

ЗАКАЗАТЬ

**Фирма “Биоаналитические системы и сенсоры”
ООО “Фирма “Альфа БАССЕНС”**

**Анализатор Водорода Промышленный
АВП-01**

**Руководство по эксплуатации
НЖЮК 4215-002-66109885-2010 РЭ**

Почтовый адрес: 143987, Московская обл., г. Балашиха, мкр. Железнодорожный, а/я 729.

Юридический адрес: 143987, Московская обл., г. Балашиха, мкр. Железнодорожный, ул. Советская , д.47, ООО “Фирма ”Альфа БАССЕНС”

Адрес офиса и сервисного центра: Москва, ул. Нижегородская, д. 29-33, строение 15, офис 304, “Фирма “Альфа БАССЕНС”, Контактный телефон (499) 685-18-65, (499) 685-18-64.

Адрес обособленного производственного подразделения ОПП “Фирмы “Альфа БАССЕНС”:
Московская обл., г. Балашиха, мкр. Железнодорожный, ул. Советская , д.47, к.116,
ООО “Фирма ”Альфа БАССЕНС”, тел. (499) 685 18 42.

Москва 2017

**Вы приобрели анализатор водорода АВП-01 ,
разработанный и выпущенный
ООО «Фирма «Альфа БАССЕНС».**

***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 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).

Отличительные особенности анализаторов АВП-01

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-01 обеспечивают:

- **Г**радуировку нулевой точки по атмосферному воздуху. **Г**радуировку по поверочным газовым смесям. **С**пецградуировку по газовой смеси, получаемой с помощью устройства для градуировки УК-01.
- **В**озможность выбора удобной для оператора единицы измерения.
- **К**оррекцию в зависимости от барометрического давления и солености.
- **С**игнализацию выхода показаний из заданных пределов и возможность работы в составе системы автоматического управления с помощью «сухих контактов».
- **Д**истанционную передачу сигналов с помощью токового выхода, цифрового канала RS-485(USB).
- **З**апись показаний во внутреннюю энергонезависимую память в ручном режиме «Блокнот» и в непрерывном периодическом режиме «Протоколирование».
- **У**добный интерфейс. **П**одсветка графического дисплея.
- **Г**ерметичность корпуса, степень пылевлагозащиты IP-65.

СОДЕРЖАНИЕ (Руководство по эксплуатации).

1. Распаковка анализатора	7
2. Области применения анализаторов АВП и обозначение вариантов их исполнения	8
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора	10
4. Устройство и принцип действия анализатора	15
4.1. Описание свойств и конструкции анализатора	15
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров	17
4.3. Описание конструкции измерительных камер	20
4.4. Принцип работы анализатора	21
5. Общие сведения	21
5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения	21
5.2. Общие сведения по градуировке анализатора	22
5.3. Общие сведения по введению коррекций при измерениях	23
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора	25
7. Подготовка к работе	26
7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода	26
7.2. Установка измерительного устройства анализатора АВП-01	27
7.3. Установка измерительной камеры	27
7.4. Подключение анализатора	27
7.5. Включение анализатора	30
8. Настройка и управление режимами работы анализатора	31
8.1. Включение анализатора и интерфейс программ	31
8.2. Главное меню	32
8.3. Меню «Диагностика»	34
8.4. Меню «Установка»	35
8.5. Меню «Протокол»	42
8.6. Меню «Блокнот»	43
9. Градуировка анализатора	44
9.1. Процедура градуировки нулевой точки анализатора	44
9.2. Градуировка по поверочным газовым смесям	45
9.3. Процедура специальной градуировки анализатора.	47
10. Порядок работы	49
10.1. Определение водорода в газах	49

10.2. Аналитический контроль концентрации водорода в потоке жидкостей	50
10.3. Аналитический контроль водорода в сосудах и трубопроводах, работающих под давлением	51
11. Техническое обслуживание анализатора.	52
12. Возможные неполадки способы их устранения	55

СОДЕРЖАНИЕ (Паспорт)

1. Назначение и область применения	58
2. Технические характеристики	60
3. Состав изделия и комплект поставки	62
4. Поверка анализатора	62
5. Правила хранения	70
6. Гарантии изготовителя (Поставщика)	70
7. Сведения о рекламациях	70
8. Свидетельство о приемке	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Методика измерения и процедура внесения коррекции Систематической ошибки «Жидкость - газ»	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Порядок ввода констант термометра	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Методика градуировки токового выхода	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Восстановление заводских параметров	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Передача данных по сети RS-485 в режиме подчиненного	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Список литературы	79

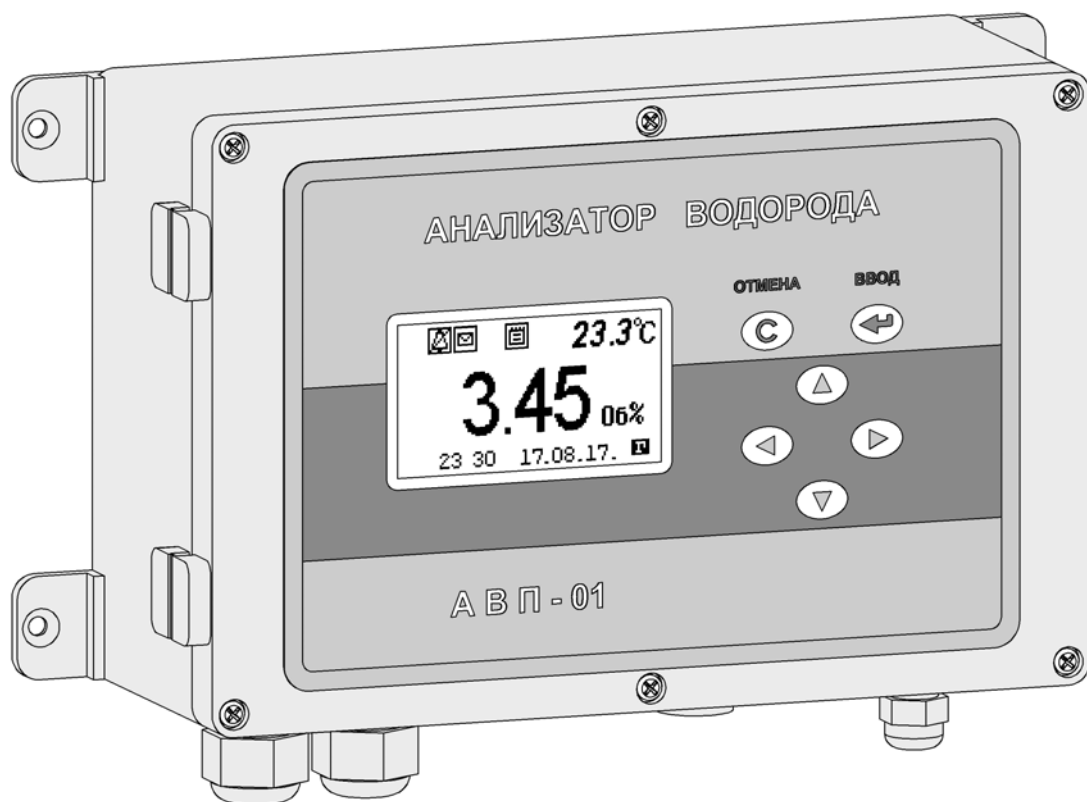


Рис. 1. Внешний вид анализатора водорода АВП-01

1. РАСПАКОВКА АНАЛИЗАТОРА.

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

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

В комплект поставки анализатора входят:

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

- Флакон с электролитом
- Мембранные колпачки в сборе (3 шт.)
- Кольцо резиновое (на стеклянную гильзу сенсора)

- Измерительная камера с присоединительными трубками (с АВП-01Т, АВП-01Г)
- Переходник
- Держатель камеры
- Комплект монтажных петель
- Руководство по эксплуатации, паспорт

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

- ↪ Устройство для градуировки УК-01
- ↪ Устройство подготовки газовой пробы УПП-01 (к АВП-01Г)
- ↪ Измерительная камера для микроанализа ИКМА
- ↪ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей (к АВП-01Т, АВП-01Г)

Извлеките из контейнера пластмассовую коробку с набором ЗИП 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

Анализаторы АВП-01 используются:

- на предприятиях тепловой и атомной энергетики для автоматического контроля растворенного водорода в химико-технологических процессах подготовки воды;
- в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами для определения “утечек” водорода;
- в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов на объектах атомной энергетики для производственного контроля содержания молекулярного водорода;
- для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства;
- в химической и нефтеперерабатывающей промышленности для производственного контроля водорода в химико-технологических процессах синтеза органических и неорганических соединений, крекинга нефти, производства аммиака, полиэтилена и т.д.;
- в научно-исследовательских учреждениях атомной промышленности;
- в автомобильной промышленности при создании экологически чистых водородных двигателей.

Для записи названия анализатора после обозначения типа анализатора АВП цифрами «01» указывается стационарный вариант его исполнения, буквами «Г», «Т», «А» указывается область его применения:

- «А»- Атомная энергетика
- «Т»- Тепловая энергетика;
- «Г»- Газоанализатор;

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

Анализатор АВП-01Г в комплекте с АСрН₂-03 предназначен для измерений концентрации водорода в газообразных средах. Анализатор может комплектоваться устройством подготовки газовой пробы УПП-01.

АВП-01Г 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-01Г 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-01Г в комплекте с АСрН₂-03 или АСрН₂-04 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 котельных. Применяется также в химической нефтеперерабатывающей промышленности и других областях.

Анализатор АВП-01А в комплекте с АСрН₂-06 предназначен для измерений концентрации водорода в жидких и газообразных средах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры АСрН₂-06 снабжены компенсатором гидростатического давления и выполнены в корпусе из нержавеющей стали. Конструкция сенсоров АСрН₂-06 выдерживает неограниченное количество циклов стерилизаций острым паром при T=143 °C и давлении 3 ати.

Анализаторы АВП-01А применяются в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, когда необходимо проводить измерения концентрации водорода при высоких давлениях.

Анализаторы АВП-01А могут также использоваться в биотехнологии. Конструкции сенсоров АСрН₂-06 устанавливаются в ферментеры и биореакторы отечественного и импортного производств.

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АНАЛИЗАТОРА.

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

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 АСрН₂-03 - поставляется в комплекте с АВП-01Г, сенсор АСрН₂-04 – поставляется в комплекте с АВП-01Т. Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АВП-01 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля водорода.

Рис. 3.1. Внешний вид амперометрических сенсоров АСрН₂-03 и АСрН₂-04

Сенсоры АСрН₂-03 и АСрН₂-04 поставляются с измерительной камерой (ИК). Для того чтобы достать сенсор из ИК необходимо сначала открутить накидную гайку, а затем осторожно достать сенсор.



Рис. 3.2. Внешний вид сенсора в измерительной камере.

Амперометрические сенсоры АСрН₂-06 выпускаются в нескольких исполнениях (см. таблицу на рис. 3.4). Внешний вид сенсоров показан на рис. 3.3. Сенсоры АСрН₂-06 поставляются в комплекте с анализатором АВП-01А. Они выполнены в корпусах из нержавеющей стали и снабжены компенсатором гидростатического давления. Благодаря этому они могут устанавливаться в трубопроводы и емкости работающие под давлением, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов.

Сенсоры выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при $T=143^{\circ}\text{C}$ и $P=3$ ати.



Рис. 3.3. Внешний вид стерилизуемых амперометрических сенсоров АСрН₂-06

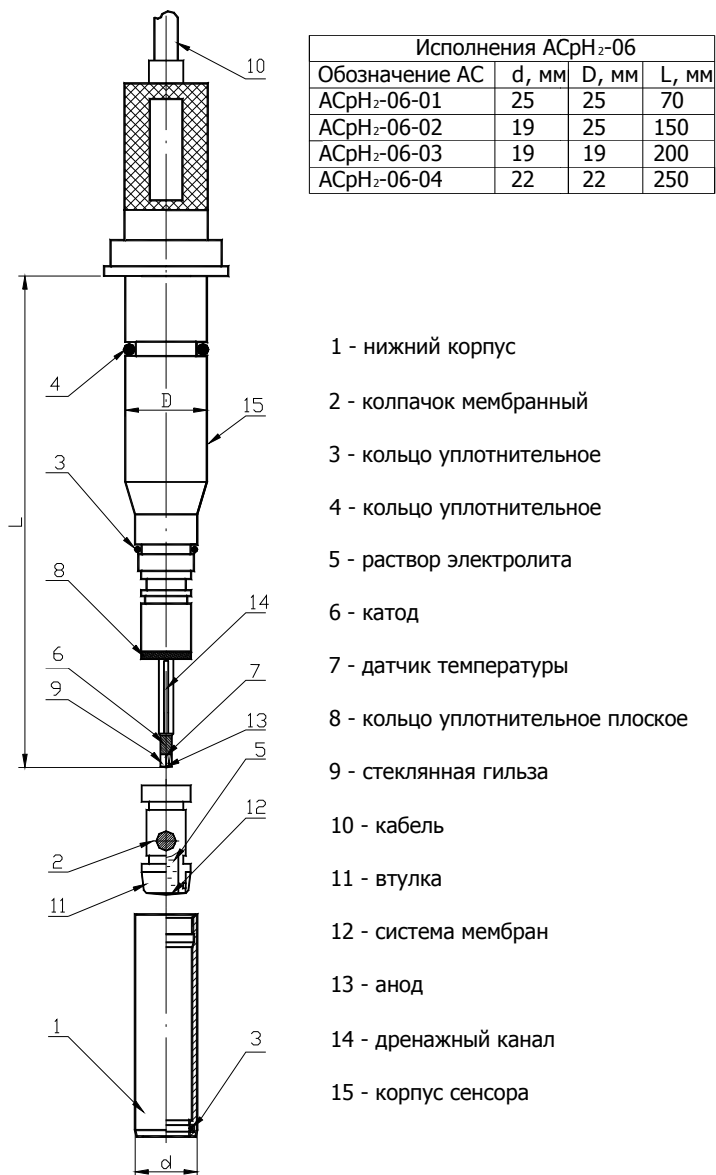


Рис. 3.4. АСрН₂-06

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

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

3.3.1. Открутите гайку сенсора и аккуратно достаньте электродный ансамбль из мембранного колпачка (см. рис. 3.5).

ВНИМАНИЕ

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

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



Рис. 3.5. Внешний вид АСрН₂ без мембранного колпачка.

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

Для замены мембранного колпачка 2 в стерилизуемом сенсоре АСрН₂-06 (см. рис.3.4) сначала открутите нижний корпус 1, а затем снимите мембранный колпачок 2.

Примечание. В верхней части мембранного колпачка установлено герметизирующее кольцо, поэтому необходимо приложить небольшое усилие вдоль оси сенсора для преодоления сил трения. Если колпачок «прилип» в месте уплотнения, то попробуйте повернуть его вокруг оси.

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

3.3.3. С помощью флакона – капельницы залейте в старый или новый мембранный колпачок 1 мл раствора электролита, не доливая 1-2 мм до первого буртика на колпачке (см. рис. 3.4 и 3.5).

