

Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АКПМ-1-01 (02), по своим функциональным возможностям делятся на два типа:

- Сенсоры парциального давления кислорода (АСрО₂);
- Сенсоры концентрации растворенного кислорода (АСсО₂)

Амперометрические сенсоры парциального давления кислорода (АСрО₂) могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры обладают высокой селективностью к кислороду и не подвержены влиянию других электрохимически активных газов, ионов, биологических молекул и окислительно-восстановительных систем, присутствующих в анализируемой среде. Прототипом АСрО₂ является электрод Кларка.

Амперометрические сенсоры парциального давления кислорода (АСрО₂) выпускаются в следующих модификациях:

- АСрО₂-01
- АСрО₂-02
- АСрО₂-03
- АСрО₂-04
- АСрО₂-05
- АСрО₂-06

Конструкции сенсоров разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в различных областях народного хозяйства при решении разнообразных задач аналитического контроля кислорода. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы, что обеспечило анализаторам кислорода АКПМ-1-01 (02), лучшие метрологические и эксплуатационные характеристики по сравнению с известными зарубежными и отечественными аналогами.

АСрО₂ обладают очень низким потреблением кислорода из анализируемой среды. Благодаря этому свойству обеспечивается «неразрушающий контроль» анализируемой жидкости и достигается высокая надежность и достоверность результатов измерений.

Сенсоры этого типа калибруются по атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации.

Такие сенсоры в комплекте АКПМ-1-01 (02), могут использоваться для:

- анализа кислорода в газах, в пресных и соленых водах.

При измерениях в соленых водах в анализаторе АКПМ-1-02 предусмотрена возможность внесения коррекции на соленость. Поправка на соленость должна вноситься по результатам кондуктометрических измерений в пересчете на NaCl.

- измерений массовой концентрации кислорода в культуральных жидкостях биотехнологических производств, пиве, вине, молоке, соках и др. жидкостях.

Для проведения таких измерений в анализаторе АКПМ-1-01 (02), предусмотрена методика специальной калибровки сенсора по атмосферному воздуху.

Следует заметить, что такие измерения будут проводиться с меньшей точностью по сравнению с измерениями концентрации кислорода в водных растворах. Это объясняется тем, что сигнал АСрО₂ прямо пропорционален парциальному давлению кислорода, а температурные зависимости коэффициентов растворимости кислорода в этих жидкостях не являются достоверно установленными.

Более адекватными данной задаче исследования являются амперометрические сенсоры концентрации растворенного кислорода АСсО₂.

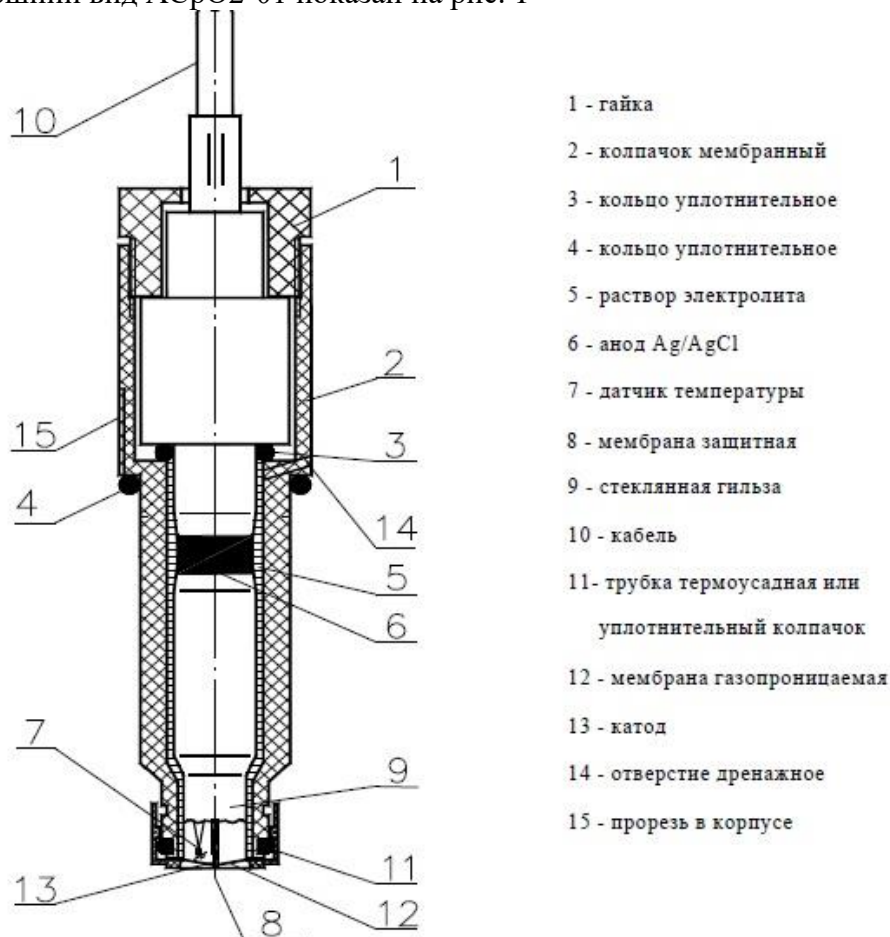
Амперометрические сенсоры концентрации растворенного кислорода (АСсО₂) могут применяться для анализа жидких сред с неизвестными коэффициентами растворимости кислорода.

