

Г. А. ДЕВЯТКО, С. А. ЛАЦИС, Г. М. СЫЧЁВ

Дата поступления в редакцию
06.08 2004 г.Украина, г. Киев, УкрНИИ аналитического приборостроения
E-mail: analyt@ukranalyt.com.uaОппонент д. х. н. В. П. АНТОНОВИЧ
(ФХИ им. А. В. Богатского, г. Одесса)

ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УТЕЧЕК ХЛОРА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Созданы и внедряются газоаналитические средства контроля и сигнализации утечек хлора на основе электрохимических сенсоров с улучшенными характеристиками.

Одним из важных вопросов создания газоаналитических средств для системы контроля утечек хлора на химически опасных предприятиях является разработка и использование необходимых первичных преобразователей хлора.

Предпочтительными здесь являются сенсоры, основанные на электрохимическом методе измерения концентрации хлора. Эти сенсоры имеют достаточно линейные выходные характеристики в диапазоне измерений от 0 до 20 мг/м³, при этом основная относительная погрешность не превышает ±25%. Быстродействие электрохимических сенсоров хлора не хуже 30 с. Удовлетворительная селективность и возможность работы в диапазоне температур от -30°C до +40°C, небольшое потребление энергии, малые размеры и масса, низкая стоимость и простота технического обслуживания — это основные характеристики газоаналитических приборов, построенных на электрохимических сенсорах хлора.

Другие первичные преобразователи, например оптические, имеют достаточно высокую стоимость, требуют постоянного трудоемкого обслуживания, конструктивно сложны и не могут стабильно работать в сложных условиях эксплуатации.

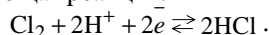
В основу работы электрохимического сенсора хлора положен принцип преобразования массовой концентрации газообразного хлора в электрический ток на основе электрохимического эффекта по методу электролиза постоянным током при сохранении определенного потенциала на поверхности рабочего электрода сенсора. При этом в такой системе происходит реакция восстановления, а ток, возникающий в результате электрохимического эффекта при воздействии хлора на чувствительный слой рабочего электрода сенсора, прямо пропорционален концентрации хлора.

Электрохимический сенсор хлора состоит из рабочего (чувствительного), сравнительного (эталонного) и вспомогательных электродов. Все электроды расположены таким образом, что постоянно находятся в контакте с электролитом, которым заполнена реакционная камера сенсора.

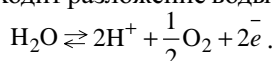
С помощью специального потенциостата на рабочем электроде сенсора хлора поддерживается опре-

деленный потенциал относительно сравнительного электрода, который не зависит от изменений, происходящих на вспомогательных электродах. Сравнительный электрод сенсора служит в качестве опорного элемента при заданном потенциале рабочего электрода и в электрохимической реакции не участвует.

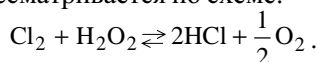
При поступлении хлора происходит его восстановление на рабочем электроде сенсора и протекает следующая реакция:



Одновременно на вспомогательном электроде происходит разложение воды раствора электролита:



Таким образом, суммарная электродная реакция рассматривается по схеме:



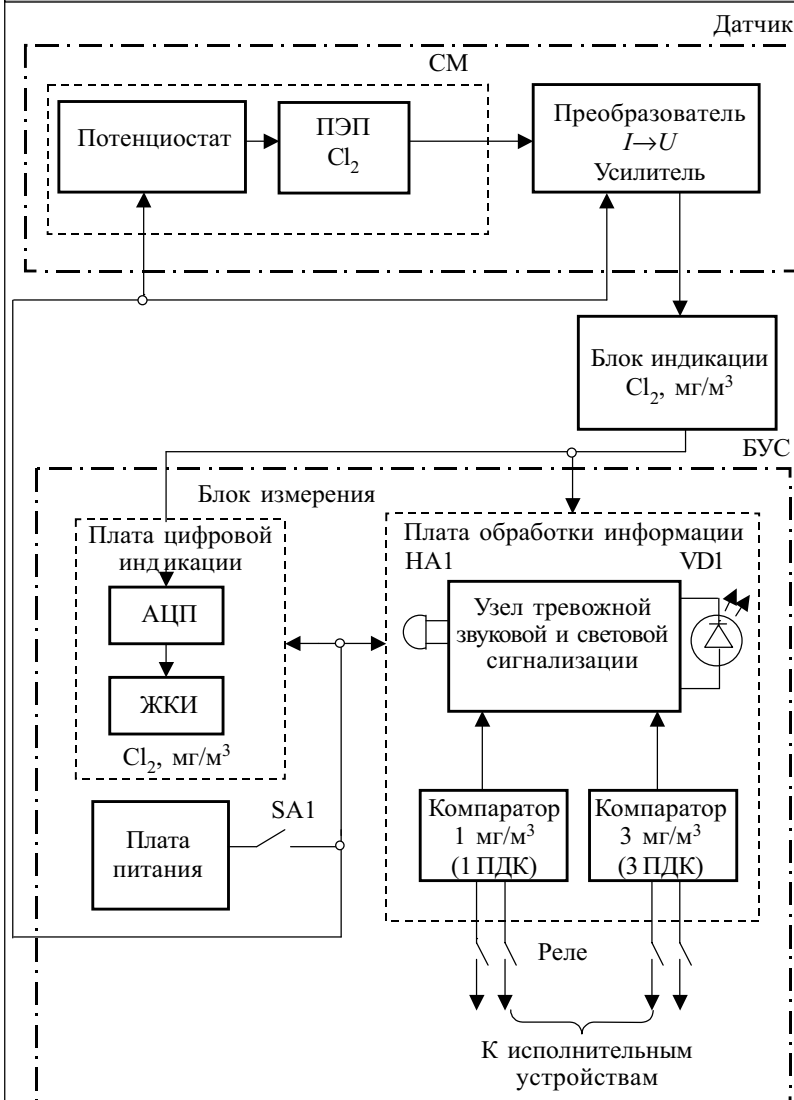
Возникшие в результате электролиза электроны создают ток, прямо пропорциональный концентрации хлора.

