

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

**НЖЮК 4215-002-16963232-01 ПС**

## 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 ( $cH_2$ ), парциального давления водорода ( $pH_2$ ), и температуры (Т) 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, относительной влажности воздуха 100 % при температуре 25 °С и атмосферном давлении от 84.0 до 106.7 кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.).

Анализаторы относятся к:  
видам климатических исполнений УЗ и Т1 по ГОСТ Р50444-92;  
группе 2 в части воспринимаемых механических нагрузок по ГОСТ Р50444-92;  
по электробезопасности анализаторы удовлетворяют требованиям ГОСТ Р50267.092 и выполнены по классу защиты II, типа В. Анализаторы выполнены в герметичном 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                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>АВП-01 Л</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АС<math>pH_2</math>-01</b><br><br>Измерительная камера ИКМА или ИКПЖ | Предназначен для измерений концентрации, парциального давления водорода и температуры в жидкостях и газах. Применяется в лабораторных условиях различных промышленных |

|                                            |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |                                                                                                                            | предприятий и научно-исследовательских учреждений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>АВП-01 Г</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АСрН<sub>2</sub>-02</b><br><br>Измерительная камера<br>ИКПГ или ИКДГ<br>Побудитель расхода<br>(груша)                   | 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.                                                                 |
| <b>АВП-01 Т</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АСрН<sub>2</sub>-03</b><br>или<br><b>АСрН<sub>2</sub>-04</b><br><br>Измерительная камера<br>ИКПЖ<br>с обратным клапаном | 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.                                                                                                                   |
| <b>АВП-01 П</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АСрН<sub>2</sub>-05</b><br>Сенсор погружного<br>типа, выполнен в<br>герметичном корпусе<br>из нержавеющей стали         | Предназначен для измерений концентрации водорода в газах и жидкостях непосредственно в точках отбора проб. Может устанавливаться в емкости заполненные анализируемой средой, например цистерны с нефтепродуктами, метантенки, колодцы, шахты и т.д.<br>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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>АВП-01 А</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АСрН<sub>2</sub>-06</b><br>Стерилизуемые сенсоры при температуре 143 °С и давлении 3 ати.<br>Выполнен в корпусе из нержавеющей стали<br>Типоразмер уточняется при заказе. | 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 ферментеры и 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. |
| <b>АВП-01 С</b><br>ТУ 4215-002-16963232-03 | <b>АССН<sub>2</sub>-01</b><br>Выполнен в герметичном корпусе со встроенной магнитной мешалкой и устройством механической очистки электродов.                                 | Измерения концентрации водорода в жидкостях с неизвестными коэффициентами растворимости водорода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 2.

| ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ЗНАЧЕНИЕ<br>ТЕХНИЧЕСКИХ<br>ХАРАКТЕРИСТИК                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазоны показаний:<br>- концентрации водорода, мкг/дм <sup>3</sup><br>- концентрации водорода, мг/дм <sup>3</sup><br>- процентного содержания водорода в газах, об. %<br>- парциального давления водорода, мм.рт.ст.<br>кПа<br>- температуры анализируемой жидкости, °С                                                                                                                                                                                                           | 0 – 200.0; 0 - 2000<br>0 – 20.00<br>0 – 20.00; 0 – 200.0<br>0 – 200.0; 0 – 2000<br>0 – 20.00; 0 – 200.0<br>0 – 50.0                                                      |
| Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности анализатора при измерении:<br>- концентрации водорода в жидкостях,<br>в диапазонах: 0 - 200 мкг/дм <sup>3</sup><br>200 - 2000 мкг/дм <sup>3</sup><br>2.00 – 20.00 мг/л<br>- процентного содержания водорода в газах<br>в диапазонах: 0 - 20 об. %<br>20 - 100 об. %<br>- парциального давления водорода<br>в диапазонах: 0 - 20 кПа<br>20 - 200 кПа<br>0 – 200 мм.рт.ст.<br>200 – 2000 мм.рт.ст.<br>- температуры, °С | ± (2.0+0.03*A)<br>± (0.05*A-2)<br>± (0.10*A-0.1)<br><br>± (0.1 +0.03*A)<br>± (0.05*A-0.3)<br><br>±(0.1+0.03*A)<br>±(0.05*A-0.3)<br>±(1.0+0.03*A)<br>±(0.05*A-3)<br>± 0.3 |
| Пределы допускаемой систематической погрешности «Жидкость-газ» <sup>1</sup> , %, не более                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                        |
| Время установления 90 % показаний при “скачкообразном” изменении концентрации водорода при 25 °С, сек, не более                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 30                                                                                                                                                                       |
| Автоматическая система синфазной температурной компенсации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | На свойства мембраны и на коэффициент растворимости водорода                                                                                                             |
| Виды калибровок: По нулевой точке<br>Авто калибровка<br>Спецкалибровка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 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<br>Км=2; 5; 10; 20                         |
| Возможность протоколирования результатов измерений с их сохранением в памяти анализатора и отображением на дисплее в табличном и графическом видах.                                 | есть                                            |
| Электронный блокнот                                                                                                                                                                 | есть                                            |
| Выходы на компьютер                                                                                                                                                                 | RS-232 или RS-485                               |
| 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:<br>- измерительного устройства<br>- графического дисплея<br>- измерительной камеры<br>- амперометрического сенсора<br>- длина кабеля, не менее, м | 200x200x100<br>80x50<br>100x90x30<br>16x80<br>2 |
| Масса анализатора, кг, не более                                                                                                                                                     | 2.0                                             |

