

Изобретение относится к аналитическому приборостроению, в частности, к люминесцентным газоанализаторам содержания кислорода в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является газоанализатор, содержащий источник света, оптически связанный с двумя каналами - измерительным и эталонным, в каждом из которых последовательно установлены светофильтры возбуждения, измерительная или, соответственно, эталонная камера, светофильтры эмиссии и фотоприемники, при этом измерительная и эталонная камеры снабжены чувствительными индикаторными элементами, а фотоприемники подключены к блоку обработки информации [1].

Однако известному газоанализатору присуща низкая метрологическая надежность, обусловленная низкой помехозащищенностью и чувствительностью.

Кроме того, в известном газоанализаторе не предусмотрена сигнализация об опасно допустимых концентрациях кислорода в воздухе рабочей зоны.

В основу изобретения поставлена задача создания такого люминесцентного газоанализатора, в котором новое выполнение источника возбуждающего излучения и введение других новых элементов и взаимосвязей позволило бы упростить конструкцию эталонной и измерительной камер газоанализатора, и повысить его метрологическую надежность (помехозащищенность и чувствительность), а также - применять его для целей охраны труда.

Поставленная задача решается тем, что в люминесцентном газоанализаторе, содержащем источник возбуждающего излучения, оптически связанный с двумя каналами - измерительным и эталонным, в каждом из которых установлены соответственно измерительная и эталонная камеры, снабженные каждая оптически связанными светофильтром возбуждения, чувствительным элементом, светофильтром эмиссии и фотоприемником, а также блок обработки информации, согласно изобретению введены генератор тактовых импульсов, счетчик Джонсона, генератор импульсов тока, в измерительный и эталонный каналы введены электрометрический усилитель, синхронный детектор, фильтр нижних частот, масштабирующий усилитель, в блок обработки информации введены аналоговый перемножитель, аналого-цифровой преобразователь с жидкокристаллическим индикатором, источник опорных напряжений, двухпозиционный компаратор, позиционный индикатор, причем выход генератора тактовых импульсов соединен со входом генератора импульсов тока, а второй выход соединен со вторыми входами синхронных детекторов измерительного и эталонного каналов, выход генератора импульсов тока соединен со входом источника возбуждающего излучения, в измерительном и эталонном каналах выход фотоприемника соединен со входом электрометрического усилителя, выход которого подключен к первому входу синхронного детектора, выход которого через фильтр нижних частот и масштабирующий усилитель подключен к первому и второму входам аналогового перемножителя блока обработки информации соответственно, выход аналогового перемножителя подключен через аналого-цифровой преобразователь к жидкокристаллическому индикатору и к первому и третьему входам двухпозиционного компаратора, ко второму и четвертому входам которого соответственно подключены первый и второй выходы источника опорных напряжений, выход двухпозиционного компаратора подключен ко входу позиционного индикатора, а источник возбуждающего излучения выполнен в виде светоизлучающего диода со спектром излучения, лежащим в области максимального поглощения излучения чувствительным элементом.

В данном изобретении в качестве источника возбуждающего излучения применен светоизлучающий диод на основе карбида кремния, испускающий свет в синей области спектра и именно в этой области лежат полосы поглощения большинства красителей и комплексов, реагирующих на кислород. Фотоприемники могут быть выполнены на кремниевых фотодиодах, чувствительные элементы - на основе силикагеля, окрашенного люминесцентным красителем или на основе полимерных пленок, с внедренным в них люминесцентным веществом. Поэтому в приборе может осуществляться оптическая схема "на отражение" или - на "просвет" чувствительного элемента.

Измерительная и эталонная камеры построены по схеме: светоизлучающий диод-светофильтр возбуждения-чувствительный элемент - светофильтр эмиссии - фотодиод. Причем чувствительный элемент измерительной камеры имеет открытые для анализируемого газа поверхности, а чувствительный элемент эталонной камеры помещен в герметически закрытую для газа, но прозрачную для оптического излучения оболочку. Причем для устранения температурных погрешностей чувствительный элемент эталонной камеры также омывается анализируемым газом.