В зависимости от назначения средств контроля локальной системы утечек хлора возможно использование в них трех- и четырехэлектродных сенсоров хлора. Трехэлектродные сенсоры применяются в стационарных анализаторах и сигнализаторах, которые являются пороговыми газоаналитическими устройствами с уставками 1 ПДК (1 мг/м³) и 3 ПДК (3 мг/м³).

Портативные газоанализаторы хлора должны обеспечивать достаточно широкий диапазон измерений (0—5 мг/м³ или 0—10 мг/м³). Поэтому в них целесообразно использовать четырехэлектродные сенсоры, в которых установлены два вспомогательных электрода.

С помощью изменения величины потенциалов на вспомогательных электродах сенсора хлора стабилизируются и компенсируются его фоновые токи, устанавливаются условия селективности и обеспечиваются условия работы сенсора в заданном диапазоне рабочих температур. Для повышения селективности электрохимических сенсоров хлора специалистами АО "Укрналит" разработаны следующие методы:

- выбор оптимального состава катализатора рабочего электрода сенсора;
- стабилизация установки номинального значения потенциала рабочего электрода сенсора;
- встраивание в сенсор специальных фильтров, обеспечивающих поглощение неизмеряемых газов из состава контролируемого воздуха.



Функциональная схема газоанализатора хлора приведена на рисунке. В стационарных газоанализаторах в датчике хлора, который устанавливается в месте контроля, размещается сенсорный модуль (СМ), включающий в себя первичный электрохимический преобразователь (ПЭП) хлора и потенциостат, преобразователь выходного токового сигнала ПЭП и усилитель.

Конструктивно датчик газоанализатора выполнен в герметичном пластмассовом корпусе, на боковых сторонах которого установлены ПЭП хлора и герметичный ввод для кабеля, соединяющего датчик с блоком управления и сигнализации (БУС). Внутри датчика установлена плата с потенциостатом, поддерживающим ПЭП хлора в оптимальном рабочем режиме, что обеспечивает линейную зависимость выходного токового сигнала ПЭП от массовой концентрации хлора. В датчике формируется электрический сигнал, который поступает в БУС.

БУС состоит из блока измерения и двух реле, обеспечивающих подключение внешних исполнительных устройств (тревожной звуковой и световой сигнализации, принудительной аварийной вентиляции, устройств блокировки технологического оборудования

или системы нейтрализации хлора) при достижении установленных уровней хлора в контролируемом воздухе, соответствующих 1 ПДК и 3 ПДК. БУС выполнен в пластмассовом корпусе с прозрачной крышкой, закрывающей переднюю панель блока.

В блок измерения входят плата обработки информации, плата индикации и плата питания. Плата обработки информации обрабатывает сигнал, поступающий от датчика, и с помощью двух компараторов напряжения формирует управляющие сигналы реле. Выходные сигналы компараторов поступают также в узел тревожной звуковой и световой сигнализации, содержащий зуммер НА1, светодиод VD1 и схему управления. Кроме того, плата обработки информации преобразует сигнал, поступающий от сенсорного модуля датчика, в нормированный токовый сигнал 4—20 мА.

Выходной сигнал с датчика преобразуется АЦП платы индикации в цифровой сигнал и индицируется на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) цифрового табло газоанализатора в виде текущих значений концентрации хлора в мг/м³ с дискретностью 0,1 мг/м³.

Схема платы питания формирует напряжения, необходимые для питания блоков и узлов, входящих в состав газоанализатора.

В линию связи между датчиком и БУС включается блок индикации, необходимый для информационного отображения текущего значения хлора в конт-

ролируемой зоне. Блок индикации устанавливается у входа в рабочее помещение или склад для оценки наличия в них хлора и уровня загазованности.

Структурное построение портативных газоанализаторов подобно описанному. Однако вместо платы питания в них устанавливаются автономные источники питания (гальванические элементы или аккумуляторы). БУС дополнительно формирует двухтональный предупредительный сигнал об уменьшении напряжения питания прибора ниже необходимого уровня. В силу своего функционального назначения портативные газоанализаторы не имеют релейных выходов, дополнительного блока индикации и выхода 4—20 мА.

Блочное-модульное построение газоаналитических средств контроля хлора позволяет создавать современные приборы с широкими возможностями, взаимозаменяемостью составных частей, удобством настройки, ремонта и технического обслуживания.

Специалистами АО «Украналит» разработаны различные типы электрохимических сенсоров и газоаналитических средств контроля утечек хлора на их основе, которые внедрены на водоканалах и предприятиях энергетической отрасли Украины.