Примечание:

А - показания анализатора в выбранной единице измерения.

<sup>1)</sup> – Систематическая погрешность «Жидкость-газ» вычисляется по формуле

$$\gamma = (A^{\Gamma} - A^{\text{ж}}) / A^{\Gamma} * 100,$$

где:  $A^{\Gamma}$  – показания анализатора в водородосодержащей газовой смеси;

$A^{\text{ж}}$  - показания анализатора в воде насыщенной этой газовой смесью.

### 3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входят изделия перечисленные в табл. 3

Таблица 3.

| Наименование                                           | Обозначение документа            | Количество |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|
| 1. Устройство измерительное<br>АВП-01                  | НЖЮК<br>4215-002-16963232-03     | 1          |
| 2. Сенсор амперометрический                            | НЖЮК<br>4215-002-16963232-04     | 1*         |
| 3. Камера измерительная                                | НЖЮК 008.000.000                 | 1*         |
| Инструменты и принадлежности                           |                                  |            |
| 4. Побудитель расхода (груша)                          |                                  | 1          |
| 5. Флакон с электролитом                               | НЖЮК 6.870.062                   | 1          |
| 6. Кабель RS-канала                                    | НЖЮК 012.1140.000                | 1          |
| 7. Калибратор Vc= л                                    | НЖЮК 009.000.000                 | 1*         |
| 8. Пробник с навеской цинка                            |                                  | 3          |
| Запасные части                                         |                                  |            |
| 9. Корпус АСрН <sub>2</sub> в сборе                    | НЖЮК 8.634.142                   | 3          |
| 10. Кольцо резиновое                                   | НЖЮК 8.623.160-01                | 1          |
| 11. Кольцо резиновое                                   | НЖЮК 8.623.160-02                | 1          |
| Эксплуатационная документация                          |                                  |            |
| 12. Комплект эксплуатационной<br>документации, паспорт | НЖЮК 4215-002-<br>16963232-01 РЭ | 1          |

\*) определяется вариантом поставки

#### 4. ПОВЕРКА АНАЛИЗАТОРА.

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

4.2. Условия поверки и подготовка к ней.

4.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

4.2.2. Перед проведением поверки анализатора необходимо выполнить подготовительные работы. Для этого 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» проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

АСрН<sub>2</sub> работает в режиме измерения парциального давления водорода [1-3], и его сигнал является линейной функцией его парциального давления. Этим, в частности, объясняется, что показания АС практически совпадают при измерениях рН<sub>2</sub> в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. В то же время, из-за неидеальности параметров АСрН<sub>2</sub> им характерна систематическая погрешность измерений, известная как коэффициент «Жидкость-газ» (см. п. 5.3.3.). Величина этой погрешности постоянна для каждого исполнения АСрН<sub>2</sub> и нормируется в технических характеристиках (см. п. 2). При измерениях рН<sub>2</sub> и сН<sub>2</sub> в жидкостях анализатор автоматически корректирует эту погрешность. Благодаря этому разница показаний анализатора при измерениях рН<sub>2</sub> и сН<sub>2</sub> 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 (П1 РЭ).