В измерительном и эталонном каналах газоанализатора реализуется алгоритм усиления по принципу модулятор-демодулятор. Каждый канал содержит электрометрический (зарядочувствительный) усилитель с петлей коррекции дрейфа нуля, синхронный детектор, выполняющий роль демодулятора, фильтр нижних частот (интегратор) и масштабирующий усилитель.

Модуляцию тока светодиода осуществляют генератором стабильных импульсов тока, построенного по схеме токового зеркала, а управление модуляцией-демодуляцией осуществляет схема управления, состоящая из генератора тактовых прямоугольных импульсов и счетчика Джонсона. Использование светодиода, работающего в импульсном режиме, позволяет получить довольно большую мощность (~0,4 Вт) импульсов светового излучения, возбуждающего люминесценцию. Это в сочетании с синхронизацией импульсов возбуждения упрощает конструкцию измерительной и эталонной камер, т.к. постоянная засветка не будет регистрироваться. Кроме того, исключаются систематические погрешности от подсветки. Все это повышает метрологическую надежность измерений. Отпадает необходимость введения в камеры и механических модуляторов. Использование светодиодов вместо других источников света (ламп разрядников) повышает надежность прибора в целом.

За счет использования фильтров нижних частот, в сочетании с модуляцией-демодуляцией прямоугольных импульсов и дифференциальной схемы обработки сигналов повышается и точность измерений концентрации кислорода.

Применение компаратора, источника опорного напряжения и позиционного индикатора позволяет

обеспечить звуковую или(и) световую сигнализацию критических для персонала значений концентрации кислорода в окружающем воздухе.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет выполнить поставленную задачу.

На чертеже представлена блок-схема люминесцентного газоанализатора.

Люминесцентный газоанализатор содержит генератор тактовых импульсов 1, выход которого соединен со входом счетчика Джонсона 2, первый выход которого подключен ко входу генератора импульсов тока 3, а выход генератора импульсов тока 3 подключен к источнику возбуждающего излучения (светодиоду) 4, который оптически связан с измерительным и эталонным каналами газоанализатора, содержащими соответственно измерительную 5 и эталонную 6 камеры, которые снабжены соответственно светофильтрами возбуждения 7 и 8, которые оптически связаны с чувствительными элементами 9 и 10, оптически соединенными через светофильтры эмиссии 11 и 12 с фотоприемниками 13 и 14, выходы которых подключены ко входам электрометрических усилителей 15 и 16, выходы которых присоединены к первым входам синхронных детекторов 17 и 18 соответственно, ко вторым входам синхронных детекторов 17 и 18 подключены параллельно второй выход счетчика Джонсона 2, выходы синхронных детекторов 17 и 18 связаны со входами фильтров нижних частот 19 и 20 соответственно, выходы последних подключены ко входам соответственно 21 и 22 масштабирующих усилителей, выходы которых подключены к первому и второму входам блока обработки информации 23, а конкретно, - к первому и второму входам аналогового перемножителя 24, выход которого подключен ко входу аналого-цифрового преобразователя 25, выход которого соединен со входом жидкокристаллического индикатора 26, кроме того, выход аналогового перемножителя 24 подключен к первому и третьему входам двухпозиционного компаратора 27, ко второму и четвертому входам которого подсоединен первый и соответственно второй выходы источника опорных напряжений 28, а выход двухпозиционного компаратора 27 соединен с позиционным индикатором 29.

Таким образом, схема возбуждения и управления газоанализатора образована элементами 1, 2, 3; измерительный канал газоанализатора состоит из элементов 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21; а эталонный канал - из элементов 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, причем элементы 7, 9, 11, 13 образуют измерительную 5, а элементы 8, 10, 12, 14 - эталонную камеру 6; а блок обработки информации 23 состоит из элементов 24-29.