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.

3.3.4. Сборку сенсоров АСрН₂-03 – АСрН₂-04 проводят следующим образом:

1. Сдвиньте резиновое кольцо на боковой поверхности мембранного колпачка на 1-2 мм вниз с дренажного отверстия (см. рис. 3.5 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).



Рис. 3.6. Установка АСрН₂ в измерительную камеру.

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. 3.6) и закрутите накидную гайку до упора (см. рис. 3.7 и рис. 3.2).



Рис. 3.7. Фиксация АСрН₂ в измерительной камере.

3.3.5. Сборку сенсора АСрН₂-06 (см. рис. 3.4) проводят 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. 3.4). Избыток раствора электролита должен выступить через дренажный канал 14 на боковой поверхности электродного ансамбля.
3. Удалите салфеткой выступившие капли электролита с боковой поверхности колпачка.
4. Закрутите нижний корпус 1 сенсора до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть систему мембран на колпачке в виде зонта.

3.3.6. Подсоедините вилку шнура анализатора к сети переменного тока 220В с частотой 50 Гц. После включения анализатора на его дисплее сначала появится логотип Фирмы «Альфа БАССЕНС», а затем начнется процесс самодиагностики, который длится от 3 до 5 минут. После завершения процесса самодиагностики анализатор переходит в режим измерений.

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРА

4.1. Описание свойств и конструкции и анализатора.

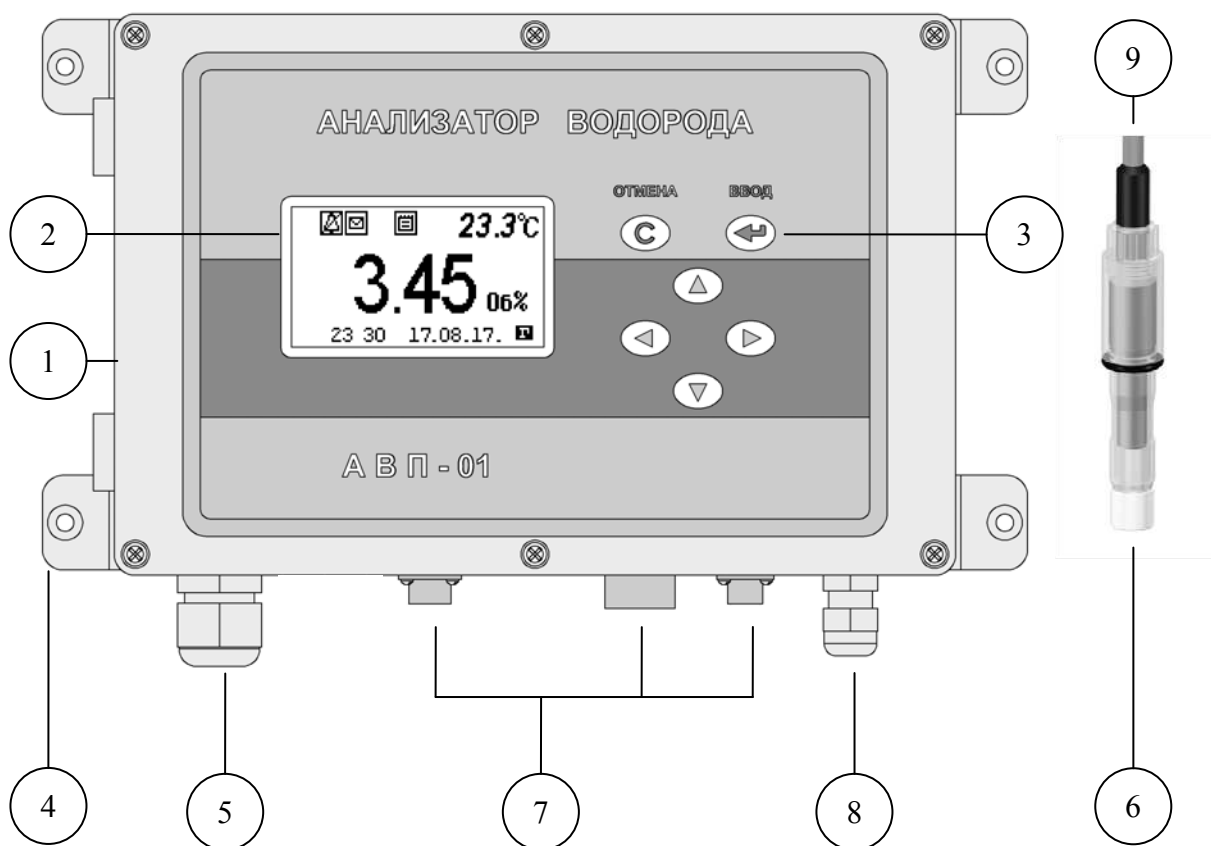


Рис. 4.1. Внешний вид анализатора кислорода АВП-01.

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

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

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

В зависимости от варианта исполнения анализатора (см. п. 2) и задачи исследования амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру или непосредственно «по месту», например, в биореактор, трубопровод, аэротенк и т.д.

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

- выбор измеряемой величины: парциального давления водорода, процентного содержания или массовой концентрации;
- выбор удобной для оператора единицы измерения с возможностью последующих переходов в другие единицы;
- градуировки анализатора по нулевой точке (воздух) и по поверочной газовой смеси (ПГС) из баллона или получаемой с помощью установки градуировочной (УК-01);
- настройку стандартного токового выхода (0–5, 0–20, 4–20 мА) на требуемый диапазон измерения с возможностью автоматического изменения масштаба шкалы самописца в случае превышения верхнего предела измерения с одновременной аварийной сигнализацией;
- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации с передачей управляющих сигналов с помощью «сухих контактов»;
- возможность внесения коррекции в показания анализатора в зависимости от барометрического давления и солености;
- передачу информации на контроллер или персональный компьютер (ПК) с помощью цифрового канала RS-485(USB);
- протоколирование показаний анализатора во внутреннюю энергонезависимую память, возможность передачи запротоколированных данных на ПК или на дисплей анализатора в табличном виде;
- запись показаний анализатора по команде с клавиатуры в электронный блокнот с возможностью их передачи на ПК и вывода на дисплей анализатора;

Каждый из вариантов исполнения анализатора АВП-01 ориентирован на конкретные области применения и конкретные задачи аналитического контроля водорода и комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря универсальности анализатора АВП-01 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.

4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АВП-01, являются сенсорами парциального давления водорода (АСрН_2) и могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры обладают высокой селективностью 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. ООО «Фирма «Альфа БАССЕНС» выпускает четыре модификации АСрН_2 , конструкции которых разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в различных областях при решении разнообразных задач аналитического контроля водорода. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля водорода. Благодаря этому анализаторы водорода АВП-01 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 градуируются по ПГС и атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации. Такие сенсоры в комплекте АВП-01 могут использоваться для анализа водорода в газах, в пресных и соленых водах.

Конструкция АСрН_2 -01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления водорода. Внешний вид АСрН_2 -01 показан на рис. 4. 2.

АСрН_2 -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.

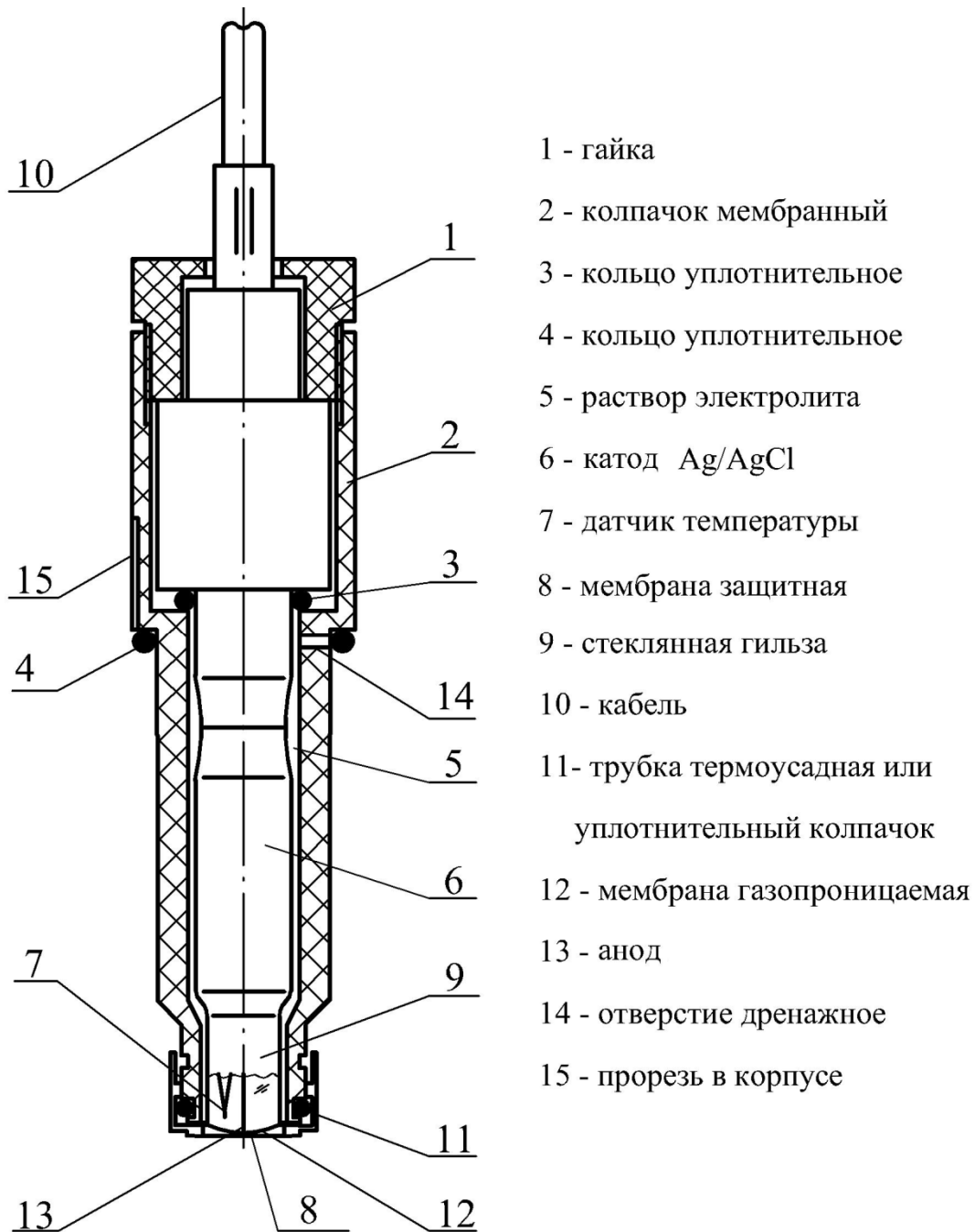


Рис. 4.2. Внешний вид АСрН₂-01, АСрН₂-03 и АСрН₂-04.

Амперометрический сенсор АСрН₂-01 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 градуировке 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. АСрН₂-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру.

Конструкция АСрН₂-03 отличается от базовой модели АСрН₂-01 повышенной чувствительностью и предельно низкой величиной остаточного тока.

Конструкция АСрН₂-04 отличается от модели АСрН₂-03 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 АСрН₂-03 и АСрН₂-04 в комплекте с анализатором АВП-01Г 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 АСрН₂-03 и АСрН₂-04 устанавливаются в проточные измерительные камеры, снабженные встроенным обратным клапаном (см. рис. 3.2, 4.5, 4.6).

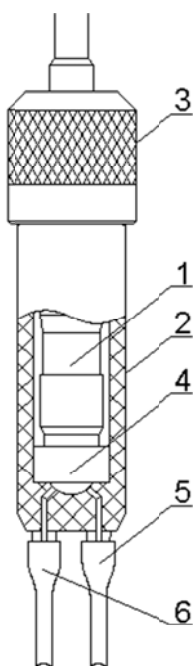
Модификация сенсора АСрН₂-06 отличается от базовой модели АСрН₂-01, тем, что его конструкция выполнена в корпусе из нержавеющей стали и снабжена компенсатором внешнего давления. Благодаря этому АСрН₂-06 могут применяться для определения концентрации водорода в жидкостях и газах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Электродная система сенсора (см. рис. 3.4), состоящая из катода 6, анода 13 и раствора электролита размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцовой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления. 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-01. Сенсоры АСрН₂-06 выпускаются в нескольких исполнениях, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Обозначения и унифицированные размеры исполнений сенсоров АСрН₂-06 при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице на рис. 3.4.

4.3. Описание конструкции измерительных камер.

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

Измерительная камера для микроанализа (ИКМА) показана на рис. 4.4.

Амперометрический сенсор 1 устанавливается в корпус 2 измерительной камеры и фиксируется в ней с помощью гайки 3. Чувствительная часть сенсора герметизируется с помощью уплотнительного резинового колпачка 4 при закручивании гайки 3. Для ввода анализируемой пробы предусмотрен входной штуцер 5, а для выхода штуцер 6. 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.

Рис.4.4. Измерительная камера для микроанализа.

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

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

Рис. 4.5. Обратный клапан в ИКПЖ

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

Рис. 4.6. Установка обратного клапана на штуцер.



В данных конструкциях электродная система в АС герметизируется с помощью кольца 4 (см. рис. 4.2), установленного на боковой поверхности мембранного колпачка 2. При закручивании гайки (см. рис. 3.7) резиновое кольцо 4 (см. рис. 4.2) перекрывает дренажное отверстие 14 в корпусе АС. Для крепления измерительных камер на щите или «по месту» предусмотрен специальный держатель, входящий в комплект поставки. Присоединительные штуцера рассчитаны на подводящие трубки из ПВХ с внутренним диаметром 6 мм. На линии входа может устанавливаться фильтр, защищающий АС от твердых частиц присутствующих в анализируемой жидкости или газе.

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

5. Общие сведения.

5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения.

Результатом аналитического контроля водорода в газах принято считать его парциальное давление (p_{H_2}) или концентрацию (c_{H_2}). Под парциальным давлением водорода в газовой смеси понимают ту часть общего давления, измеряемую обычно в мм.рт.ст. или кПа, которая приходится на молекулы водорода. Парциальное давление водорода в воздухе зависит от барометрического давления (В) и давления водяных паров, т.е. от влажности воздуха. Для измерения концентрации водорода в газах обычно используют величину «процентное содержание водорода», а в качестве единицы измерения - объемные проценты (об. %) или ppm.

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

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

5.2. Общие сведения по градуировке анализатора.

Сигнал $ASpH_2$ является линейной функцией парциального давления водорода. Поэтому для градуировки 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. Понятно, что от точности градуировки анализатора зависит точность измерений. Так, например, при измерениях в области низких значений pH_2 точность анализа в большей степени зависит от точности градуировки нулевой точки, и наоборот, точность измерений в области больших pH_2 в большей степени зависит от точности градуировки анализатора по ПГС.

