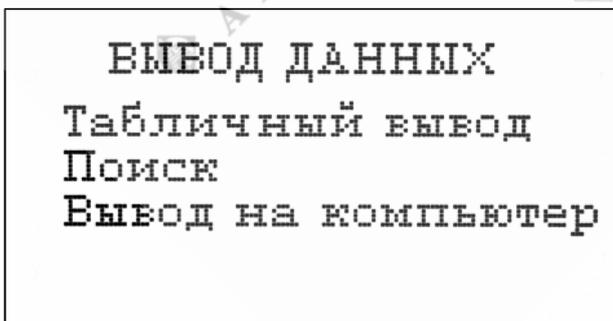


Рис. 8.5-2. Окно ввода интервала времени для записи данных в энергонезависимую память.

При установке интервала времени Вы должны помнить, что объем независимой памяти хотя и является достаточно большим, но тем не менее ограниченным. При задании интервала времени для записи данных 15 мин., объема энергонезависимой памяти хватит на проведение записей 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



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»

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

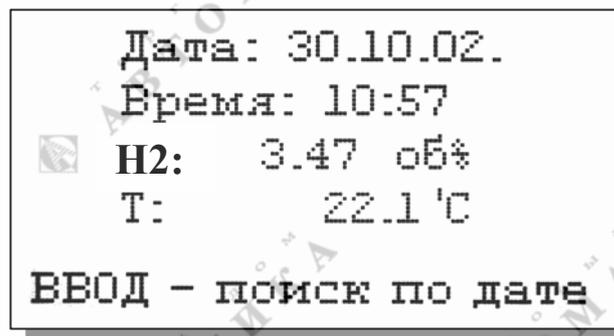


Рис. 8.5-4а. Окно данных протокола

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. 8.5-4а.

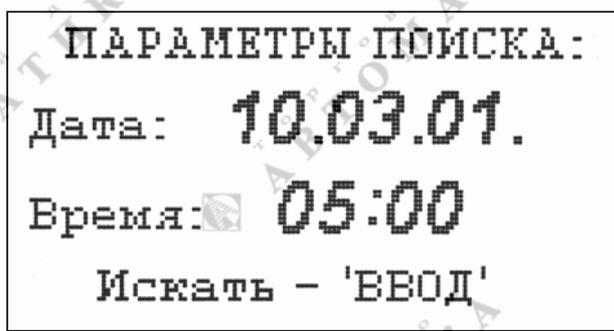


Рис. 8.5-4б. Окно поиска данных по дате

При выборе опции «Вывод данных на компьютер» (см. рис. 8.5-3) и нажатии клавиши «ВВОД» осуществляется передача протокола данных на компьютер по RS-каналу. Для наблюдения в реальном времени процесса измерения Вы можете пользоваться программным обеспечением, входящим в комплект поставки (дискета 3.5 “).

Для очистки ячеек памяти в окне «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» (см. рис. 8.5-3) выберите опцию «Очистить память» и нажмите на клавишу «ВВОД». После подтверждения очитки записей на дисплее анализатора в течение 5 секунд откроется окно, показанное на рис. 8.5-5.

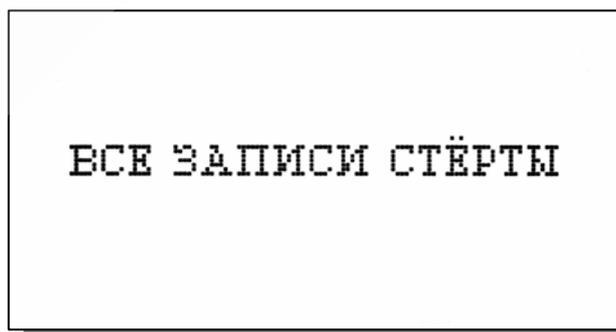
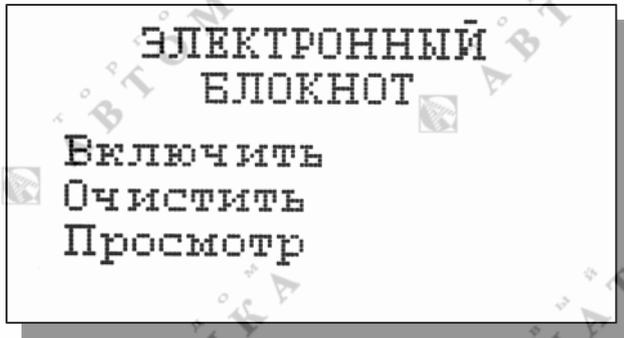


Рис. 8.5-5. Окно удаления данных.

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

При выборе опции «Очистить» происходит удаление данных из блока энергонезависимой памяти. На дисплее анализатора в течение 5 секунд открывается окно, показанное на рис. 8.6-2.

Объем электронного блокнота рассчитан на 500 записей.

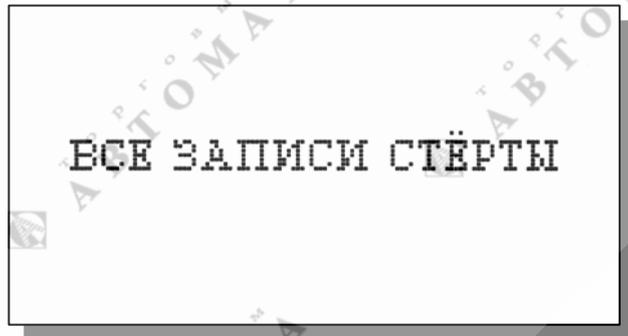
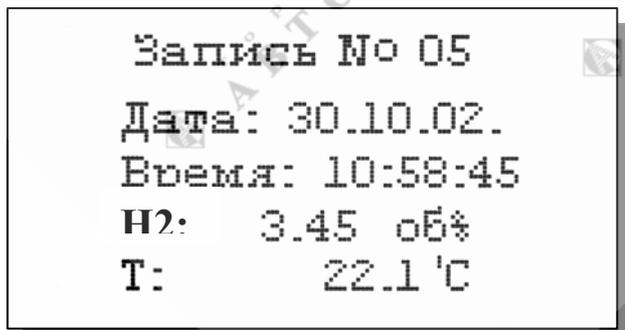


Рис. 8.6-2. Окно «Очистка блокнота»



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.