Сенсоры этого типа, обладая теми же достоинствами что и АСрО₂, отличаются своими функциональными свойствами, а именно, измерительный сигнал АСсО₂ прямо пропорционален массовой концентрации растворенного кислорода в анализируемой жидкости.

Для этого типа сенсоров не требуется внесение коррекции на температурную зависимость коэффициента растворимости кислорода в исследуемой жидкости. Калибровка таких сенсоров может проводиться по дистиллированной воде и соевым растворам, насыщенным кислородом воздуха.

Конструкция АСрО₂-01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления кислорода.

Внешний вид АСрО₂-01 показан на рис. 1



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

АСрО₂-01 представляет собой электролитическую ячейку, образованную электродной системой - катодом 13 и хлорсеребряным анодом 6, погруженными в раствор электролита 5. Электрохимическая ячейка расположена в корпусе 2 и отделена от анализируемой среды газопроницаемой мембраной 12. Электродная система закреплена в стеклянной

цилиндрической гильзе 9 так, что катод 13 расположен вдоль ее оси и контактирует с раствором электролита 5 со стороны торцовой части гильзы 9, а хлорсеребряный анод 6 расположен на боковой поверхности гильзы 9. Газопроницаемая мембрана 12 закреплена на торцовой части корпуса 2. Герметизация электролитической ячейки осуществляется с помощью уплотнительного кольца 3 и гайки 1. На боковой поверхности корпуса 2 имеется дренажное отверстие 14 для удаления избытка раствора электролита 5.

Амперометрический сенсор **АСрО2-01** снабжен системой термокомпенсации, вводимой на свойства газопроницаемой мембраны и/или температурную зависимость растворимости кислорода в воде. Датчик температуры 7 впаян в торцовую часть стеклянной гильзы 9. Расположение датчика температуры 7 и катода 13 в непосредственной близости от анализируемой жидкости обеспечивают высокую точность и экспрессность измерений. Такое расположение датчика температуры 7 позволяет исключить ошибки при калибровке сенсора по атмосферному воздуху, возникающие из-за

«охлаждения» мембраны вследствие испарения влаги с ее поверхности. Равенство постоянных времени ответа амперометрического сенсора на изменения концентрации кислорода и температуры анализируемой жидкости позволяет снизить динамическую погрешность измерений и обеспечить высокую точность термокомпенсации.

АСрО2-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру и в стандартные склянки БПК–150-29/32- 14/23

Благодаря малому потреблению кислорода амперометрическим сенсором, он может использоваться для «in vitro» измерений в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрО2-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА).