Другое важное обстоятельство, существенно упрощающее процедуру градуировки 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 градуировку и поверку анализаторов, предназначенных для измерений pH_2 в жидкостях можно проводить по ПГС.

В анализаторе реализованы следующие виды градуировок:

- градуировка по нулевой точке;
- градуировка по ПГС;
- специальная градуировка.

Градуировка нулевой точки.

При измерениях в области малых концентраций водорода неточность градуировки нулевой точки, может привести к значительным ошибкам измерений. Для градуировки нулевой точки можно использовать атмосферный воздух или газы высокой чистоты, не содержащие водород.

Градуировка по поверочной газовой смеси.

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

Специальная градуировка. При проведении специальной градуировки анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием водорода используется водородосодержащая газовая смесь, получаемая с помощью установки градуировочной 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. %) и ppmv не зависят от барометрического давления. Поэтому при измерении данных величин с помощью сенсора парциального давления необходимо следить за изменениями общего барометрического давления (В) с целью исключения его влияния. Если барометрическое давление отличается более чем 10 мм.рт.ст. от давления, имевшего место во время последней градуировки, то необходимо ввести новое значение. Для этого в режиме установки условий измерения необходимо ввести текущее значение барометрического давления. При этом не требуется проводить градуировку снова. Те же действия предпринимают для измерения

содержания водорода при повышенных давлениях, например, в барокамерах и сосудах, работающих при избыточном давлении.

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

5.3.2. Коррекция на соленость.

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

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

При анализе жидкостей для АСрН₂ характерны систематические погрешности измерений. Природа подобных ошибок связана с не идеальностью АСрН₂. Эти ошибки проявляются в разнице показаний АСрН₂ в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. В литературе эта ошибка получила название коэффициент «жидкость-газ». Для наиболее совершенных конструкций АСрН₂ коэффициент «жидкость-газ» составляет от 0.1 до 2 % (т.е. показания АСрН₂ в жидкости меньше показаний АСрН₂ в газовой фазе на 0.1 - 2%). Для АСрН₂-06 коэффициент «жидкость-газ» не превышает 0.5 %. Для АСрН₂-03 и АСрН₂-04 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-01 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ».

5.3.4. Влияние скорости потока анализируемой жидкости.

При малых расходах анализируемой жидкости через измерительную камеру сигнал АСрН₂ зависит от скорости потока. Для минимизации влияния скорости потока на измерительный сигнал параметры АСрН₂ оптимизированы и выбраны исходя из условия обеспечения «неразрушающего контроля» анализируемой жидкости. В АСрН₂-06 используются микроаноды, поэтому влияние скорости потока на сигнал АС незначительно благодаря малому потреблению водорода самим сенсором. Для обеспечения измерений в микрограммовой области концентраций необходимо применять аноды большего диаметра. Поэтому в АСрН₂-03 и АСрН₂-04 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 АСрН₂-03 и АСрН₂-04 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.

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

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

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

6.4. При эксплуатации анализатора запрещается:

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

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

6.5. Не допускается:

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

6.6. При работе с амперометрическим сенсором следует соблюдать осторожность, оберегая стеклянную гильзу от ударов. При длительном хранении амперометрического сенсора в нерабочем состоянии (более 6 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.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода.

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

При проведении непрерывных измерений концентрации водорода в потоке жидкостей или газов, рекомендуется на линии входа анализируемой пробы установить регулятор расхода (дроссель) и холодильник. Регулятор расхода должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру АС в диапазоне от 0.1 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 или гибкой 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 измерительного устройства анализатора АВП-01

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

7.3. Установка измерительной камеры.

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

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

7.4. Подключение анализатора.

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

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

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

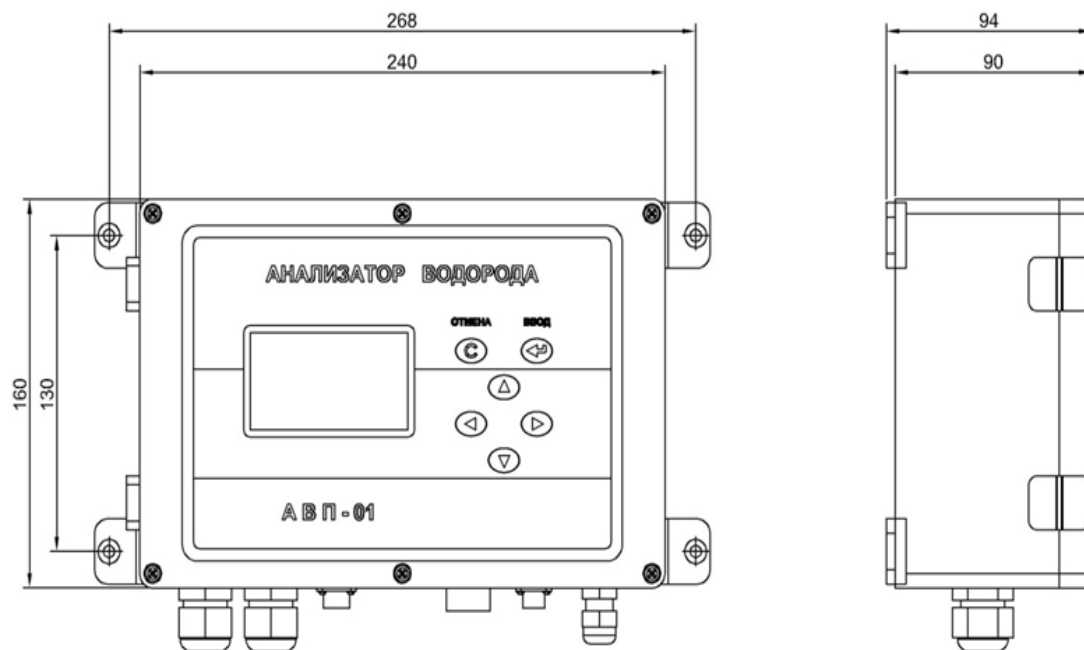


Рис. 7.1. Установка измерительного блока.

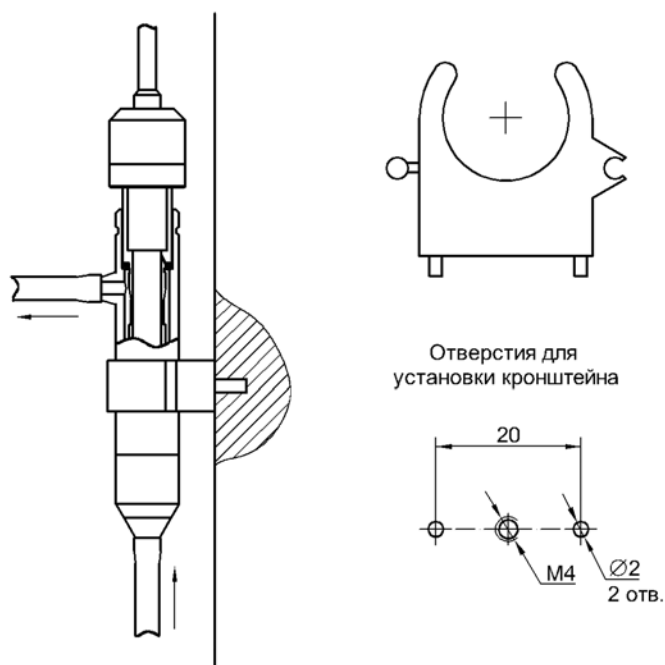


Рис. 7.2. Установка измерительной камеры.

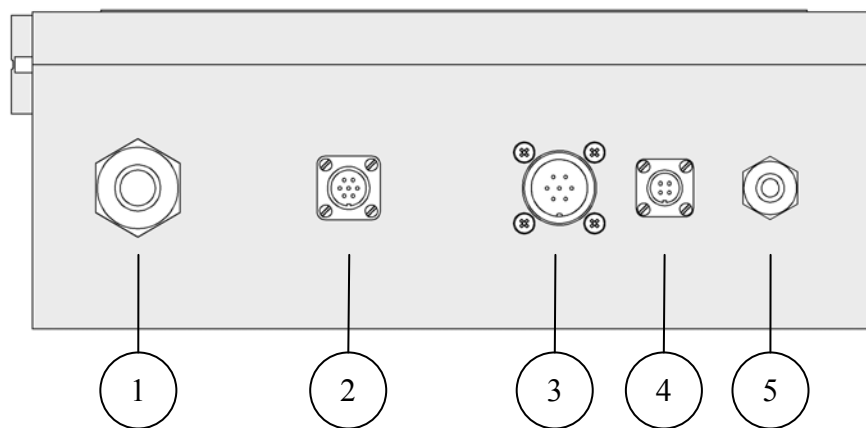
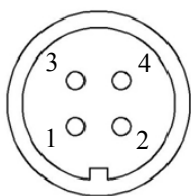


Рис. 7.3. Подключение интерфейсов.

1. Ввод сенсора или внешнего измерительного блока.

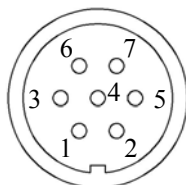
1.1. Кабельный ввод с внутренним подключением.

1.2. Цифровой интерфейс с внешним подключением.



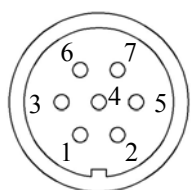
Контакт	Назначение
1	A
2	---
3	B
4	---

2. Подключение цифрового интерфейса RS-485 и USB.



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

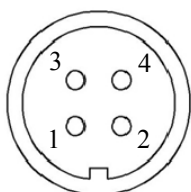
3. Подключение контактов реле.



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

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

4. Токовый выход.



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

5. Кабельный ввод питания.

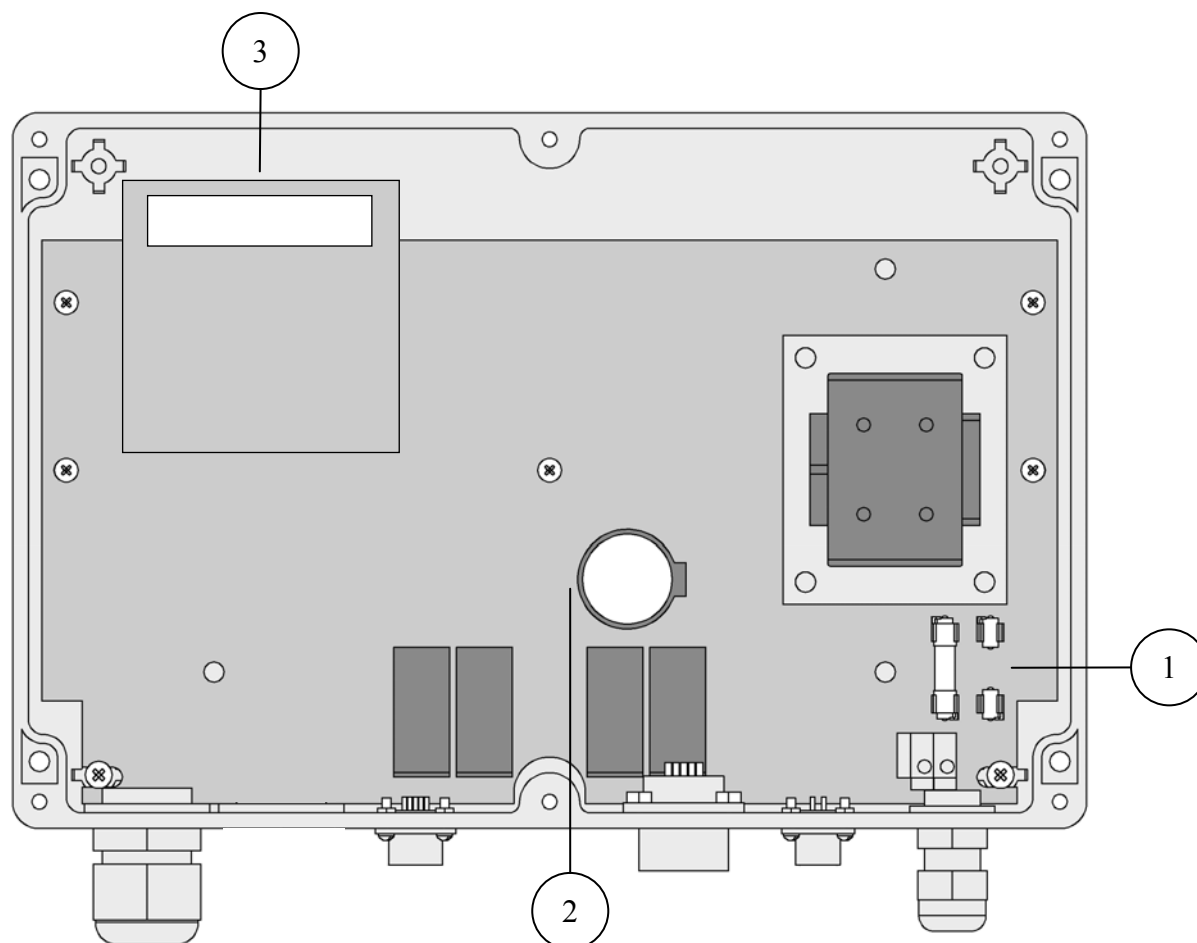


Рис. 7.4. Нижний отсек анализатора.

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

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

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

8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА

8.1. Включение анализатора и интерфейс программы.

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



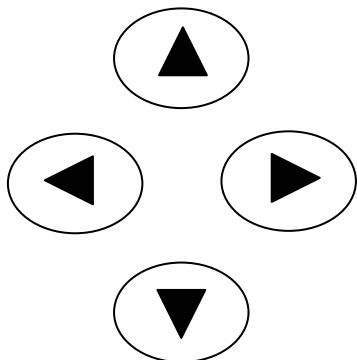
Рис. 8.1. Окно результатов измерения

Справа от дисплея анализатора (см. рис. 4.1) расположена клавиатура, состоящая из шести кнопок. С помощью этих кнопок Вы управляете работой анализатора. Дисплей и клавиатура имеют подсветку, что создает удобства в работе с анализатором в затемненных помещениях. Кнопки клавиатуры выполняют следующие функции:

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

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

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



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

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

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

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

Во время работы анализатора на дисплее могут появляться сообщения:

ЖДИТЕ - это сообщение появляется во время стабилизации показаний.

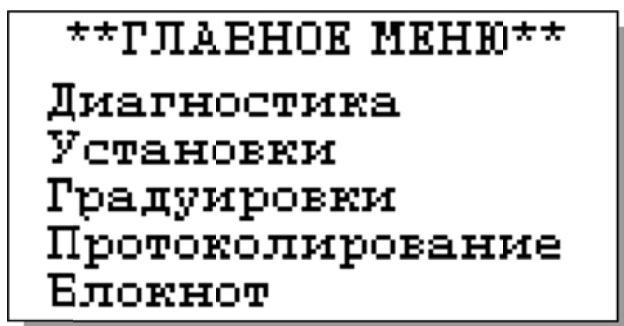
СЕНСОР НЕ ПОДКЛЮЧЕН – это сообщение появляется, когда сенсор не подключен к анализатору или поврежден его кабель.