### 9.1. В анализаторе реализованы следующие виды калибровок:

- Калибровка по нулевой точке;
- Автоматическая калибровка по ПГС;
- Специальная калибровка при помощи калибратора (рис. 9.4).

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

### 9.2. Процедура калибровки нулевой точки анализатора.

В качестве стандартного образца с нулевым содержанием водорода можно использовать атмосферный воздух.

При калибровке по воздуху  $ASrH_2$  может находиться в измерительной камере. Входную трубку измерительной камеры следует соединить с центральным штуцером побудителя расхода и энергично сжимая побудитель расхода (7-10 раз) продуйте измерительную камеру атмосферным воздухом. Для входа в меню калибровки анализатора по нулевой точке нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1.

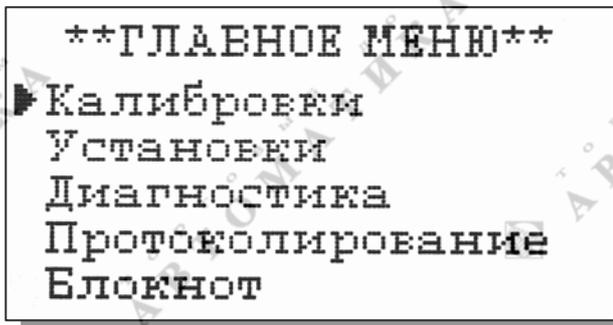
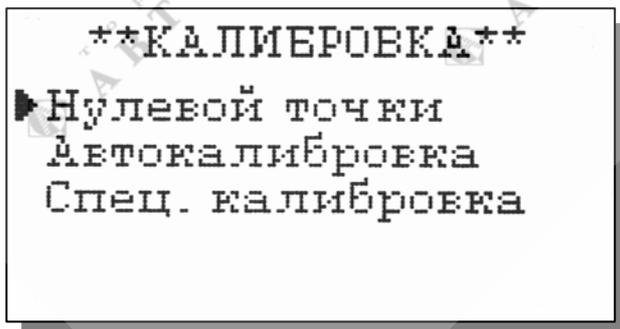


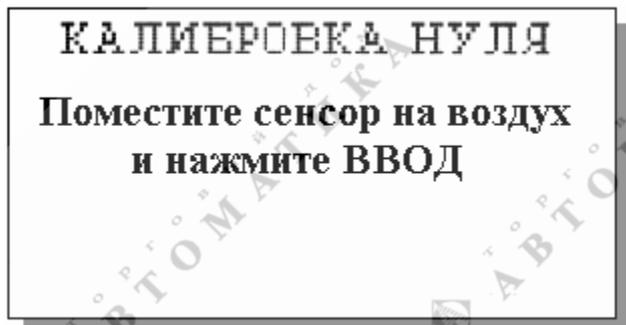
Рис. 9.2-1. Главное меню

Затем с помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Калибровки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.2-2



С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Нулевой точки» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «КАЛИБРОВКА НУЛЯ», показанное на рис. 9.2-3.

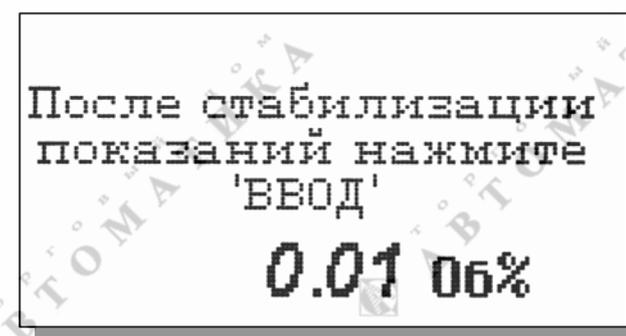
Рис. 9.2-2. Окно «КАЛИБРОВКА»



Далее следуя инструкции, высвечиваемой на дисплее анализатора нажмите клавишу «ВВОД».

На дисплее анализатора появится окно сообщений, показанное на рис. 9.2-4.

Рис. 9.2-3 Окно «КАЛИБРОВКА НУЛЯ»



В нижней части окна выводится текущее значение измеряемой величины в предварительно выбранной Вами единице измерения. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД».

Рис. 9.2-4 Окно сообщений

Для точной калибровки нулевой точки амперометрический сенсор должен быть подключен к анализатору не менее 12 часов. Если амперометрический сенсор перед проведением калибровки не отключался от анализатора и находился на воздухе или в среде с низким содержанием водорода, то показания анализатора должны снизиться до значений 0 - 5 мкг/дм<sup>3</sup> (0 – 0.05 об. %) менее чем за 15 мин. Если показания анализатора превышают 5 мкг/л (0.05 об. %), необходимо подождать еще 20-30 мин., а затем убедившись в стабильности показаний нажать клавишу «ВВОД».

**ВНИМАНИЕ !** Если Вам необходимо проводить измерения следовых концентраций водорода в жидких или газообразных средах с высокой точностью, рекомендуется тщательно проводить калибровку нулевой точки. Для этого необходимо убедиться в стабильности показаний анализатора в течение, по крайней мере, 15 минут (см. рис. 9.2-4). Если перед калибровкой нулевой точки АСрН<sub>2</sub> находился в среде с высоким содержанием водорода измерительную камеру следует более тщательно продуть атмосферным воздухом., а время достижения стабильных показаний анализатора увеличить до 1 часа. Убедившись что показания анализатора достигли низкой и стабильной во времени величины, нажмите клавишу «ВВОД».

Столь длительная процедура калибровки нулевой точки является необходимым условием для освобождения поверхности измерительного электрода от адсорбированного водорода.