4.3.3.1. Перед определением систематической погрешности «жидкость-газ» необходимо обнулить коэффициент, корректирующий данную ошибку (см. П1 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  $70 \pm 10$  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

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

где:  $A_r$  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 на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

**Примечание.** Для того чтобы анализатор вносил коррекцию на ошибку «жидкость-газ», свойственную Вашему сенсору, необходимо выполнить действия П1 РЭ.

4.3.4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

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) (при покупке анализатора необходимость приобретения УК-01 согласовывается с Заказчиком.)

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.

Амперометрический сенсор 4 устанавливают в измерительную камеру, выходную трубку которой подсоединяют к выходу увлажнителя 5. Входной штуцер ИК соединяют с гидрозатвором 7.

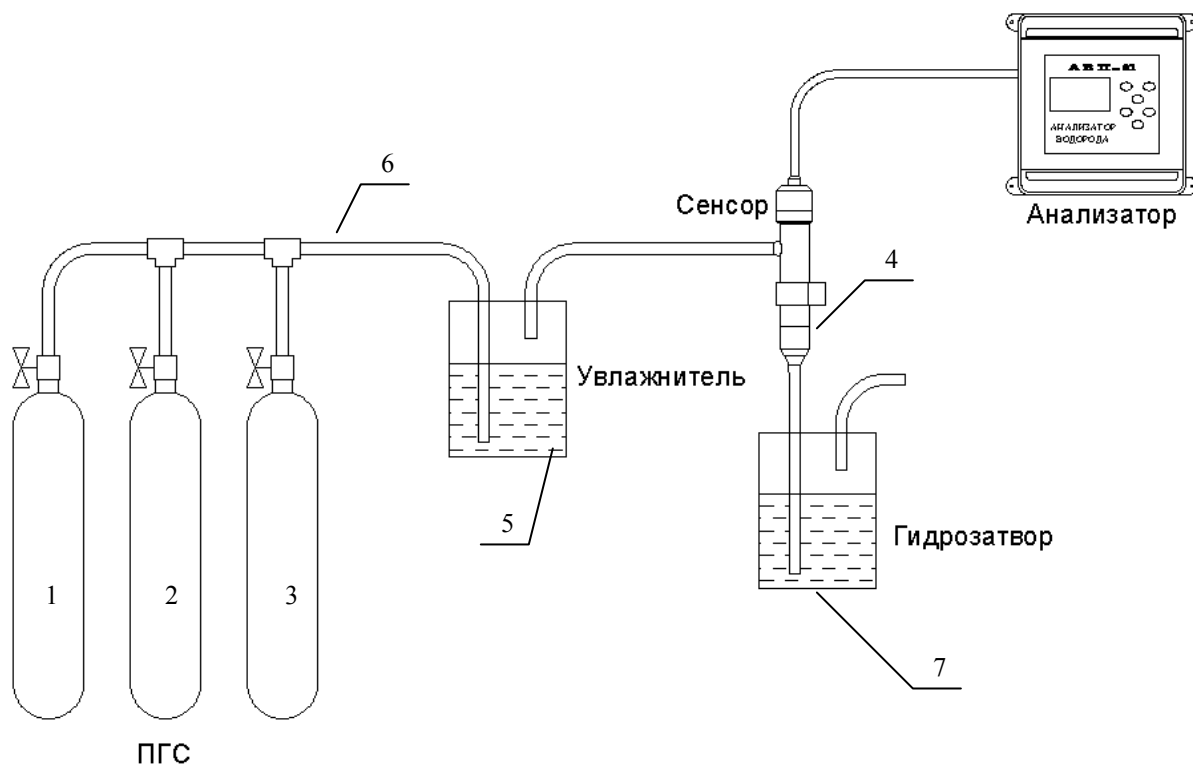


Рис. 4.1. Схема установки для определения пределов основной абсолютной погрешности измерений концентрации водорода.