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

8.2. Главное меню.

Окно измерений ⇒ **Главное меню**

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



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

Рис. 8.2-1. Окно «Главное меню»

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

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Диагностика

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

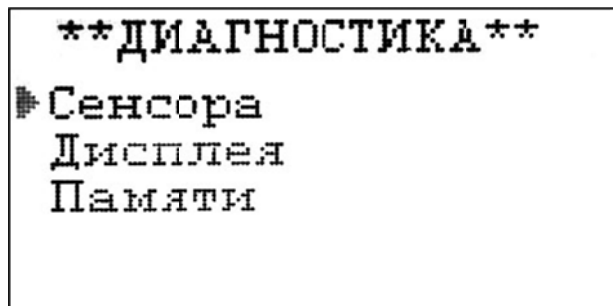
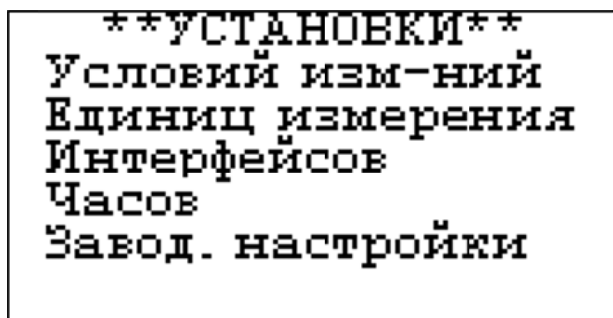


Рис. 8.2-2. Окно «Диагностика»

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

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Установки



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

Рис. 8.2-3. Окно «УСТАНОВКИ»

Градуировки - Вход в меню «Градуировки» позволит Вам провести градуировку нулевой точки анализатора, выполнить градуировку по ПГС и специальную градуировку при помощи УК-01.

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Градуировки

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

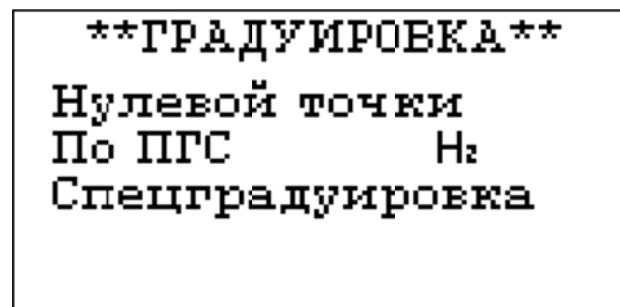
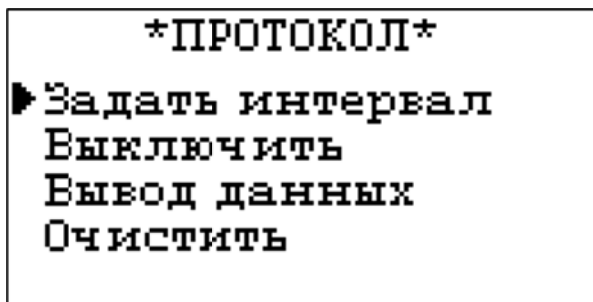


Рис. 8.2-4. Окно «ГРАДУИРОВКИ»

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

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Протоколирование



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

Рис. 8.2-5. Окно «ПРОТОКОЛ»

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

Окно измерений ⇒ Главное меню ⇒ Блокнот

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

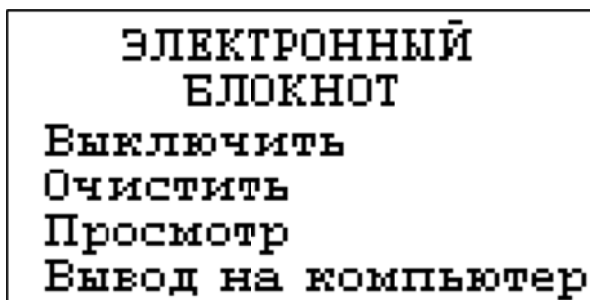


Рис. 8.2-6. Окно «БЛОКНОТ»

8.3. Меню «ДИАГНОСТИКА»

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

Диагностика ⇒ Диагностика сенсора

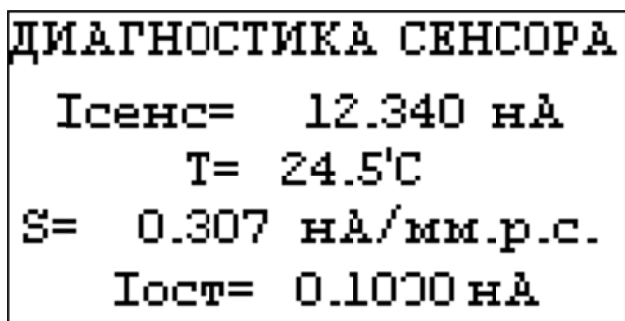


Рис. 8.3-1. Окно «Диагностика сенсора»

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

Диагностика ⇒ Диагностика экрана

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

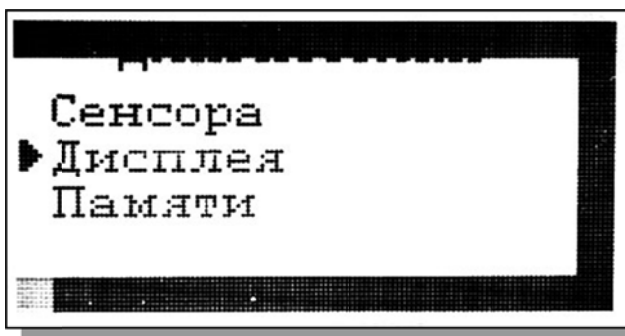


Рис. 8.3-2. Окно «Диагностика экрана»

Диагностика ⇒ Диагностика памяти

Положительное тестирование элементов памяти отражается записью ОК!

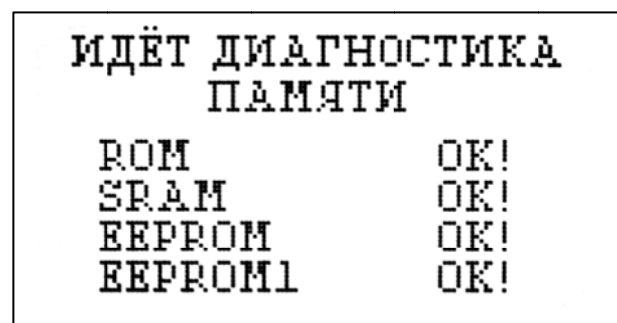


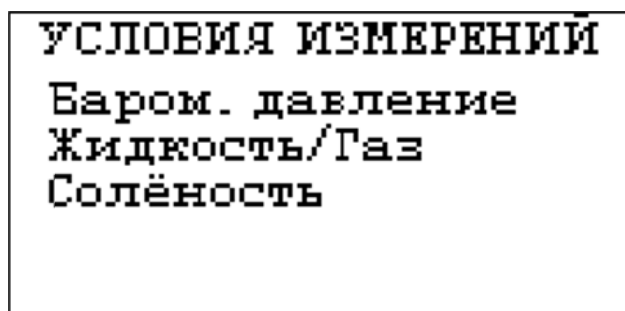
Рис. 8.3-3. Окно «Диагностика памяти»

8.4. Меню «УСТАНОВКИ»

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

Установки ⇒ Условия измерений

Окно «УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ» показано на рис. 8.4-1. Опции «Жидкость/Газ» и «Соленость» выводятся на экран только при выборе единиц измерения водорода принятых в



жидкостях, либо при выборе «Жидкость» при ответе на вопрос о среде, в которой будут проводиться измерения.

Рис. 8.4-1. Окно «УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ»

Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Барометрическое давление

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

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

Установите значение
барометрического
давления и нажмите
'ВВОД'
750.0 ммртст

Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Жидкость/Газ

Введите ошибку
жидкость-газ
2.5%

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

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

Установки ⇒ Условия измерений ⇒ Соленость

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

Рис. 8.4-4. Окно «УСТАНОВКА СОЛЕННОСТИ»

УСТАНОВКА СОЛЁНОСТИ
000.0 г/л

Установки ⇒ Единиц измерения

При выборе опции «Единиц измерения» сначала выбирают измеряемую величину (рис. 8.4-5). В зависимости от выбранной величины на дисплее появится одно из трех окон выбора единиц измерения (рис. 8.4-6...8.4-8).

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

Рис. 8.4-5. Окно «ВЫБЕРИТЕ ИЗМЕРЯЕМУЮ ВЕЛИЧИНУ»

В окне (рис. 8.4-6) можно выбрать единицу измерения массовой концентрации водорода при измерениях в жидкостях: мг/л, мкг/л, PPM-массы. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию как на свойства газопроницаемой мембраны сенсора, так и на температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде.

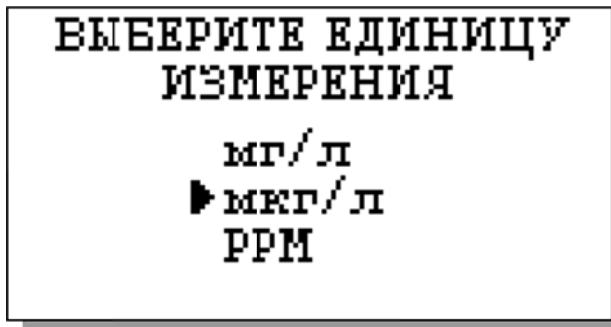


Рис. 8.4-6.

В окне (рис. 8.4-7) можно выбрать объемные проценты, PPM-объема (используются при анализе газов). При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора.

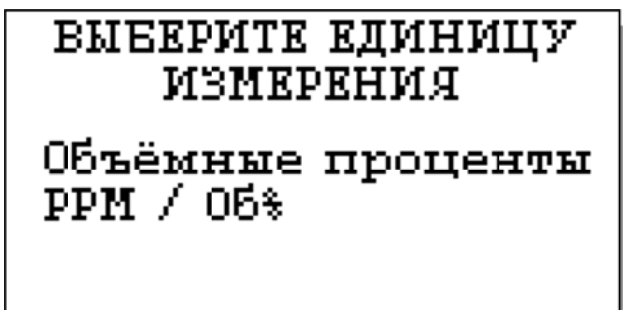


Рис. 8.4-7.

В окне (рис. 8.4-8) можно выбрать единицу измерения парциального давления водорода: мм.рт.ст. или кПа. Измерения в этих единицах используются как для анализа газов, так и жидкостей. Поэтому предварительно потребуется ответить на вопрос о выборе среды (рис. 8.4-9).

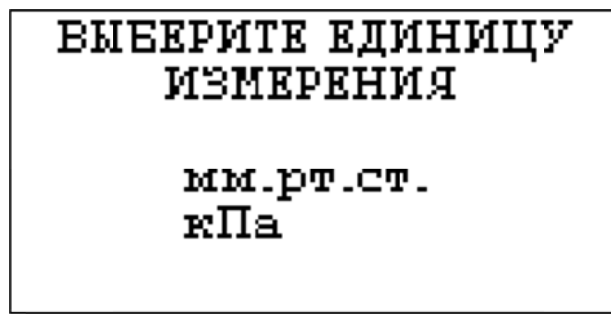


Рис. 8.4-8.

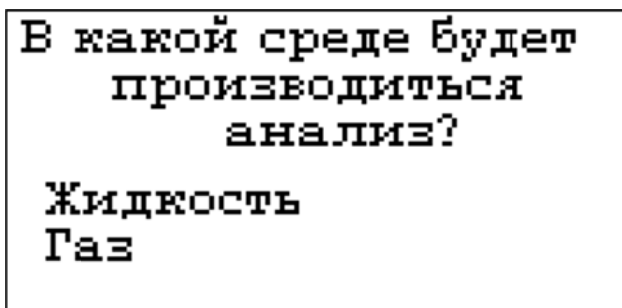


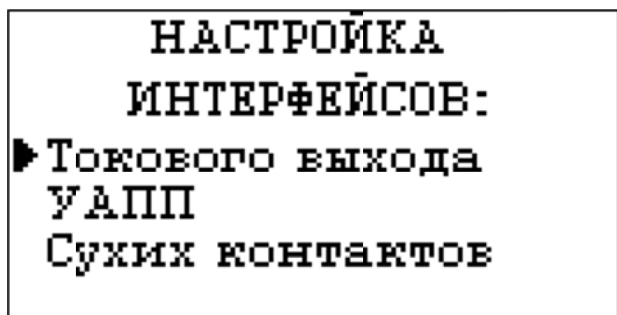
Рис. 8.4-9. Выбор среды измерений

При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию на свойства газопроницаемой мембраны сенсора, а при выборе опции «Жидкость» анализатор будет

также компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как «Коэффициент Жидкость-Газ».

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

Установки ⇒ Интерфейсов



При входе в опцию «Интерфейсов» анализатор предлагает Вам выбрать для настройки интерфейсное устройство (рис. 8.4-10).

Рис. 8.4-10. Окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ»

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ Токового выхода

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» выберите опцию «Токового выхода». На дисплее анализатора в течение 5 секунд высвечивается окно, показанное на рис. 8.4-11.

Рис. 8.4-11. Текущие параметры токового выхода

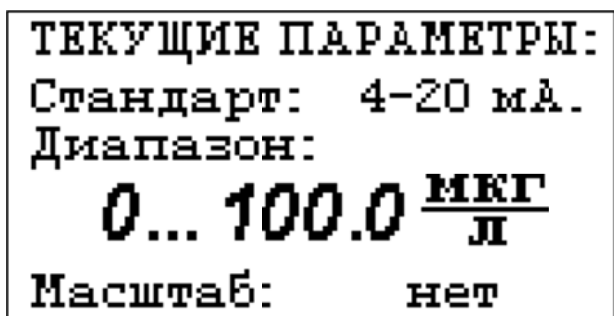
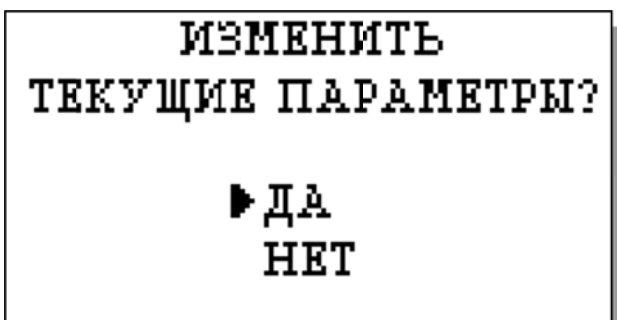


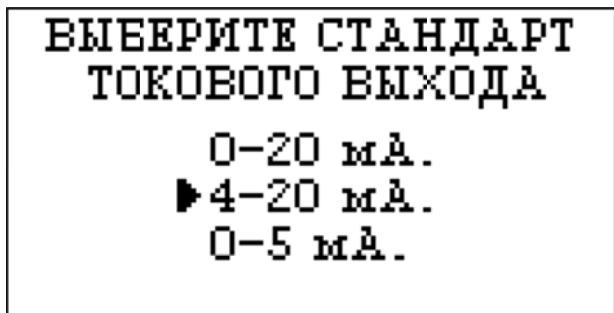
Рис. 8.4-12.