После нажатия клавиши «ВВОД» на дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высвечивается сообщение «Калибровка нулевой точки успешно завершена». Затем анализатор переходит в режим измерений и на дисплее отображается окно, показанное на рис. 9.2-5

Рис. 9.2-5. Окно результатов измерений

Периодичность проведения калибровки нулевой точки зависит как от диапазона концентраций, в котором проводятся измерения, так и от точности с которой необходимо проводить измерения. Если измерения проводятся в диапазоне высоких концентраций (более 10 об. % или более 160 мкг/л), то калибровку нулевой точки нужно проводить не реже 1 раза в месяц, а также после замены мембранного колпачка АС или раствора электролита. Если измерения проводятся в области низких концентраций водорода (например менее 16 мкг/л или менее 1 об. %), калибровку нулевой точки желательно проводить не реже 1 раза в неделю, а также после замены мембранного колпачка АС или раствора электролита. Смену раствора электролита рекомендуется проводить 1 раз в месяц.

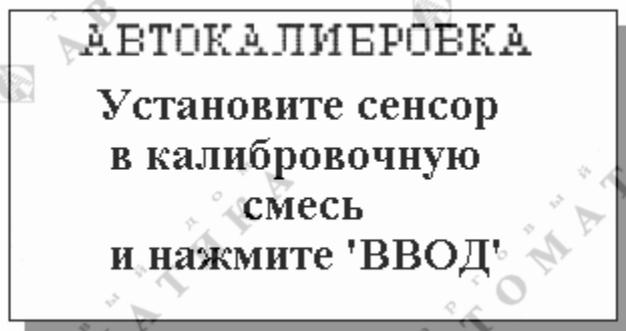
### 9.3. Процедура автоматической калибровки анализатора.

При автоматической калибровке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием водорода используется поверочная газовая смесь (ПГС) из баллона или чистый водород, получаемый в реакции растворения металлического цинка в разбавленной серной или соляной кислоте.

#### 8.3.1. Автоматическая калибровка анализатора по водородосодержащим ПГС.

При калибровке по ПГС АСрН<sub>2</sub> может оставаться в измерительной камере. Если перед автокалибровкой проводились измерения в жидких средах, то из измерительной камеры необходимо слить оставшуюся жидкость. Для этого ИК достают из кронштейна, поворачивают на 180 °. При помощи побудителя расхода ИК продувают атмосферным воздухом (см. п. 9.2.), после чего измерительную камеру опять устанавливают в кронштейн. После продувки на чувствительной поверхности АС не должно оставаться капель воды. Баллон с поверочной газовой смесью, через гидрозатвор, подсоединяют к входной трубке измерительной камеры. С помощью вентиля тонкой регулировки на редукторе баллона устанавливают расход ПГС равный нескольким пузырькам ПГС в секунду (наблюдение ведут по гидрозатвору).

Для проведения автоматической калибровки анализатора нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «КАЛИБРОВКИ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.2-2. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «АВТОКАЛИБРОВКА» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «АВТОКАЛИБРОВКА», показанное на рис. 9.3-1.



Убедитесь, что Вы правильно проделали все выше изложенные операции и нажмите клавишу «ВВОД».

Рис. 9.3-1 Окно сообщений «АВТОКАЛИБРОВКА»

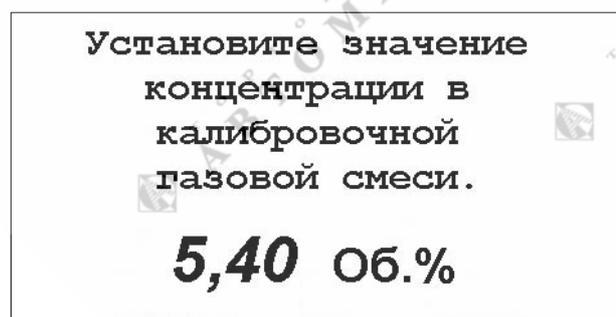
На дисплее анализатора появится окно ввода данных барометрического давления, показанное на рис. 9.3.-2.



С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» введите текущее значение барометрического давления на дату калибровки.

Рис. 9.3-2 Окно ввода барометрического давления.

На дисплее анализатора открывается окно для ввода значения концентрации водорода в ПГС, показанное на рис. 9.3.-3.



С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» введите значение концентрации водорода в ПГС в об. %.

Рис. 9.3-3. Окно для ввода значения концентрации водорода в ПГС.

**Примечание.** Автокалибровку нужно проводить по ПГС насыщенной парами воды. Для этого ПГС пропускают через увлажнитель к выходу которого подключают входную

трубку измерительной камеры. Так как концентрация водорода в газовой смеси зависит от давления насыщенных водяных паров, анализатор вычислит истинное значение концентрации по формуле  $A = X \cdot (B - p_{H_2O}) / B$ . Поэтому после двойного нажатия клавиши «Ввод» на дисплее анализатора отображается истинное значение концентрации водорода в ПГС, насыщенной парами воды. Если автокалибровка проводится по «сухой» ПГС, то с клавиатуры необходимо ввести расчетное значение концентрации водорода вычисленное по формуле

$$A = X \cdot B / (B - p_{H_2O}),$$

где: А – расчетное значение концентрации водорода, вводимое с клавиатуры;

Х – процентное содержание H<sub>2</sub> в ПГС (паспорт на ПГС);

В – барометрическое давление, мм. рт. ст.

p<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – давление насыщенных водяных паров при температуре измерения.

После ввода значения концентрации H<sub>2</sub> на дисплей анализатора выводится окно сообщений, аналогичное показанному на рис. 9.2-4. В нижней части окна выводится текущее значение измеряемой концентрации H<sub>2</sub>, рассчитанное по прошлой калибровочной характеристике. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 3-5 с высветится сообщение «Автокалибровка успешно завершена». При этом анализатор рассчитает новую калибровочную характеристику и перейдет в режим измерений. На дисплее анализатора появится окно, аналогичное рис. 9.2-5.

Интеллектуальные алгоритмы АВП-11 позволяют Вам проводить автокалибровку в любой выбранной единице измерения, а при измерениях переходить в другие единицы измерения. При этом не требуется проводить автокалибровку снова. 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, температуре и концентрации водорода не хуже 3-5 % в течение 3-х недель. Если Вас удовлетворяет эта точность, Вы можете проводить автокалибровку не реже 1 раза в 20 дней. Если измерения проводятся в области малых концентраций водорода, этот интервал может быть увеличен до 1 –1.5 месяцев.