1 – 3 поверочные газовые смеси, 4 – амперометрический сенсор с ИК, 5 – увлажнитель, 6 входная трубка, 7 – гидрозатвор.

Поверку проводят следующим образом:

- Поочередно подсоединяют входную трубку (6) увлажнителя 5 к баллонам (1, 2, 3) с аттестованными поверочными газовыми смесями водорода с азотом:  
 "Газ №1" - 0% водорода (допускается использовать атмосферный воздух),  
 "Газ №2" -  $15 \pm 5$  % водорода в азоте,  
 "Газ №3" -  $90 \pm 5$  % водорода в азоте (допускается использовать водород получаемый в результате растворения металлического цинка в разбавленной серной кислоте).
- С помощью редуктора на одном из баллонов (1-3) устанавливают расход ПГС равный 2 – 10 пузырьков в секунду (наблюдение ведут по гидрозатвору). ПГС пропускают в течение 15 минут, вытесняя при этом остатки воздуха из магистрали и насыщая ПГС парами воды.
- 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, насыщенных парами воды по формулам:

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

$$(p_{H_2})_j = (B - p_{H_2O}) * Y_j \quad (2)$$

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

где:  $B$  – барометрическое давление;

$Y_j$  – процентное содержание водорода в ПГС;

$X_j$ ,  $(p_{H_2})_j$  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

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

$(C_{H_2})_{табл}$  – 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

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

$$\Delta j i (p_{H_2}) = |A_j i (p_{H_2}) - (p_{H_2})_j| \quad (5)$$

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

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

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

$$\bar{\Delta j} (p_{H_2}) = \sum_i \Delta j i (p_{H_2}) / n \quad (8)$$

$$\bar{\Delta j} (C_{H_2}) = \sum_i \Delta j i (C_{H_2}) / n \quad (9)$$

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 калибровки 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. 9.4 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 калибровки 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

$$X_j = V_j / (V_j + V_c) * 100 \quad (7)$$

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, (см. табл. 3, п. 3 настоящего паспорта),

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  $\text{АСрН}_2$  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 ( $\Delta j$ ) 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.

1. Выходную трубку измерительной камеры  $\text{АСрН}_2$  (см. рис. 4.1) отсоединяют от увлажнителя и продувают атмосферным воздухом с помощью побудителя расхода (груша, или миникомпрессор»).
2. С помощью редуктора на одном из баллонов устанавливают расход ПГС равный 5 -10 пузырьков в минуту. После стабилизации показаний  $\text{АСрН}_2$  в воздухе, выходную трубку подсоединяют к увлажнителю фиксируя 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. 9.4. 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  $\text{H}_2$  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  $\text{АСрН}_2$  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).