Затем появится окно, показанное на рис. рис. 8.4-12. Если Вы хотите оставить параметры без изменений, выберите «НЕТ». Анализатор возвращается в окно настройки интерфейсов.



Если Вы хотите изменить настройки токового выхода, выбирайте «ДА», и на дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.4-13.

Рис. 8.4-13. Окно выбора стандарта токового выхода



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

После выбора стандарта на дисплее появится окно, показанное на рис. 8.4-14. С помощью кнопок перемещения курсора установите диапазон шкалы самописца.

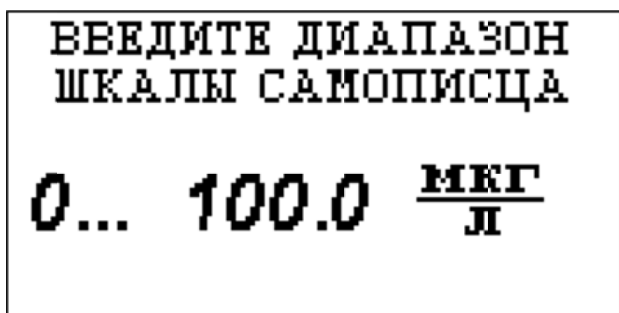
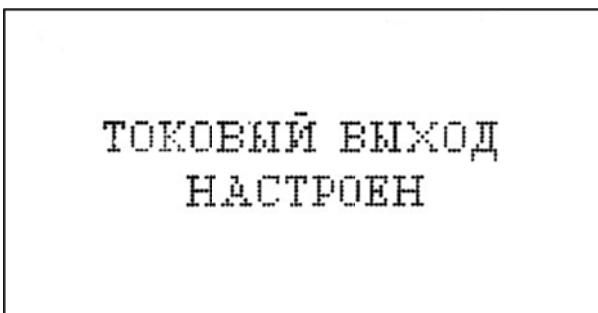
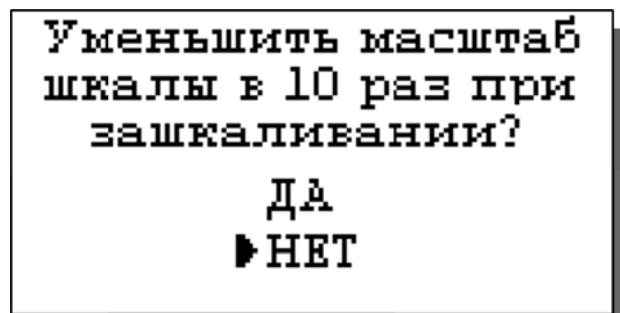


Рис. 8.4-14. Окно настройки шкалы самописца

После нажатия «ВВОД» появится окно, показанное на рис. 8.4-15. Если Вы хотите чтобы при зашкаливании токового выхода масштаб шкалы уменьшался в 10 раз, выберите «ДА».

Рис. 8.4-15. Окно переключения масштаба шкалы токового выхода



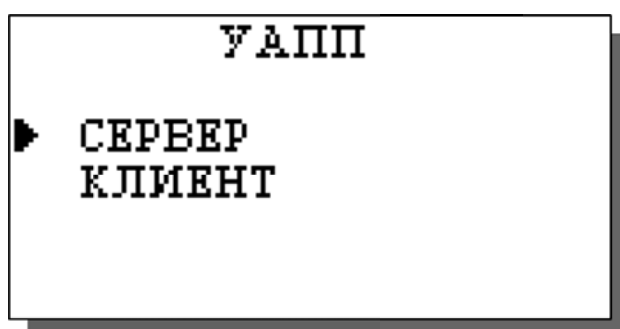
После появления сообщения о том, что токовый выход настроен (см. рис. 8.4-16) анализатор перейдет в режим измерений.

Рис. 8.4-16. Окно информации

В случае превышения сигналом токового выхода установленных пределов, на дисплее анализатора загорится индикатор превышения диапазона шкалы самописца. При этом раздастся прерывистый звуковой сигнал. Для его отключения нажмите «ОТМЕНА» и удерживайте её в течение 5 с в нажатом состоянии. Если показания не возвращаются в установленный диапазон, откорректируйте диапазон шкалы самописца (рис. 8.4-14).

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ УАПП

В составе анализатора имеются 2 универсальных асинхронных приемопередатчика (УАПП), один из которых работает в режиме сервера и выдает в цифровом виде информацию о результатах измерений, другой работает в режиме клиента и служит для дистанционного управления выносными измерительными преобразователями прибора.



УАПП в режиме клиента не входит в базовую комплектацию, его наличие оговаривается заранее в условиях поставки. На рис. 8.4-17 представлено окно выбора УАПП для настройки.

Рис. 8.4-17. Окно выбора УАПП

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

Если выбран RS-485, то при выборе УАПП на дисплее появится окно, представленное на рис. 8.4-18.

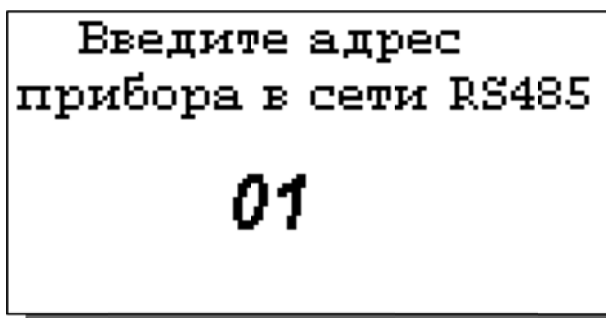
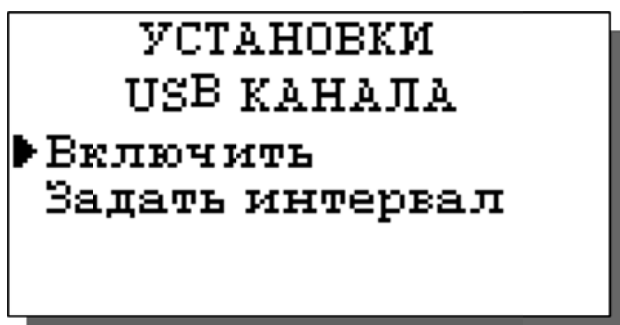
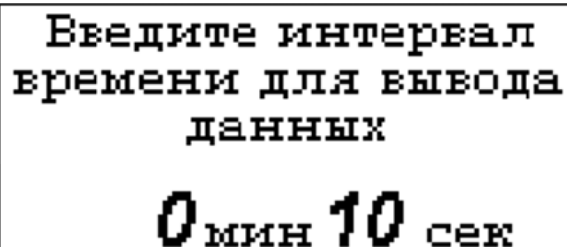


Рис. 8.4-18. Окно выбора адреса прибора в сети RS485



Если же выбран USB, то в окне на рис. 8.4-19 можно включить или выключить передатчик, а также задать интервал времени между отправками информации на терминал компьютера (см. рис. 8.4-20).

Рис. 8.4-19. Окно установок USB канала

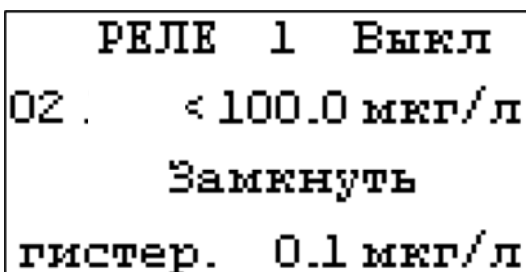


Введите интервал
времени для вывода
данных
0 мин **10** сек

Рис. 8.4-20. Окно установок USB канала

Установки ⇒ Интерфейсов ⇒ Сухих контактов

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.4-10) выберите опцию «Сухих контактов» и нажмите «ВВОД». На дисплее появится картинка, изображенная на рис. 8.4-21.



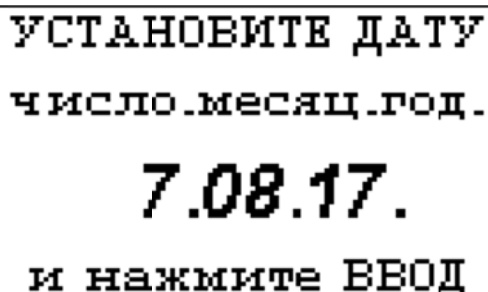
РЕЛЕ 1 Выкл
02 . < 100.0 мкг/л
Замкнуть
гистер. 0.1 мкг/л

Рис. 8.4-21. Окно настройки сухих контактов

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

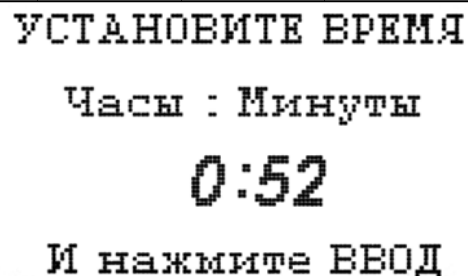
Установки ⇒ Часов

Установка часов осуществляется в окне «УСТАНОВКИ». Выберите опцию «Часов» и нажмите «ВВОД». Установите дату и время (см. рис. 8.4-22 и 8.4-23) и нажмите «ВВОД».



УСТАНОВИТЕ ДАТУ
число.месяц.год.
7.08.17.
и нажмите ВВОД

Рис. 8.4-22. Окно установки даты



УСТАНОВИТЕ ВРЕМЯ
Часы : Минуты
0:52
И нажмите ВВОД

Рис. 8.4-23. Окно установки времени

После ввода текущего времени и даты анализатор перейдет в окно измерений. В нижней строке окна будут высвечиваться время и дата. При активизации протоколирования

записи данных во внутреннюю энергонезависимую память и электронный блокнот будут производиться в установленной шкале времени.

8.5 Меню «ПРОТОКОЛ»

Главное меню ⇒ Протоколирование

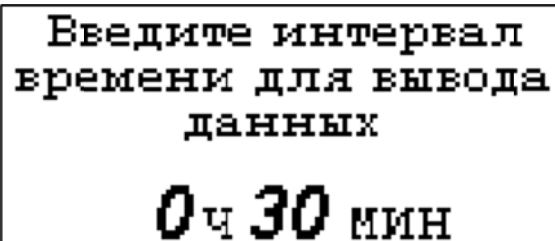
В меню *ПРОТОКОЛ* (см. рис. 8.2-5) предусмотрена возможность очистить память протокола, включить (выключить) протоколирование, задать интервал протоколирования и вывести результаты.

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

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

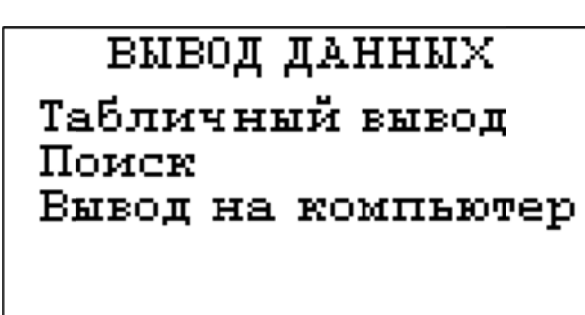
Объем памяти позволяет произвести более 15000 записей.

Рис. 8.5-1. Окно установки интервала протоколирования



Введите интервал
времени для вывода
данных

0ч 30 мин



ВЫВОД ДАННЫХ
Табличный вывод
Поиск
Вывод на компьютер

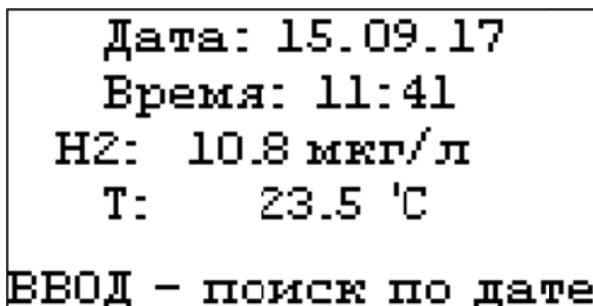
В опции «Вывод данных» можно выбрать способ вывода результатов измерений: на дисплей анализатора или на компьютер (см. рис. 8.5-2).

Рис. 8.5-2. Окно вывода данных

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

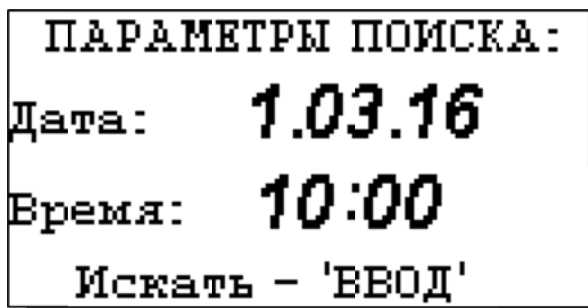
При табличном выводе с помощью кнопок «ВПРАВО», «ВЛЕВО» Вы можете пролистывать протокол данных.

Рис. 8.5-3. Окно табличного вывода протокола



ВВОД - поиск по дате
Дата: 15.09.17
Время: 11:41
H2: 10.8 мкг/л
T: 23.5 °C

При нажатии «ВВОД» в окне табличного вывода или выборе опции «Поиск» в окне



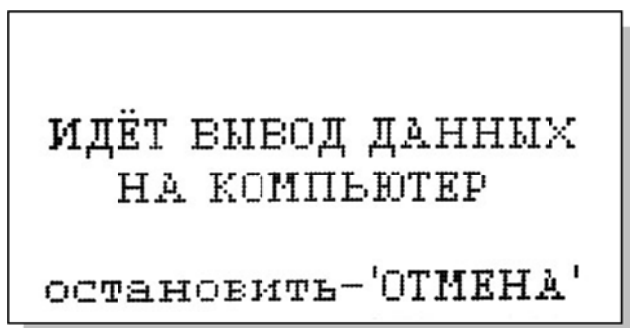
ПАРАМЕТРЫ ПОИСКА:
Дата: 1.03.16
Время: 10:00
Искать - 'ВВОД'

вывода данных можно перейти в окно поиска.

С помощью кнопок перемещения курсора установите дату и время для поиска данных в протоколе и нажмите «ВВОД». Результатом поиска станет окно, показанное на рис. 8.5-3.

Рис. 8.5-4. Окно поиска данных по дате

При выборе опции «Вывод данных на компьютер осуществляется передача протокола данных на компьютер по цифровому каналу (рис. 8.5-5). При этом на дисплее появится информация о выводе данных.



ИДЁТ ВЫВОД ДАННЫХ
НА КОМПЬЮТЕР
ОСТАНОВИТЬ - 'ОТМЕНА'

Рис. 8.5-5. Окно вывода данных на компьютер

8.6 Меню «БЛОКНОТ»

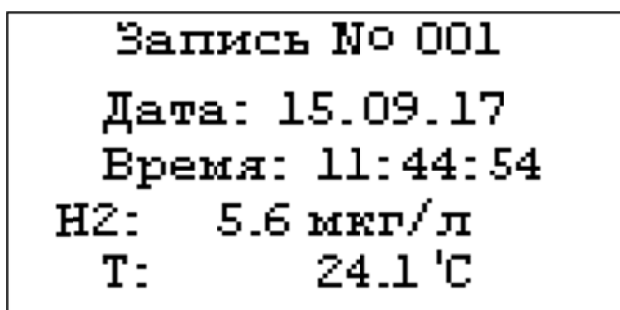
Главное меню ⇒ Блокнот

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

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

При выборе опции «Просмотр» откроется окно, показанное на рис. 8.6-1.