### 9.3.2. Автоматическая калибровка по чистому водороду.

Допускается калибровка по чистому водороду. Для этого возьмите пробирку и закрепите ее в штативе. Пробирка заполняется аккумуляторной серной кислотой. В нее бросаются три измельченные гранулы цинка (800 – 1000 мг). После этого пробирку необходимо подсоединить через переходник, к входной трубке измерительной камеры (пробирка и переходник входят в комплект поставки). Выходную трубку рекомендуется подключить к гидрозатвору или погрузить в стакан с водой. При этом большая часть цинка

должна раствориться в серной кислоте. После стабилизации показаний проведите автокалибровку согласно п. 9.3.

Примечание. При проведении автокалибровки по чистому водороду в окне для ввода значения концентрации водорода (см. рис. 9.3-3 необходимо установить значение концентрации равное 100 об. %. Так как концентрация водорода в калибровочном газе зависит от давления насыщенных водяных паров, анализатор вычислит истинное значение концентрации по формуле  $A = X \cdot (B - p_{H_2O}) / B$ . Поэтому после двойного нажатия клавиши «Ввод» на дисплее анализатора отображается истинное значение концентрации водорода с учетом давления насыщенных водяных паров.

#### 9.4. Процедура специальной калибровки анализатора.

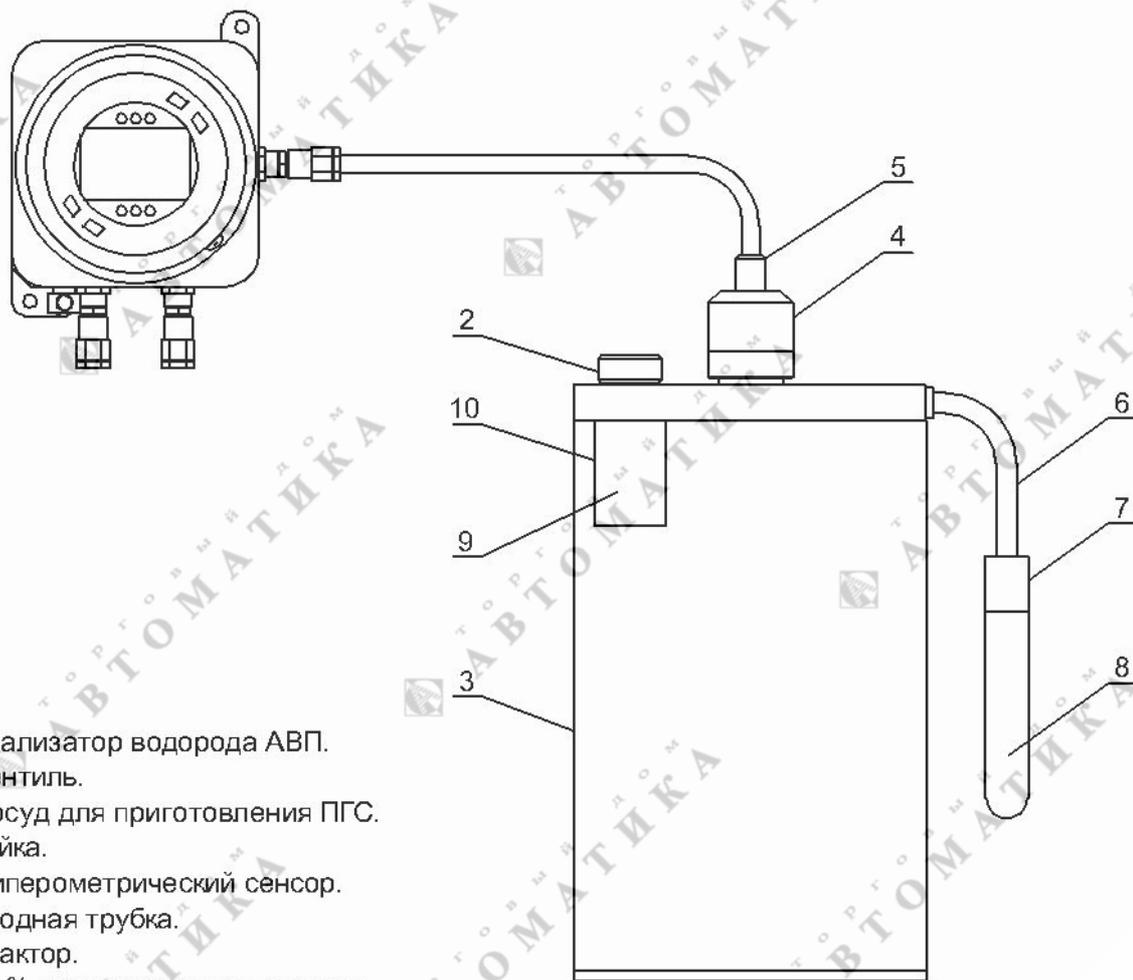
При специальной калибровке анализатора в качестве образца с известным содержанием водорода используют водородосодержащую газовую смесь, получаемую с помощью установки для приготовления поверочных газовых смесей (см. рис. 9.4).

АС достают из измерительной камеры и с помощью фильтровальной бумаги или марлевого тампона удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности АС. Калибровку анализатора проводят по ПГС, получаемой в результате смешивания фиксированного объема воздуха с заданным количеством газообразного водорода, выделяемого в химической реакции растворения металлического цинка в разбавленной серной кислоте



Для получения поверочной газовой смеси (ПГС) с содержанием водорода от 3.5 до 7 об. % приготовьте навеску металлического цинка массой от 100 до 200 мг. Для более быстрого протекания реакции рекомендуется навеску цинка измельчить. Взвешивание производить на аналитических весах с ценой деления не менее 1 мг.

Специальную калибровку анализатора по ПГС проводят следующим образом. Собирают установку для приготовления ПГС в соответствии с рис. 9.4. Сосуд 3 устанавливают в непосредственной близости от анализатора. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. Гидрозатвор закрывают с помощью пробки 2, предварительно заполнив его водой. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и взвешенную навеску металлического цинка бросают в реактор 7 и быстро соединяют его со входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования пузырьков  $\text{H}_2$  в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10.