Люминесцентный газоанализатор работает следующим образом. При включении газоанализатора генератор тактовых импульсов 1, вырабатывает последовательность импульсов, которая поступает на вход счетчика Джонсона 2. Счетчик Джонсона 2 выполняет одновременно функции делителя частоты на два и

вырабатывает две независимые последовательности импульсов, сдвинутых друг относительно друга на $\frac{\pi}{2}$ (90°). Частота обеих последовательностей (0° и 90°) одинакова и равна. Последовательность "0°" управляет работой генератора импульсов тока 3, который выдает импульсы- стабилизированного тока на источник возбуждающего излучения (светодиод) 4. Излучение светодиода 4 через светофильтры 7 и 8 поступают соответственно на чувствительные элементы 9 и 10 измерительной 5 и эталонной 6 камер соответственно, в которые подается анализируемая газовая смесь.

Чувствительный элемент 9 свободно омывается анализируемой газовой смесью, а чувствительный элемент 10 отделен от анализируемого газа герметической, прозрачной оболочкой.

Сигналы люминесценции от чувствительных элементов 9 и 10 выделяются светофильтрами эмиссии 11 и 12 и поступают на фотоприемники 13 и 14 соответственно измерительного и эталонного каналов, которые преобразуют оптические сигналы в электрические. Электрический сигнал с фотоприемника 13 промодулирован по амплитуде входным сигналом (изменением концентрации кислорода). Сигналы с фотоприемников 13 и 14 поступают на электрометрические усилители 15 и 16 и далее на синхронные детекторы 17 и 18. Поочередная коммутация синхронных детекторов 17 и 18, происходящая под действием импульсов от счетчика Джонсона 2, позволяет осуществить демодуляцию промодулированного сигнала. После выделения фильтрами нижних частот 19 и 20 постоянной составляющей сигналов и последующего их усиления масштабирующими усилителями 21 и 22, выходные сигналы измерительного и эталонного каналов поступают на вход блока обработки информации 23, входным элементом которого является аналоговый перемножитель 24. Аналоговый перемножитель 24 формирует выходной сигнал U по формуле

$$U = \left[\frac{10 (U_o - U_p)}{K_1 U_p} + K_2 \right],$$

где U_o - сигнал от эталонного канала,

U_p - сигнал от измерительного канала,

K_1 - коэффициент, определяющий крутизну характеристики преобразования,

K_2 - коэффициент, определяющий начальное смещение характеристики преобразования.

Выходной сигнал U перемножителя 24 поступает одновременно на вход интегрирующего аналого-цифрового преобразователя 25, оснащенного жидкокристаллическим дисплеем 26 и на первый и третий входы двухпорогового компаратора 27, фиксирующего минимальную и максимальную концентрации кислорода в окружающем воздухе, на второй и четвертый входы компаратора 27 подаются сигналы сравнения от источника опорных напряжений 28. Выходной сигнал компаратора 27 подают на позиционный индикатор 29, в качестве которого может использоваться световая и(или) звуковая сигнализация.

Перед проведением анализа прибор градуируют по стандартным образцам газов (поверочным газовым смесям) и настраивают сигнализацию о критических значениях концентрации кислорода в окружающем воздухе.

В качестве источника возбуждающего излучения (источника света) используют синий светоизлучающий диод на основе карбида кремния типа АЛ 940 или LED LR-5410-НО (ФРГ), а в качестве светофильтра возбуждения может быть применен интерференционный светофильтр с максимумом пропускания 470 нм. Светофильтр эмиссии реализуют на интерференционном фильтре с максимумом пропускания - 620 нм, а фотоприемники выполняют на базе светодиодов ФД 24К. Усилители могут быть выполнены на операционных усилителях типа К140 УД14, К544 УД1, устройство обработки (и индикации) информации может быть

выполнено на базе микросхем К525 ПС3А, К597СА3. КР572ПВ5, ИЖЦ5-4. Чувствительный элемент выполняют на основе силиконового каучука в виде пленки, с введенным в нее металлоорганическим комплексом на базе рутения, обладающим максимумом поглощения в синей области оптического спектра (470 нм) и эмиссией (люминесценцией) в оранжевой области (620 нм).