Конструкция **АСрО2-02** соответствует условиям проведения измерений в микропробах и малых потоках жидкостей и газов. Сенсоры устанавливаются в измерительную камеру для микроанализа ИКМА.

Конструкция **АСрО2-03** отличается от базовой модели АСрО2-01 более высокой чувствительностью, поэтому длина кабеля этого сенсора может быть по желанию Заказчика увеличена до 40 м. Сенсоры этой модификации могут устанавливаться в проточную измерительную камеру и в комплекте с анализатором предназначены для аналитического контроля кислорода в потоке газов, протекающих через измерительную камеру.

Конструкция **АСрО2-04** отличается от модели АСрО2-03 наличием дополнительной защитной мембраны 8 (см. рис. 4.2), расположенной на внешней поверхности газопроницаемой мембраны 12. Наличие мембраны 8 обеспечивает дополнительную степень защиты электродной системы и газопроницаемой мембраны 12 от повреждений, вызванных перепадами давлений в анализируемой жидкости и наличием в ней твердых частиц.

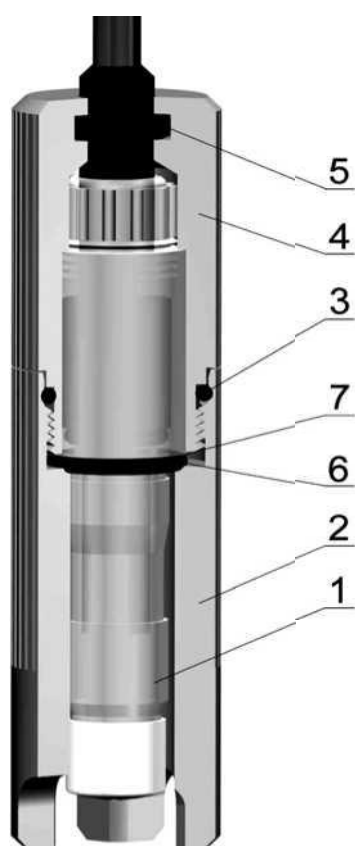
Кроме того, благодаря защитной мембране 8, снижается зависимость показаний от скорости потока анализируемой жидкости. Благодаря этим свойствам АСрО2-03 и АСрО2-04 в комплекте с анализатором нашли широкое применение в теплоэнергетике и промышленности при определении следовых количеств кислорода в жидкостях, например, при оперативном химконтроле процессов водоподготовки на ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и теплосетях.

Для решения этих задач АСрО2-03 и АСрО2-04 устанавливаются в проточные измерительные камеры, снабженные встроенным обратным клапаном (см. рис. 3.2). Высокие метрологические характеристики, свойственные этим сенсорам, обеспечили «неразрушающий» контроль анализируемой пробы, что позволило отказаться от переливных устройств и стабилизаторов расхода, традиционно применяемых в аналогичных приборах зарубежного и отечественного производства.

Другой важной особенностью сенсоров АСрО2-03 и АСрО2-04, является независимость показаний от присутствия в анализируемой жидкости растворенного молекулярного водорода (продукта коррозии).

Конструкция **АСрО2-05** отличается от базовой модели АСрО2-01 тем, что амперометрический сенсор устанавливается в герметичную ячейку, предназначенную для проведения измерений кислорода на глубине до 20 м.г