1. Анализатор водорода АВП.
2. Вентиль.
3. Сосуд для приготовления ПГС.
4. Гайка.
5. Амперметрический сенсор.
6. Входная трубка.
7. Реактор.
8. 50 % аккумуляторная кислота.
9. Вода .
10. Гидрозатвор.

Рис. 9.4. Схема установки для калибровки по ПГС.



### СПЕЦ. КАЛИБРОВКА

**Введите массу  
навески цинка.**

**250.0 мгр.**

Для проведения специальной калибровки анализатора используя калибратор нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию

«Калибровка» и нажмите «Ввод» (см. рис. 9.2.2). Затем выберите опцию «Спец. калибровка» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*СПЕЦ. КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.4-1.

С помощью клавиш перемещения курсора введите массу навески цинка и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно сообщений, аналогичное рис. 9.2-4. В нижней части этого окна будет выводиться значение измеряемой величины. После завершения реакции растворения цинка открутите вентиль 2 (см. рис. 9.4) и «сбросьте» избыточное давление ПГС в устройстве для калибровке УК-01. Дождитесь когда пузырьки ПГС прекратят выходить через гидрозатвор. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высветится сообщение «КАЛИБРОВКА УСПЕШНО ЗАВЕРШЕНА». В течение этого времени анализатор произведет расчет концентрации водорода в ПГС, изменит параметры калибровки и перейдет в режим измерения. На дисплее анализатора откроется окно, аналогичное окну, показанному на рис. 9.2-5.

Интеллектуальные алгоритмы, реализованные в АВП-11 позволяют Вам проводить специальную калибровку в любой выбранной единице измерения, а затем при измерениях переходить в любую другую единицу измерения. При этом не требуется еще раз проводить калибровку. 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 калибровки 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 водорода не хуже 3 -5 % в течение 3-х недель. Поэтому, если Вас удовлетворяет эта погрешность измерений, Вы можете проводить калибровку не реже 1 раза в 20 дней. Если измерения проводятся в области микро граммовых концентраций водорода этот интервал может быть увеличен до 1 – 1.5 месяцев.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

После включения анализатора начинается процесс самодиагностики. 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 водорода в разных областях народного хозяйства. Выбранное Вами

исполнение 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. Любой из выпускаемых фирмой « » сенсоров (см. п. 3) автоматически стыкуется с измерительным устройством АВП-11 по чувствительности. В случае приобретения Вами нового сенсора Вам необходимо будет провести калибровку встроенного в сенсор датчика температуры. Методика калибровки датчика температуры находится в служебном меню анализатора. Шифр доступа к этой опции меню будет сообщен при покупке нового сенсора.

В этом разделе приводятся сведения о порядке работы с анализатором при решении конкретных задач аналитического контроля водорода и даются рекомендации и советы по применению анализатора АВП-11.

### **10.1. Определение $rH_2$ и $cH_2$ в лабораторных условиях.**

Для определения  $rH_2$  и  $cH_2$  в жидких газообразных средах в лабораторных условиях можно использовать АВП-11Л в комплекте с АС $rH_2$ -01 и измерительной камерой ИК. Для проведения измерений  $rH_2$  и  $cH_2$  при малых объемах или при малых скоростях потока газов и жидкостей используют измерительную камеру для микроанализа ИКМА. Перед установкой АС $rH_2$ -01 в ИКМА убедитесь в наличии резинового колпачка 4 (см. рис. 4.4) на торцевой поверхности сенсора. Установите АС в ИК и зафиксируйте его с помощью гайки 3. Анализируемую жидкость в ИКМА подают через входной штуцер 5. При анализе жидкостей ИКМА устанавливают горизонтально так, чтобы выходной штуцер 6 был расположен вверху. В этом случае ИК заполняется без пузырьков воздуха. При анализе газов выходную трубку соединяют с гидрозатвором чтобы избежать возможного попадания воздуха в ИК через выходной штуцер. Для подачи анализируемой пробы допускается использовать перистальтический насос или миникомпрессор, которые можно установить в выходной магистрали. Следует помнить, что расход газа или жидкости через ИКМА должен составлять не более 20 мл/мин. В противном случае в ИК будет создаваться давление заметно отличающееся от атмосферного. Калибровку АС $rH_2$  можно проводить по ПГС или чистому водороду (см. п. 9) не доставая АС из ИКМА.

### **10.2. Определение водорода в газовых смесях.**

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

Для контроля содержания водорода в воздухе производных помещений АС $rH_2$  устанавливают в ИКПГ, предварительно открутив с нее входной штуцер (см. рис. 3.10). Для предупреждения аварийных ситуаций превышения допустимого уровня водорода следует воспользоваться реализованными в АВП-11 возможностями включения аварийной сигнализации и позиционного

регулирования (см. п. 8.3) (возможно подключение сирены через «сухой» контакт).

Если анализируемый газ находится под повышенным давлением (относительно атмосферного), то его пропускают через ИКПГ, предварительно установив расход 1-10 л/час с помощью вентиля тонкой регулировки на входной магистрали. При малых расходах выходную трубку ИКПГ следует соединить с гидрозатвором.

Для обеспечения измерений водорода в разряженных газовых смесях анализатор может быть укомплектован 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 АСрН<sub>2</sub>. Принципиальная схема УПП-01 показана на рис. 10.2.