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



Запись № 001
Дата: 15.09.17
Время: 11:44:54
H2: 5.6 мкг/л
T: 24.1 °C

Рис. 8.6-1. Окно «Запись в блокноте».

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

9. ГРАДУИРОВКА АНАЛИЗАТОРА.

В анализаторе реализованы следующие виды градуировок:

- Градуировка по нулевой точке;
- Градуировка по ПГС;
- Специальная градуировка при помощи УК-01.

9.1. Процедура градуировки нулевой точки анализатора.

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

При градуировке по воздуху АСрН₂ 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 проведения градуировки нулевой точки анализатора по атмосферному воздуху, в меню ****ГРАДУИРОВКА**** (рис. 8.2-4) выбирается соответствующая опция и выполняются инструкции (рис. 9.1-1, 9.1-2).

ГРАДУИРОВКА НУЛЯ
Установите сенсор в
в среду с нулевым
содержанием Н₂
и нажмите ВВОД

Рис. 9.1-1.

ГРАДУИРОВКА НУЛЯ
после стабилизации
показаний нажмите
'ВВОД'
0.0306%

Рис. 9.1-2

Для точной градуировки нулевой точки амперометрический сенсор должен быть подключен к анализатору не менее 12 часов. Если амперометрический сенсор перед проведением градуировки не отключался от анализатора и находился на воздухе или в среде с низким содержанием водорода, то показания анализатора должны снизиться до значений 0 - 5 мкг/дм³ (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».

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

ВНИМАНИЕ ! Если Вам необходимо проводить измерения следовых концентраций водорода в жидких или газообразных средах с высокой точностью, рекомендуется тщательно проводить градуировку нулевой точки. Для этого необходимо убедиться в стабильности показаний анализатора в течение, по крайней мере, 15 минут (см. рис. 9.2-4). Если перед градуировкой нулевой точки АСрН₂ находился в среде с высоким содержанием водорода измерительную камеру следует более тщательно продувать 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 градуировки нулевой точки является необходимым условием для освобождения поверхности измерительного электрода от адсорбированного водорода.

Периодичность проведения градуировки 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 градуировку 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. %), градуировку 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.

9.2. Градуировка по поверочным газовым смесям.

При данной градуировке 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.

9.2.1. Градуировка анализатора по водородосодержащим ПГС.

Для проведения градуировки анализатора по ПГС предварительно установите единицу измерения об. %. АСрН₂ может оставаться в измерительной камере. Если перед этим проводились измерения в жидких средах, то из измерительной камеры необходимо слить оставшуюся жидкость. Для этого ИК достают из держателя и поворачивают на 180 °. При помощи побудителя расхода ИК продувают атмосферным воздухом (см. п. 9.2.), после чего измерительную камеру опять устанавливают в держатель. 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 баллоне с ПГС) устанавливают расход газовой смеси 2-5 пузырьков в секунду.

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

Далее в меню ****ГРАДУИРОВКА**** (рис. 8.2-4) выбирается соответствующая опция и выполняются инструкции (рис. 9.3-1...9.2-3).

Рис. 9.2-1.

ПО ОБРАЗЦОВОЙ МЕРЕ
Введите
концентрацию
водорода
010.40 06%

Рис. 9.2-2.

ПО ОБРАЗЦОВОЙ МЕРЕ
после стабилизации
показаний нажмите
'ВВОД'
10.3006%

Рис. 9.2-3.

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

Алгоритмы АВП-01 позволяют проводить градуировку по ПГС в любой выбранной единице измерения, а при измерениях переходить в другие единицы. При этом не требуется проводить градуировку 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 градуировки определяется необходимой точностью измерений, учитывая, что чувствительность АС может изменяться во времени. Благодаря оптимизации условий работы и внутренних параметров АС обеспечивают стабильность показаний при постоянном барометрическом давлении, температуре и концентрации водорода не хуже 3-5 % в течение 3-х недель. Если Вас удовлетворяет данная точность, то градуировку можно проводить 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.

9.2.2. Градуировка по чистому водороду.

Допускается градуировка 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 к входной трубке измерительной камеры, выходную трубку камеры подключить к гидрозатвору или погрузить в стакан с водой. При этом большая часть

цинка должна раствориться в серной кислоте. После стабилизации показаний проведите градуировку согласно методике п. 9.2.1.

9.3. Процедура специальной градуировки анализатора.

При специальной градуировке анализатора в качестве образца с известным содержанием водорода используют водородосодержащую газовую смесь, получаемую с помощью установки для приготовления поверочных газовых смесей УК-01 (см. рис. 9.3).

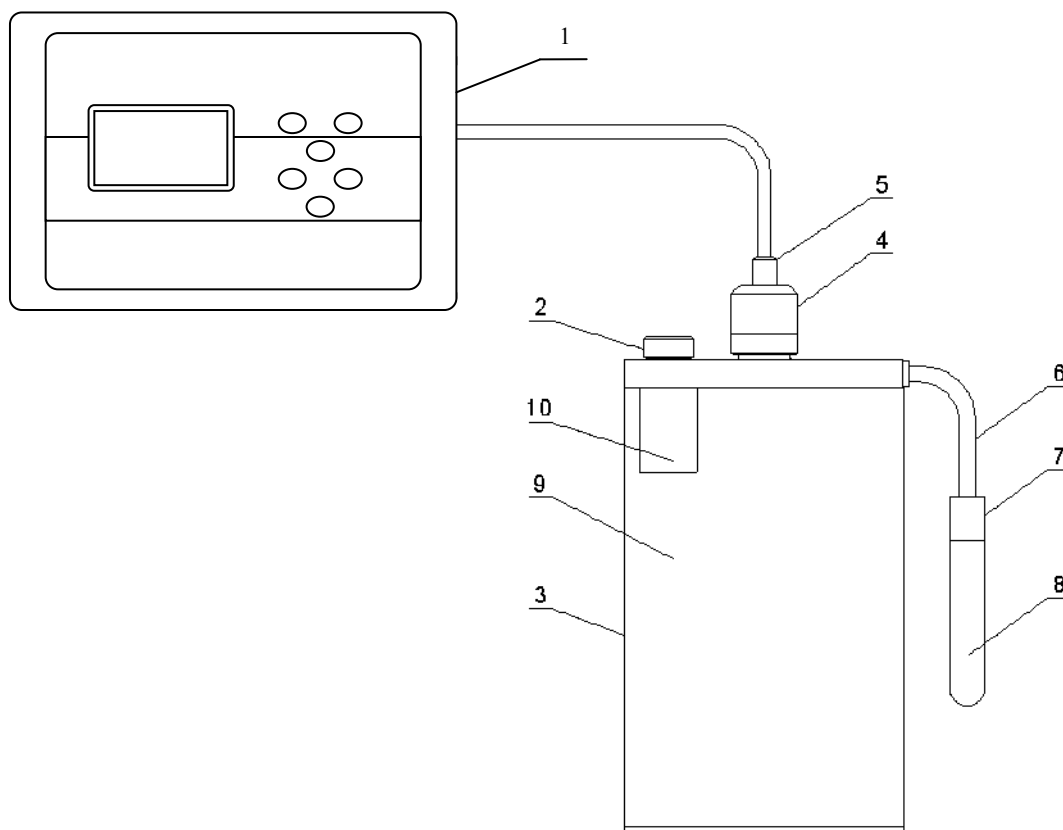


Рис. 9.3. Схема установки для специальной градуировки..

1 – Измерительный блок АВП, 2 - вентиль, 3 – сосуд для приготовления ПГС, 4 - гайка, 5 – амперметрический сенсор, 6 – входная трубка, 7 - реактор. 8 – 50% аккумуляторная кислота, 9 – ПГС, 10 - гидрораствор.

АС достают из измерительной камеры и с помощью фильтровальной бумаги или марлевого тампона удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности АС. Градуировку 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 градуировку анализатора по ПГС проводят следующим образом. Собирают установку для приготовления ПГС в соответствии с рис. 9.3. 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 H_2 в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10.

Далее в меню ****ГРАДУИРОВКА**** (рис. 8.2-4) выбирается соответствующая опция и выполняются инструкции (рис. 9.4-1...9.4-3).



Рис. 9.4-1.

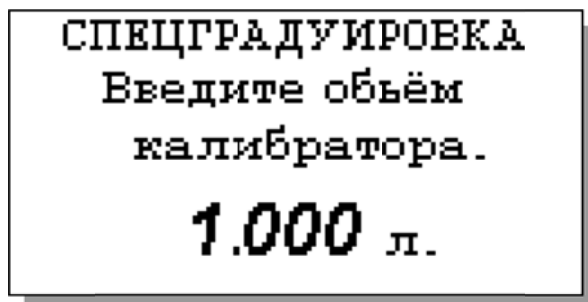


Рис. 9.4-2.

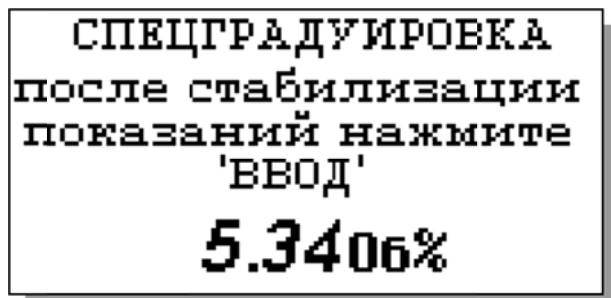


Рис. 9.4-3.

На дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высветится сообщение «ГРАДУИРОВКА ЗАВЕРШЕНА!».

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

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

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

В 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-01.

10.1. Определение водорода в газах.

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

Для контроля содержания водорода в воздухе производных помещений $АСрН_2$ устанавливают в ИКПГ. Для предупреждения аварийных ситуаций превышения допустимого уровня водорода следует воспользоваться реализованными в АВП-01 возможностями включения аварийной сигнализации и позиционного регулирования (см. рис. 8.4-21) (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 $АСрН_2$. Принципиальная схема УПП-01 показана на рис. 10.1.

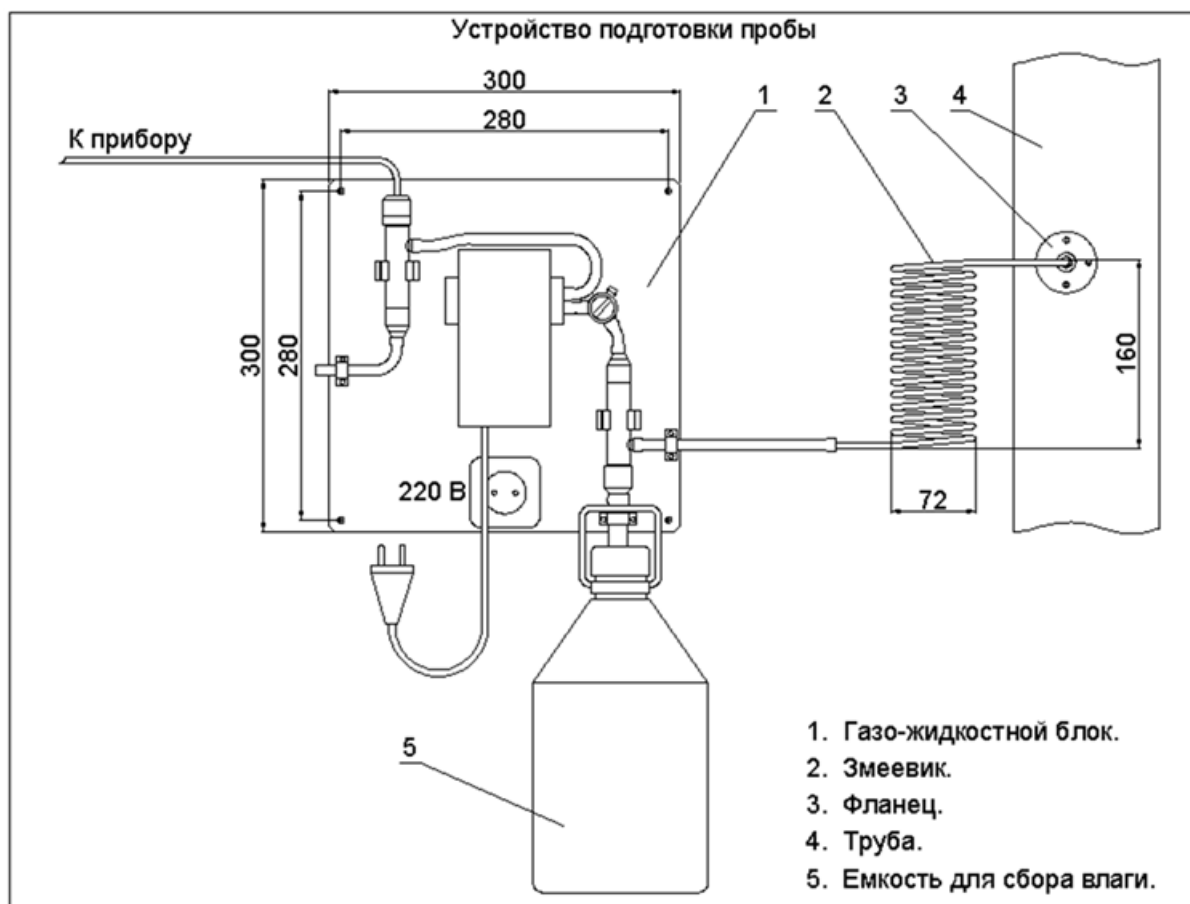


Рис. 10.1 Принципиальная схема УПП-01.

10.2. 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 расхрупчивание). 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-01Т. Анализаторы должны устанавливаться по месту или на щите. Для этого необходимо на линии входа анализируемой пробы установить регулятор давления (дроссель) и холодильник. Регулятор давления должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру (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 градуировку 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 (с номенклатурой стандартных переходников Вы можете ознакомиться на нашем сайте). При установке АСрН₂-03 или АСрН₂-04 в измерительную камеру убедитесь в наличии герметизирующего резинового кольца (см. рис. 3.6, 3.7). Для обеспечения независимости показаний от скорости потока установите в трубке пробоотборника расход воды равный 2-50 л/час. Трубку, соединенную с выходным штуцером измерительной камеры положите в сливной лоток.

10.3. Аналитический контроль водорода в сосудах и трубопроводах работающих под давлением.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-01А, в комплект которого входит сенсор АСрН₂-06, снабженный компенсатором внешнего давления. Этот тип сенсоров может устанавливаться в трубопроводы и байпасные линии через стандартные фланцы. Сенсоры АСрН₂ выпускаются в нескольких исполнениях отличающихся габаритными и присоединительными размерами (см. рис. 3.4). Сенсоры АСрН₂ 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 АСрН₂-06, необходимо отсоединить кабель от сенсора, и на его разъем накрутить защитную заглушку. При этом необходимо убедиться в наличии и целостности герметизирующей прокладки в защитной заглушке. При стерилизации сенсора в биореакторе надевать защитную заглушку не требуется.