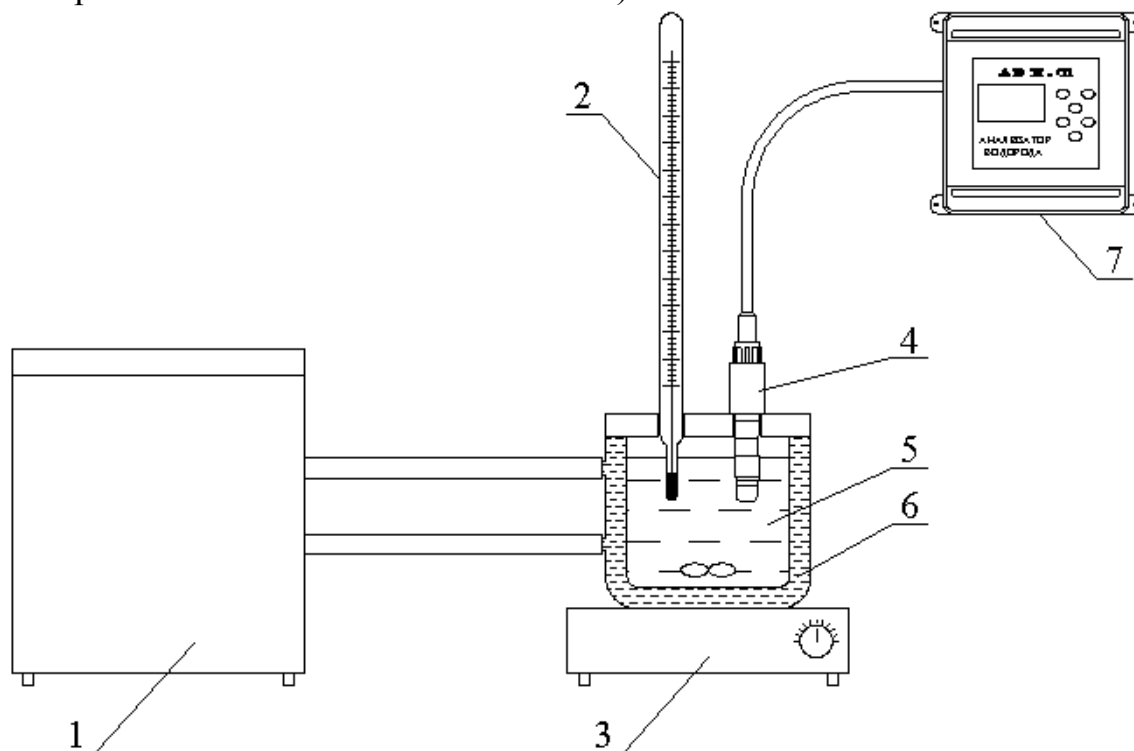


Рис.4.2. Схема установки для поверки прибора.

1 - термостат жидкостной; 2 - эталонный термометр; 3 - магнитная мешалка;  
4 - амперметрический сенсор; 5 - вода; 6 - термостатируемый стакан;  
7 - анализатор водорода АВП-01.

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

- погружают чувствительную часть АСрН<sub>2</sub> и термометр на глубину 20-30 мм в термостатируемый стакан с интенсивно перемешиваемой водой, имеющей температуру поверяемой отметки шкалы;
- после выдержки в воде в течение не менее 5 минут снимают показания температуры термометра анализатора и эталонного термометра.

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

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

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

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Поверку анализаторов в соответствии с данной методикой могут осуществлять ГП ВНИИФТРИ (ГОССТАДАРТ РФ), «РОСТТЕСТ Москва» и региональные ЦСМ.

## 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.

## **8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Анализатор водорода промышленный многофункциональный АВП-01, заводской номер № \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ4215-002-16963232-03 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

М.П.

Подписи или оттиски личных клейм, ответственных за приемку.

ООО \_\_\_\_\_

Предприятие изготовитель

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

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора водорода  
АВП-01    ТУ 4215-002-16963232-03

Номер и дата выпуска \_\_\_\_\_  
(заполняется завод изготовителем)

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

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

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

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

---

\_\_\_\_\_  
Предприятие изготовитель

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

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора водорода  
АВП-01    ТУ 4215-002-16963232-03

Номер и дата выпуска \_\_\_\_\_  
(заполняется завод изготовителем)

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

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

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

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

Таблица зависимости концентрации водорода в дистиллированной воде от температуры при атмосферном давлении 760 мм.рт.ст.