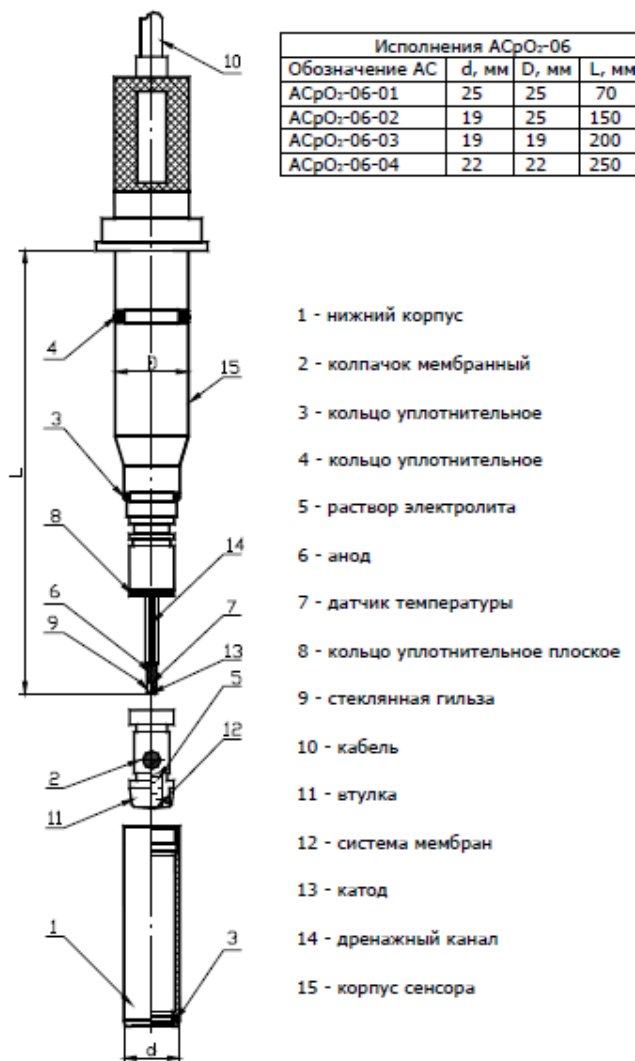
Внешний вид АСрО2-05 показан на рис. 2



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

Герметичная ячейка, состоящая из корпуса 2 и гайки 4, изолирует амперометрический сенсор 1 от анализируемой жидкости с помощью уплотнительных колец 3, 5 и 6. При закручивании гайки 4 до упора кольцо 6 деформируется и герметизирует дренажное отверстие 7. Корпус 2, выступающий за пределы АСрО2-05, защищает чувствительную часть сенсора от возможных ударов о дно водоема или твердые предметы.

В нижней части корпуса 2 выполнены четыре окна, через которые пузырьки воздуха свободно выходят при погружении сенсора на глубину. Сферическая форма чувствительной поверхности АСрО2-05 также способствует свободному удалению пузырьков воздуха, поднимающихся вверх в процессе аэрации.



Электродная система сенсора, состоящая из анода 6, катода 13 и раствора электролита, размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцевой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления, возникающие в процессе стерилизации сенсора острым паром. С этой целью на боковой поверхности мембранного колпачка 2 также расположен компенсатор давления. Благодаря резиновым кольцам 3, 4, и 8 обеспечивается герметизация электродной системы сенсора при навинчивании нижнего корпуса 1 на корпус сенсора 15. На корпусе 15 сенсора закреплен разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АКПМ-1-01. Сенсоры АСrO₂-06 выпускаются в нескольких вариантах исполнения, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Унифицированные размеры АСrO₂-06 позволяют использовать эти сенсоры для аналитического контроля кислорода в биологических жидкостях в

Малое потребление кислорода электродной системой АСrO₂-05 и достаточно большие окна в нижней части корпуса 2 позволяют использовать для измерений кислорода как в перемешиваемых, так и в неподвижных жидкостях.

Наибольшее распространение АСrO₂-05 в комплекте с анализатором получили на станциях аэрации и биологической очистки сточных вод, в рыбоводческих хозяйствах и при экологическом мониторинге природных и сточных вод.

АСrO₂-05 в комплекте с анализатором могут также использоваться для определения БПК. Для проведения таких измерений необходимо открутить гайку 4 и достать АСrO₂-05 из корпуса 2. При проведении измерений БПК в стандартных склянках гайка 4 может оставаться на сенсоре.

Модификация сенсора **АСrO₂-06** отличается от базовой модели АСrO₂-01 тем, что его конструкция выполнена из материалов выдерживающих температуру 143 °С и избыточное давление 3 атм. Благодаря этому конструкция АСrO₂-06,-, выдерживает неограниченное количество циклов стерилизации острым паром.