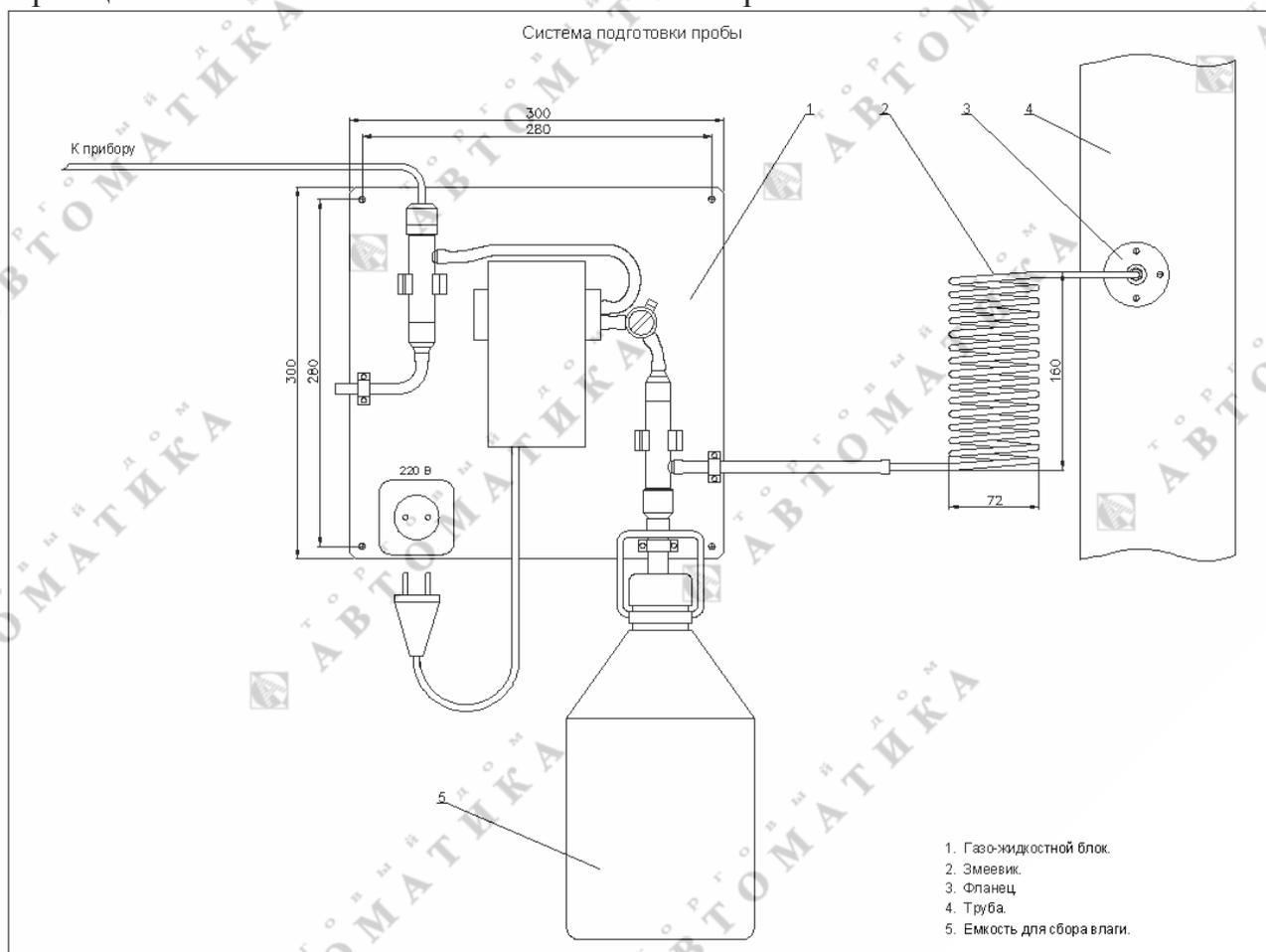


Рис. 10.2 Принципиальная схема УПП-01.

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

Растворенный в воде водород вследствие его уникальной природы может растворяться в металлах создавая высокое давление в их кристаллической решетке, приводящее к их разрушению (водородное расщепление). В атомной энергетике аналитический контроль растворенного водорода

необходим как для обеспечения безопасной работы АЭС, так и для предотвращения разрушения (вследствие водородного расхрупчивания) теплотехнического оборудования и трубопроводов.

Для аналитического контроля растворенного водорода в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-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 (ИКПЖ) 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 и/или гибкую трубку из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использовать трубки с внутренним диаметром не менее 4 мм. Перед измерительной камерой рекомендуем установить фильтр тонкой очистки, который Вы можете заказать дополнительно.

Для обеспечения высокоточных измерений концентраций водорода в микрограммовой области, мы рекомендуем тщательно проводить калибровку нулевой точки (см. п.9).

При подключении измерительной камеры (ИКПЖ) к пробоотборной точке используйте стандартные переходники, которые Вы можете заказать при покупке анализатора или по e-mail

При установке АСрН<sub>2</sub>-03 или АСрН<sub>2</sub>-04 в измерительную камеру убедитесь в наличии герметизирующего резинового кольца (см. рис. 3.9, 3.10). Для обеспечения независимости показаний от скорости потока установите в трубке пробоотборника расход воды равный 2-50 л/час. Трубку, соединенную с выходным штуцером измерительной камеры положите в сливной лоток.

#### **10.4. Аналитический контроль водорода в жидкостях на глубине.**

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-11П, в комплект которого входит сенсор погружного типа АСрН<sub>2</sub>-05. Этот сенсор устанавливается в герметичный корпус из нержавеющей стали и имеет надежную заделку кабеля (см. п.п.3, 4).

Для обеспечения сохранности сенсора при его эксплуатации в объектах с интенсивным перемешиванием рекомендуем сенсор и его кабель закрепить на штанге. Для удобства монтажа и эксплуатации АВП-11П Вы можете

приобрести установочную арматуру (УАР-01). Принципиальная схема установки АСрН<sub>2</sub>-05 с помощью такой арматуры приведена на рис. 10.4. С помощью этой арматуры АСрН<sub>2</sub> может устанавливаться в метантенки, цистерны и емкости (например в емкости с радиоактивными отходами).