Анализаторы АВП-01А в комплекте с АСрН₂-06 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 «Альфа БАССЕНС» (адрес указан на 1 стр.) или с ближайшим официальным дилером. Контактные телефоны официальных дилеров размещены на сайте.

Сервисный центр ООО «Фирма «Альфа БАССЕНС» выполняет весь комплекс 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 пылевлагозащиты корпуса анализатора (IP-65). Каждый анализатор в комплекте с датчиком подвергается испытаниям на надежность, проходит предпродажную подготовку и тестирование работоспособности его основных блоков. В периодической замене нуждается только батарейка, установленная в нижнем отсеке анализатора. Как правило, замена батарейки осуществляется при каждом втором техническом обслуживании анализатора перед представлением его для ежегодной периодической поверки в органы ГОССТАНДАРТа РФ.

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

- Нарушена целостность мембраны. Внешним признаком этого служат видимые капельки электролита на 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 градуировке 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. 3.5) и промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде. С помощью фильтровальной бумаги удалите капли воды и тщательно просушите торцовую часть стеклянной гильзы.
2. В главном меню войдите в опцию диагностика сенсора. (см. п. 8.3.1).
3. Если ток сенсора ($I_{\text{сенса}}$) имеет близкое к нулю значение 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 «Фирма

Альфа БАССЕНС». Ремонт такого сенсора возможен только в случае обрыва кабеля у разъема. При недопустимо высоких механических нагрузках на кабель может также произойти обрыв проводов кабеля датчика температуры. В этом случае тест проведет анализатор и высветит на дисплее надпись «Датчик не подключен». В этом случае также свяжитесь с сервисным центром ООО «Фирма Альфа БАССЕНС»

11.3 Измерительная камера.

При проведении анализов в потоке жидкостей содержащих большое количество взвешенных частиц на внутренней поверхности измерительной камеры появляются отложения, ухудшающие ее прозрачность. В этом случае Вам следует ее прочистить с помощью марлевого тампона закрепленного на деревянной палочке. Для эффективности очистки можно использовать любые моющие средства, например стиральный порошок. Использовать 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 И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

Внешние проявления	Вероятные причины	Способы устранения
1. Анализатор не включается	Вышел из строя предохранитель	Заменить предохранитель.
2. На дисплее анализатора загорается сообщение «Сенсор не подключен»	1. Сенсор не подключен к анализатору 2. Обрыв кабеля	Открыть внутренний отсек анализатора и подключить сенсор Свяжитесь с сервисным центром по вопросу ремонта или замены.
3. Показания не чувствительны к изменению концентрации водорода.	1.Высох раствор электролита 2. Обрыв кабеля	Долить раствор электролита или заменить мембранный колпачок Выполнить Тест №2 (см. п.11). При отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены.
4. При градуировке по воздуху сенсор имеет большой остаточный ток.	1. Высох раствор электролита. 2. Нарушено сопротивление изоляции в сенсоре или в разъеме сенсора. 3.Вытянулась газопроницаемая мембрана	Заменить раствор электролита. Произвести внешний осмотр сенсора и выполнить Тест №1. При отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены сенсора. 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.

**Паспорт
на
АНАЛИЗАТОР ВОДОРОДА ПРОМЫШЛЕННЫЙ
АВП-01**

НЖЮК 4215-002-66109885-2010 ПС

Согласовано в части методики поверки
Главный метролог ГП ВНИИФТРИ
А.С. Дойников А.С. Дойников



Москва 2017

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.

Анализаторы водорода АВП-01 (в дальнейшем - анализаторы) предназначены для производственного анализа (“непрерывного анализа”, “анализа на линии” или “технологического анализа”) концентрации (c_{H_2}), парциального давления водорода (p_{H_2}), и температуры (T) в жидких и газообразных средах.

Анализаторы, благодаря своей универсальности и широкому ассортименту используемых амперометрических сенсоров (АС), могут применяться для решения разнообразных задач аналитического контроля водорода практически во всех отраслях народного хозяйства: в атомной и тепловой энергетике, химической и нефтяной промышленности и т.д.

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

Анализаторы относятся к:

- видам климатических исполнений У3 и Т1 по ГОСТ Р50444-92;
- группе 2 в части воспринимаемых механических нагрузок по ГОСТ Р50444-92;
- по электробезопасности анализаторы удовлетворяют требованиям ГОСТ Р50267.092 и выполнены по классу защиты II, типа В. Анализаторы выполнены в герметичном водонепроницаемом корпусе класса промышленной защиты IP-65.

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

Таблица 1.

Обозначение исполнения анализатора	Обозначение АС и аксессуаров входящих в комплект поставки	Назначение и области применения анализатора АВП-01
АВП-01 Г ТУ 4215-002-66109885-2010	АСрН₂-03 Измерительная камера ИКПГ Побудитель расхода (груша)	<p>Предназначен для измерений концентрации водорода в газообразных средах. 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.</p>
АВП-01 Т ТУ 4215-002-66109885-2010	АСрН₂-04 Измерительная камера ИКПЖ с обратным клапаном	<p>Измерения водорода в воде в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Для контроля процессов водохимподготовки в атомной и тепловой энергетике: ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети, котельные. Применяются в химической, нефтяной, пищевой промышленности и военно-промышленном комплексе.</p>
АВП-01 А ТУ 4215-002-66109885-2010	АСрН₂-06 Стерилизуемые сенсоры при температуре 143 °С и давлении 3 ати. Выполнен в корпусе из нержавеющей стали Типоразмер уточняется при заказе.	<p>Предназначен для измерений концентрации водорода в жидких и газообразных средах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры могут устанавливаться в биореакторы отечественного и импортного производств. Анализаторы АВП-01А также могут применяться в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, когда необходимо проводить измерения концентрации водорода при высоких давлениях.</p>

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические характеристики анализатора АВП-01 приведены в таблице 2.

Таблица 2.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
<p>Диапазоны показаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрации водорода, мкг/дм³ - концентрации водорода, мг/дм³ - процентного содержания водорода в газах, об. % - парциального давления водорода, мм.рт.ст кПа - температуры анализируемой жидкости, °С 	<p>0 - 2000</p> <p>0 – 20.00</p> <p>0 – 20.00; 0 – 200.0</p> <p>0 – 200.0; 0 – 2000</p> <p>0 – 20.00; 0 – 200.0</p> <p>0 – 50.0</p>
<p>Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности анализатора при измерении:</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрации водорода в жидкостях, в диапазонах: 0 - 200 мкг/дм³ 200 - 2000 мкг/дм³ 2.00 – 20.00 мг/л - процентного содержания водорода в газах в диапазонах: 0 - 20 об. % 20 - 100 об. % - парциального давления водорода в диапазонах: 0 - 20 кПа 20 - 200 кПа 0 – 200 мм.рт.ст. 200 – 2000 мм.рт.ст. - температуры, °С 	<p>$\pm (2.0+0.03*A)$</p> <p>$\pm (0.05*A-2)$</p> <p>$\pm (0.10*A-0.1)$</p> <p>$\pm (0.1 +0.03*A)$</p> <p>$\pm (0.05*A-0.3)$</p> <p>$\pm(0.1+0.03*A)$</p> <p>$\pm(0.05*A-0.3)$</p> <p>$\pm(1.0+0.03*A)$</p> <p>$\pm(0.05*A-3)$</p> <p>± 0.3</p>
<p>Пределы допускаемой систематической погрешности «Жидкость-газ»¹, %, не более</p>	3
<p>Время установления 90 % показаний при “скачкообразном” изменении концентрации водорода при 25 °С, сек, не более</p>	30
<p>Автоматическая система синфазной температурной компенсации</p>	<p>На свойства мембраны и на коэффициент растворимости водорода</p>

Виды градуировок: По нулевой точке Градуировка по ПГС Спецградуировка	по воздуху по ПГС с помощью УК-01
Коррекция барометрического давления	есть
Коррекция на соленость	есть
Тревожная сигнализация по верхнему и нижнему регулируемым пределам содержания водорода	Звуковая, световая, “сухие контакты”
Время установления рабочего режима после включения, мин, не более	5
Токовый выход, мА	0/4 – 20, или 0 - 5
Возможность настройки шкалы самописца на требуемый диапазон измерения и задания коэффициента масштабирования (Км) при аварийном зашкаливании самописца	есть Км=10;
Возможность протоколирования результатов измерений с их сохранением в памяти анализатора и отображением на дисплее в табличном виде.	есть
Электронный блокнот	есть
Выходы на компьютер	RS-485(USB)
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы амперометрического сенсора	Не ограничен
Средний срок службы анализатора, лет, не менее	10
Потребляемая мощность, В*А, не более	5
Напряжение питания	36/220 В, 50 Гц
Дисплей с подсветкой	Графический
Клавиатура с подсветкой	Кнопочная
Габаритные размеры, мм, не более: - измерительного устройства - графического дисплея - измерительной камеры - амперометрического сенсора - длина кабеля, не менее, м	200x200x100 80x50 100x90x30 16x80 2
Масса анализатора, кг, не более	2.0

Примечание:

А - показания анализатора в выбранной единице измерения.

3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входят изделия перечисленные в табл. 3

Таблица 3.

Наименование	Обозначение документа	Количество
1. Устройство измерительное АВП-01	НЖЮК.2.001.003.007-01	1
2. Сенсор амперометрический	НЖЮК 4215-002-66109885- 2010	1*
3. Камера измерительная	НЖЮК 4.146.001-02	1*
Инструменты и принадлежности		
4. Флакон с электролитом	НЖЮК 6.870.062-01	1
Запасные части		
5. Корпус АСрН ₂ в сборе	НЖЮК 4.001.001.001-03.01	3
6. Кольцо резиновое	НЖЮК 8.623.160-01	1
Эксплуатационная документация		
7. Комплект эксплуатационной документации, паспорт.	НЖЮК 4215-002.1- 66109885-10РЭ	1

*) определяется вариантом поставки

4. ПОВЕРКА АНАЛИЗАТОРА.

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

4.2. Условия поверки и подготовка к ней.

4.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

4.2.2. Перед проведением поверки анализатора необходимо выполнить подготовительные работы. Для этого разместите поверяемое изделие и необходимое оборудование на рабочем столе, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей. Затем подготовьте анализатор к работе согласно разделу “Подготовка к работе” настоящего руководства по эксплуатации.

4.3. Проведение поверки.

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

4.3.2. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

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

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

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

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

При измерениях p_{H_2} и c_{H_2} в жидкостях анализатор автоматически корректирует эту погрешность. Благодаря этому разница показаний анализатора при измерениях p_{H_2} и c_{H_2} в жидкости и газе находящимся с ней в состоянии динамического равновесия, оказывается скомпенсированной. Введение автоматической коррекции систематической погрешности «жидкость-газ» позволяет испытания по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения парциального давления и концентрации растворенного в воде водорода проводить по методикам описанным в п.п. 4.3.4.1 - 4.3.4.2, используя при этом ПГС. Перед проведением этих испытаний определяют коэффициент «жидкость-газ» и вводят его значение в анализатор для последующей автоматической коррекции результатов измерений (Рис. 8.4-3, РЭ).

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

Испытания могут проводиться как по аттестованным поверочным водородосодержащим газовым смесям (ПГС) поставляемым в баллонах (п. 4.3.4.1), так и по газовым смесям получаемым в установке УК-01 (п. 4.3.4.2) .

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

Для проведения испытаний собирают установку показанную на рис. 4.1

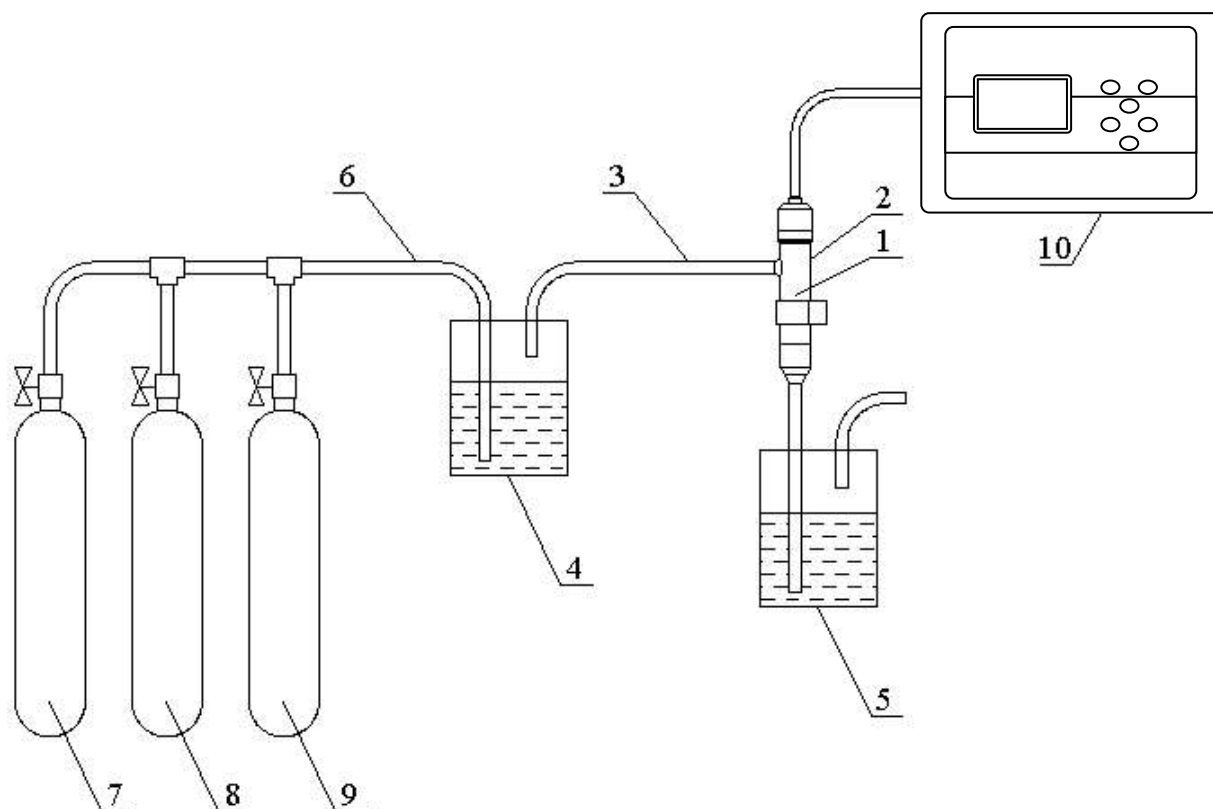


Рис. 4.1. Схема установки испытаний анализатора кислорода АКПМ-1-01.