| °C   | 0.0  | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,0  | 1840 | 1839 | 1838 | 1836 | 1835 | 1834 | 1832 | 1831 | 1830 | 1829 |
| 1,0  | 1827 | 1826 | 1825 | 1823 | 1822 | 1821 | 1819 | 1818 | 1817 | 1816 |
| 2,0  | 1814 | 1813 | 1812 | 1810 | 1809 | 1808 | 1807 | 1805 | 1804 | 1803 |
| 3,0  | 1801 | 1800 | 1799 | 1798 | 1796 | 1795 | 1794 | 1792 | 1791 | 1790 |
| 4,0  | 1789 | 1787 | 1786 | 1785 | 1784 | 1782 | 1781 | 1780 | 1778 | 1777 |
| 5,0  | 1776 | 1775 | 1773 | 1772 | 1771 | 1770 | 1768 | 1767 | 1776 | 1765 |
| 6,0  | 1763 | 1762 | 1761 | 1760 | 1758 | 1757 | 1756 | 1755 | 1753 | 1752 |
| 7,0  | 1751 | 1750 | 1748 | 1747 | 1746 | 1745 | 1743 | 1742 | 1741 | 1740 |
| 8,0  | 1738 | 1737 | 1736 | 1735 | 1733 | 1732 | 1731 | 1730 | 1729 | 1727 |
| 9,0  | 1726 | 1725 | 1724 | 1722 | 1721 | 1720 | 1719 | 1718 | 1716 | 1715 |
| 10,0 | 1714 | 1713 | 1711 | 1710 | 1709 | 1708 | 1707 | 1705 | 1704 | 1703 |
| 11,0 | 1702 | 1700 | 1699 | 1698 | 1697 | 1696 | 1694 | 1693 | 1692 | 1691 |
| 12,0 | 1690 | 1688 | 1687 | 1686 | 1685 | 1684 | 1682 | 1681 | 1680 | 1679 |
| 13,0 | 1678 | 1676 | 1675 | 1674 | 1673 | 1672 | 1670 | 1669 | 1668 | 1667 |
| 14,0 | 1666 | 1665 | 1663 | 1662 | 1661 | 1660 | 1659 | 1657 | 1656 | 1655 |
| 15,0 | 1654 | 1653 | 1652 | 1650 | 1649 | 1648 | 1647 | 1646 | 1645 | 1643 |
| 16,0 | 1642 | 1641 | 1640 | 1639 | 1638 | 1636 | 1635 | 1634 | 1633 | 1632 |
| 17,0 | 1631 | 1629 | 1628 | 1627 | 1626 | 1625 | 1624 | 1622 | 1621 | 1620 |
| 18,0 | 1619 | 1618 | 1617 | 1616 | 1614 | 1613 | 1612 | 1611 | 1610 | 1609 |
| 19,0 | 1607 | 1606 | 1605 | 1604 | 1603 | 1602 | 1601 | 1600 | 1598 | 1597 |
| 20,0 | 1596 | 1595 | 1594 | 1593 | 1592 | 1590 | 1589 | 1588 | 1587 | 1586 |
| 21,0 | 1585 | 1584 | 1583 | 1581 | 1580 | 1579 | 1578 | 1577 | 1576 | 1575 |
| 22,0 | 1574 | 1572 | 1571 | 1570 | 1569 | 1568 | 1567 | 1566 | 1565 | 1563 |
| 23,0 | 1562 | 1561 | 1560 | 1559 | 1558 | 1557 | 1556 | 1555 | 1553 | 1552 |
| 24,0 | 1551 | 1550 | 1549 | 1548 | 1547 | 1546 | 1545 | 1544 | 1542 | 1541 |
| 25,0 | 1540 | 1539 | 1538 | 1537 | 1536 | 1535 | 1534 | 1533 | 1532 | 1530 |
| 26,0 | 1529 | 1528 | 1527 | 1526 | 1525 | 1524 | 1523 | 1522 | 1521 | 1520 |
| 27,0 | 1519 | 1517 | 1516 | 1515 | 1514 | 1513 | 1512 | 1511 | 1510 | 1509 |
| 28,0 | 1508 | 1507 | 1506 | 1505 | 1503 | 1502 | 1501 | 1500 | 1499 | 1498 |
| 29,0 | 1497 | 1496 | 1495 | 1494 | 1493 | 1492 | 1491 | 1490 | 1489 | 1487 |
| 30,0 | 1486 | 1485 | 1484 | 1483 | 1482 | 1481 | 1480 | 1479 | 1478 | 1477 |
| 31,0 | 1476 | 1475 | 1474 | 1473 | 1472 | 1471 | 1470 | 1469 | 1468 | 1466 |
| 32,0 | 1465 | 1464 | 1463 | 1462 | 1461 | 1460 | 1459 | 1458 | 1457 | 1456 |
| 33,0 | 1455 | 1454 | 1453 | 1452 | 1451 | 1450 | 1449 | 1448 | 1447 | 1446 |
| 34,0 | 1445 | 1444 | 1443 | 1442 | 1441 | 1440 | 1439 | 1438 | 1436 | 1435 |
| 35,0 | 1434 | 1433 | 1432 | 1431 | 1430 | 1429 | 1428 | 1427 | 1426 | 1425 |