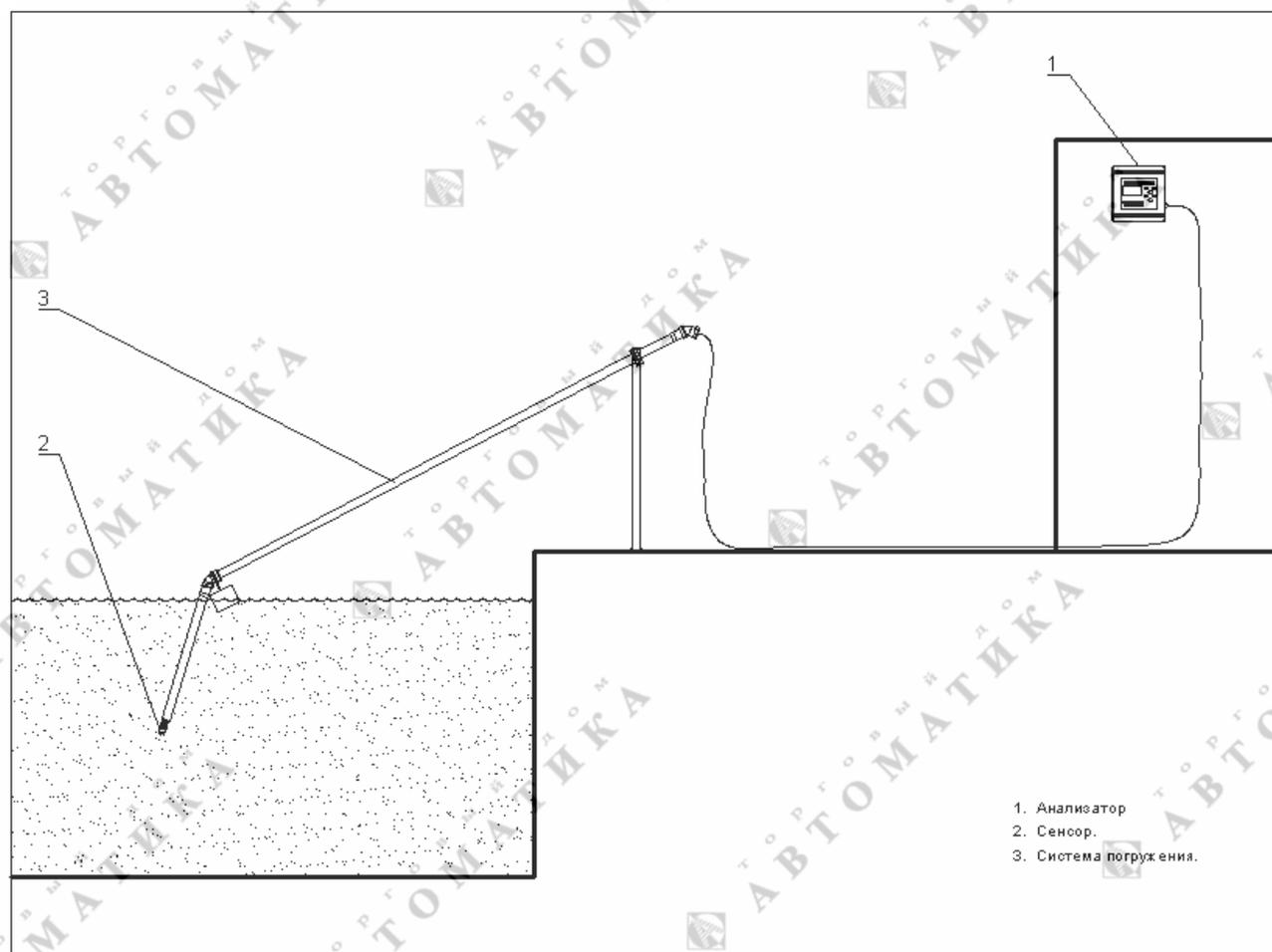


Рис. 10.4 Схема установки АСрН<sub>2</sub> с помощью системы погружения.

### 10.5. Аналитический контроль водорода в сосудах и трубопроводах работающих под давлением.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-11А, в комплект которого входит сенсор АСрН<sub>2</sub>-06, снабженный компенсатором внешнего давления. Этот тип сенсоров может устанавливаться в трубопроводы и байпасные линии через стандартные фланцы. Сенсоры АСрН<sub>2</sub> выпускаются в нескольких исполнениях отличающихся габаритными и присоединительными размерами (см. рис. 3.8). Сенсоры АСрН<sub>2</sub> 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 АСрН<sub>2</sub>-06, необходимо отсоединить кабель от сенсора, и на его разъем накрутить защитную заглушку. При этом необходимо убедиться в наличии и целостности герметизирующей прокладки в защитной заглушке. При стерилизации сенсора в биореакторе одевать защитную заглушку не требуется.

Анализаторы АВП-11А в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-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 поверке, свяжитесь с сервисным центром фирмы «  
или с ближайшим официальным дилером.

Сервисный центр ООО «  
работ по техническому обслуживанию анализаторов их первичной и периодической поверке в органах ГОССТАНДАРТа РФ. С условиями проведения этих работ Вы можете ознакомиться на 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 промышленной защиты корпуса анализатора (IP-68). Каждый анализатор в комплекте с датчиком подвергается испытаниям на надежность в течение 1 месяца. Перед отправкой Потребителю каждый анализатор проходит предпродажную подготовку и тестирование работоспособности его основных блоков. В периодической замене нуждается только батарейка, установленная в нижнем отсеке анализатора. Замена батарейки осуществляется при техническом обслуживании анализатора перед представлением его для ежегодной периодической поверки в органы ГОССТАНДАРТа РФ.

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

- Нарушена целостность мембраны. Внешним признаком этого служат видимые капельки электролита на торцевой поверхности сенсора, а также значительное уменьшение уровня электролита в корпусе сенсора;
- Мембрана вытянулась и не достаточно сильно натягивается торцевой частью стеклянной гильзы (см. рис. 4.2). Признаком слабого натяжения мембраны является значительное снижение быстродействия и высокое значение остаточного тока сенсора;
- Показания анализатора при измерениях или калибровке 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 предосторожностей (см. п. 6). Неаккуратное обращение с АС и несоблюдение мер предосторожностей может привести к его потере. 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 в разъем сенсора. В последнем случае следует промыть разъем дистиллированной водой, а затем тщательно просушить в течение суток при температуре близкой к 40-60 °С.