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

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

- Поочередно подсоединяют выходную трубку (6) измерительной камеры 2 к баллонам (1, 2, 3) с аттестованными поверочными газовыми смесями водорода с азотом:
 - "Газ №1" - 0% водорода (допускается использовать атмосферный воздух),
 - "Газ №2" - 15 ± 5 % водорода в азоте,
 - "Газ №3" - 90 ± 5 % водорода в азоте (допускается использовать водород получаемый в результате растворения металлического цинка в разбавленной серной кислоте).

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

$$X_j = Y_j \quad (1)$$

$$(pH_2)_j = B * Y_j \quad (2)$$

$$C_j = (C_{H_2})_{табл} * X_j / 100 \quad (3)$$

где: B – барометрическое давление;

Y_j – процентное содержание водорода в ПГС;

X_j , $(pH_2)_j$ и C_j – расчетные значения процентного содержания (об. %), парциального давления водорода (мм. рт. ст. или кПа) и концентрации растворенного водорода (мкг/л, мг/л), соответствующие j -ой ПГС;

J – номер ПГС

$(C_{H_2})_{табл}$ – табличные значения концентрации растворенного в воде водорода, при температуре измерения (t) (данные берутся из таблицы в П2).

t – температура измерения, °C

Вычисляют значения основной абсолютной погрешности для каждого измерения ($\Delta j i$)

по формуле

$$\Delta j i (об. \%) = | A_j i (об. \%) - X_j | \quad (4)$$

$$\Delta j i (pH_2) = | A_j i (pH_2) - (pH_2)_j | \quad (5)$$

$$\Delta j i (C_{H_2}) = | A_j i (C_{H_2}) - C_j | \quad (6)$$

где: $A_j i$ – показания анализатора в выбранной оператором единице измерения для j -го ПГС и i -го измерения;

i – порядковый номер измерения, $i = 3 \div 5$ в j -ой ПГС;

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

$$\bar{\Delta j} (об. \%) = \sum_i \Delta j i (об. \%) / n \quad (7)$$

$$\bar{\Delta}j_{(pH_2)} = \sum_i \Delta ji(pH_2) / n \quad (8)$$

$$\bar{\Delta}j_{(cH_2)} = \sum_i \Delta ji(cH_2) / n \quad (9)$$

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

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность измерений процентного содержания, парциального давления и концентрации растворенного водорода для каждой из ПГС находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

4.3.4.2. Методика испытаний по определению пределов основной абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода по ПГС, получаемых с помощью установки УК-01 (заменяет методику п.4.3.4.1 при отсутствии ПГС в баллонах).

Определение проводят после градуировки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

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

Собирают установку УК-01 в соответствии со схемой представленной на рис. 9.3 руководства по эксплуатации. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3 для приготовления ПГС и фиксируют с помощью гайки 4.

Испытания по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода в единицах измерения об. %, кПа, мм.рт.ст., мг/л, мкг/л проводят после градуировки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации. Затем измельчают 5-7 гранул металлического цинка и взвешивают три - пять навесок массой от 50 до 300 мг на аналитических весах с погрешностью взвешивания менее 1 мг. Сосуд 3 тщательно продувают атмосферным воздухом с помощью микрокомпрессора и закрывают вентиль 2 на гидрозатворе. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой 8. Одну из навесок металлического цинка бросают в реактор 7 и быстро соединяют его с входной трубкой 6 емкости 3. Для более быстрого протекания реакции рекомендуется навеску цинка измельчить, а реактор 7 погрузить в стакан с теплой водой (50 – 80 °С). Получаемый в реакции растворения цинка водород смешивается с атмосферным воздухом в объеме сосуда 3, образуя поверочную газовую смесь, процентное содержание водорода в которой определяют по формуле

$$Xj = Vj / (Vj + Vc) * 100 \quad (7)$$

где: $V_j = (m_j/M) * 8.31(t+273.15)/B$ - объем водорода, выделенный при растворении навески цинка, л

M - молярная масса цинка, г/моль, $M=65.39$

m_j - масса j -ой навески цинка, г

t - температура ПГС, °С

B - барометрическое давление, кПа

V_c - объем сосуда, л.

После завершения реакции (прекращение образования пузырьков H_2 в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10. После стабилизации показаний (примерно через 5 минут) производят от 3-х до 5-ти измерений с интервалом в 1 минуту. Затем отсоединяют реактор 7 и достают $АСрН_2$ из сосуда 3. Амперометрический сенсор выдерживают в атмосферном воздухе (как ПГС с нулевым содержанием водорода) в течение 25-30 минут. После достижения устойчивых показаний АС в атмосферном воздухе производят их отсчет.

Испытания повторяют для каждой из оставшихся навесок металлического цинка. После каждого испытания сосуд 3 тщательно продувают воздухом с помощью миникомпрессора.

Для каждой ПГС вычисляют значения основной абсолютной погрешности измерений (Δj) по формулам (1) – (9)

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность измерений концентрации (парциального давления) водорода находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2 настоящего паспорта).

4.3.5. Определение времени установления показаний.

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

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

- Выходную трубку ИК отсоединяют от баллонов с ПГС и продувают ИК атмосферным воздухом с помощью побудителя расхода (груша или микрокомпрессор»).
- С помощью редуктора на одном из баллонов устанавливают расход ПГС равный 5 - 10 пузырьков в минуту. После стабилизации показаний $АСрН_2$ в воздухе, выходную трубку подсоединяют к баллону с ПГС и фиксируют время достижения 90% показаний от расчетной концентрации X_{ij} , вычисленной по формуле (1).

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

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

- Собирают установку для приготовления ПГС в соответствии со схемой приведенной на рис. 9.3. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и взвешенную навеску металлического цинка помещают в реактор 7, который быстро соединяют с входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования пузырьков H_2 в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10.
- После стабилизации показаний производят их отсчет. Затем откручивают гайку 4 и достают $ASrH_2$ из емкости 3, фиксируя при этом время достижения 10 % зоны показаний от уровня сигнала сенсора в емкости с ПГС.
- Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если время установления показаний находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2).

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

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

- погружают чувствительную часть $ASrH_2$ и термометр на глубину 20-30 мм в термостатируемый стакан с интенсивно перемешиваемой водой, имеющей температуру поверяемой отметки шкалы;
- после выдержки в воде в течение не менее 5 минут снимают показания температуры термометра анализатора и эталонного термометра.

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

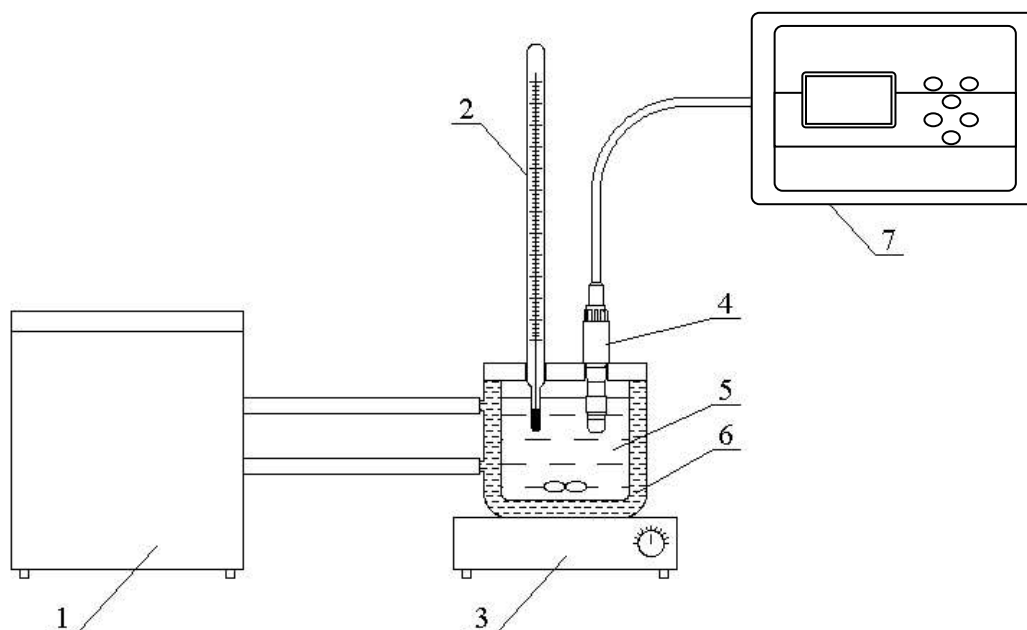


Рис. 4.2. Схема установки испытаний анализатора водорода АВП-01.

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

4.3.6.2. Предел Δ_T основной допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры прибором рассчитывают по формуле

$$\Delta_T = T^0 - T^1 \quad (8)$$

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

T^0 значение температуры среды, измеренное эталонным термометром.

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

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

5. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

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

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

6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

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

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

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

7. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

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

Приложение 2.

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

Перед определением систематической погрешности «жидкость-газ» необходимо обнулить коэффициент, корректирующий данную ошибку (см. рис. 8.4-3, РЭ).

Определение систематической погрешности «жидкость-газ» проводят на установке УК-01, входящей в комплект поставки анализатора. Установку для приготовления ПГС собирают в соответствии со схемой рис. 9.4 РЭ. Сосуд 3 заполняют на $\frac{3}{4}$ объема дистиллированной водой и помещают в него активатор от магнитной мешалки. Затем в него устанавливают амперометрический сенсор 5, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. В гидрозатвор 10 с помощью шприца заливают 3 мл дистиллированной воды и закручивают вентиль 2. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и предварительно взвешенную навеску металлического цинка массой 70 ± 10 мг бросают в реактор 7 и быстро соединяют его с входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования пузырьков H_2 в реакторе 7) входную трубку 6 перекрывают с помощью зажима, и от нее отсоединяют реактор 7. Затем сосуд 3 энергично встряхивают в течение 10 – 15 минут, насыщая дистиллированную воду водородосодержащей ПГС, полученной в результате смешивания воздуха в объеме сосуда и водорода, полученного при растворении навески цинка в разбавленной серной кислоте. Затем сосуд кладут боковой поверхностью на магнитную мешалку, при этом чувствительная поверхность $ASrH_2$ должна находиться в воде. Включают магнитную мешалку и после достижения стабильных показаний производят их отсчет. Затем емкость 3 устанавливают под углом, так чтобы чувствительная поверхность $ASrH_2$ находилась в газовой фазе и на ней не оставалось капель воды. После достижения стабильных показаний производят их отсчет и вычисляют значение коэффициента «Жидкость – газ» по формуле

$$K = (A_{г} - A_{ж})/A_{г} * 100, \quad (5)$$

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

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если вычисленное значение систематической погрешности соответствует техническим характеристикам наверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

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

Систематическая ошибка «Жидкость – газ» также проявляется в зависимости сигнала сенсора от скорости потока. В тех случаях, когда измерения проводят при постоянной

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

Порядок ввода констант термометра

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

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

```

СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ
ГРАДУИРОВОК:
Нулевой точки
▶ Температуры
Электроники
Токового выхода
  
```

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

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

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

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

```

**ГРАДУИРОВКА**
Нижней точки
Верхней точки
Средней точки
Ввод констант
  
```

```

*КОНСТ. ТЕМПЕРАТУРЫ*
N1= 270.10
N2= 43.11
▶ N3= 100.20
  
```

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

Рис. ПЗ-3. Окно «КОНСТАНТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ»

Методика градуировки токового выхода.

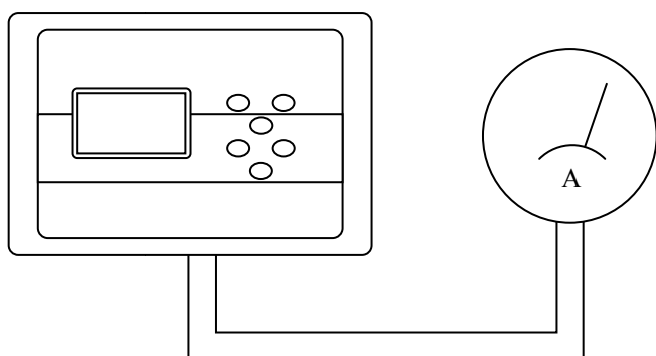


Рис.П4-1. Подключение миллиамперметра к токовому выходу анализатора.

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

Рис. П4-2. Окно градуировки токового выхода.

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

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

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

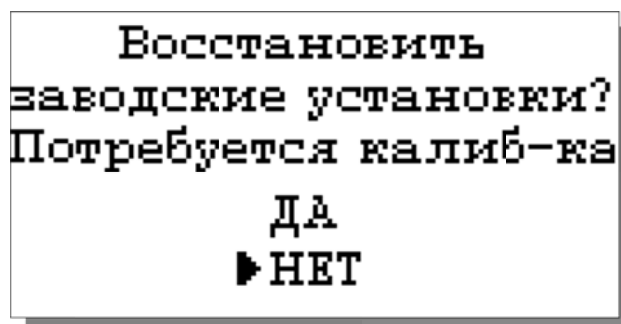
```

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

Восстановление заводских установок

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

Для восстановления заводских параметров нужно войти в окно ****УСТАНОВКИ**** (см. рис. 2.6.2-3) и выбрать опцию «Заводские настройки». Для восстановления заводских установок в диалоговом окне выберите опцию «ДА» и нажмите «ВВОД».



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

Скорость передачи данных: 9600 бит в секунду.

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

Структура данных: Протокол Modicon Modbus (RTU).

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

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

Адрес регистра	Содержит данные...	Описание	Диапазон данных	Пример	
0x0001	H2	Целая часть H2	0.....99	4	4.01
0x0002	H2	Сотые H2	0.....99	1	
0x0003	T	Целая часть T	0.....99	20	20.16
0x0004	T	Десятые T	0.....9	16	

Список литературы

1. Албантов А.Ф., (1982). Исследование и разработка амперометрических сенсоров электрохимических анализаторов кислорода для биологических сред, ВНИИ Центр, М., стр. 1-181
2. Albantov A.F., Levin A.L., (1994). New functional possibilities for amperometric dissolved oxygen sensors, *Biosensors and Bioelectronics*, **9/7**. 515-526
3. Clark, L.C., Jr (1956). Monitoring and control of blood and tissue oxygen tension. *Trans. Am. Artif. Internal Organs*, **2**, 41-48
4. Албантов А.Ф., Албантов Д.А., Поволяев А.Л и др. (2001). Проблемы и решения вопросов измерения кислорода в микрограммовом диапазоне концентраций. Тезисы Всероссийской конференции “Практические и методические аспекты метрологического обеспечения электрохимических измерений, Менделеево, М.О.
5. Албантов А.Ф., Поволяев А.Л., Карпов О.В., Албантов Д.А., Гришин М.В., Стахов А.Ю., (2003). Явления двойной сорбции кислорода в воде. Тезисы II Научно-технического совещания «Проблемы и перспективы развития химического и радиохимического контроля в атомной энергетике», Сосновый бор, Ленинградской обл.
6. Grunewald W. (1971). Einstellzeit der Pt-Elektrode bei Messungen nicht stationärer O₂-Partialdrucke. – *Pflugers Arch*.