**Тест №2.** Проверка датчика температуры. Этот тест выполняется после выполнения теста №1.

1. В окне «Диагностика сенсора» наблюдайте за показаниями канала измерения 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) будут увеличиваться.
2. По мере испарения влаги со стеклянной гильзы показания температуры будут уменьшаться стремясь, к прежним значениям. Такое поведение сенсора свидетельствует об отсутствии обрывов в кабеле и разъеме сенсора. Если показания температуры не меняются, то по-видимому, к кабелю сенсора прикладывались недопустимо высокие механические усилия (см. п.6), что могло привести к обрыву. 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 тест проведет анализатор и высветит на

дисплее надпись «Датчик не подключен». В этом случае также свяжитесь с сервисным центром ООО «»

### 11.2. 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 органические растворители (дихлорэтан, хлороформ, спирт и др.) не рекомендуется. При проведении чистки измерительной камеры желательно также промыть обратный клапан (см. рис.4.5, 4.6). Для исключения возможности дальнейшего засорения измерительной камеры целесообразно установить фильтр тонкой очистки.

## 12. Возможные неполадки способы их устранения.

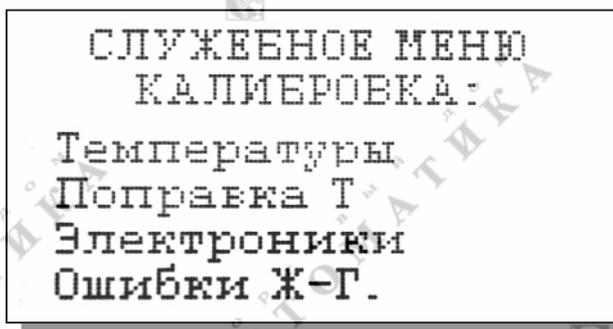
Внешние проявления	Вероятные причины	Способы устранения
1 После подключения вилки к сети 220/36В анализатор не включается	2. Вышел из строя предохранитель	2. Заменить предохранитель.
2. На дисплее анализатора загорается сообщение «Нет сенсора»	1. Сенсор не подключен к анализатору 2. Обрыв кабеля	1. Открыть внутренний отсек анализатора и подключить сенсор 2. Свяжитесь с сервисным центром по вопросу ремонта или замены сенсора
3. Показания не чувствительны к изменению концентрации водорода.	1. Высох раствор электролита 2. Обрыв кабеля	1. Долить раствор электролита и заменить мембранный колпачок. 2. Связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены сенсора.
4. При калибровке по воздуху сенсор имеет большой остаточный ток	1. Высох раствор электролита. 2. Нарушено сопротивление изоляции в сенсоре или в разъеме сенсора	1. Заменить раствор электролита. 2. Произвести внешний осмотр сенсора и выполнить Тест №1. При

	3. Вытянулась газопроницаемая мембрана	отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены сенсора. 3. Заменить мембранный колпачок
5. Показания сенсора нестабильны во времени при постоянной концентрации водорода.	1. Нарушена целостность мембраны 2. Вытянулась мембрана из-за превышения температуры и (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 батарею.
7. Инерционность сенсора существенно увеличилась	Вытянулась мембрана из-за превышения температуры и (или) расхода воды	Обеспечить требования по температуре и расходу воды через измерительную камеру. Заменить мембранный колпачок

## Приложение 1.

### Процедура внесения коррекции ошибки «Жидкость-газ»

1. Для того чтобы анализатор вносил коррекцию на ошибку «жидкость-газ», свойственную Вашему сенсору, необходимо выполнить следующие действия:
  - 3.1. Нажмите клавишу «Ввод» и войдите в Главное меню (см. рис. 8.2-1).
  - 3.2. Выберите опцию «Калибровка» и нажмите клавишу «Ввод»
  - 3.3. Нажмите клавишу «Вниз» и, удерживая ее в нажатом состоянии, нажмите «Ввод». На дисплее анализатора высветится служебное меню, показанное на рис. П1-1



В открывшемся окне выберите опцию «Ошибка Ж-Г» и нажмите «Ввод». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. П1-2

Рис. П1-1. Служебное меню.

- 3.4. С помощью клавиш перемещения курсора введите расчетное значение коэффициента «Жидкость-газ». После ввода в энергонезависимую память значения коэффициента «Жидкость-газ» анализатор автоматически будет вносить коррекцию при проведении измерений в жидкостях. При измерениях в газах коррекция вноситься не будет

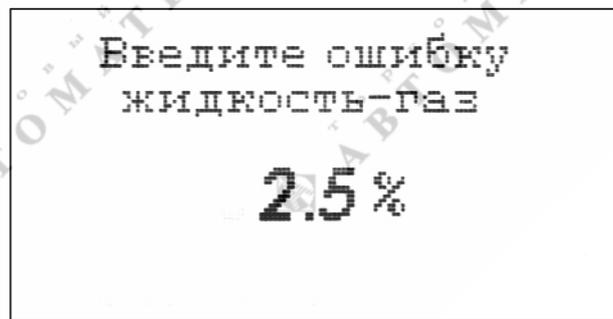


Рис. П1-2. Окно ввода ошибки «Жидкость-газ».

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

Систематическая ошибка «Жидкость – газ» также проявляется в зависимости сигнала сенсора от скорости потока. В тех случаях, когда измерения проводят при постоянной скорости потока, эту погрешность измерения можно исключить. Для этого сначала необходимо выполнить п.п. 1, 2 методики П1 РЭ. Затем необходимо собрать установку, обеспечивающую требуемую скорость протока дистиллированной воды, насыщенной ПГС, через измерительную камеру АС. Такая установка, например, может быть собрана с использованием перистальтического насоса с регулируемым расходом. Установите расход дистиллированной воды через измерительную камеру близкий к реальному расходу анализируемой жидкости при ее анализе. После достижения устойчивых показаний произведите их отсчет. Затем выполните п.

3 методики, описанной в П1 РЭ. После ввода в энергонезависимую память значения коэффициента «Жидкость-газ», анализатор автоматически будет вносить коррекцию при проведении измерений в жидкостях. При измерениях в газах коррекция вноситься не будет.