Emro Science and Education
International open-access scientific journal
Journal homepage: https://journal.emro.uz

OPEN ACCESS

CONFERENCE PAPER OPEN ACCESS

Vol. 1 No. 1 (2023) · "Axborot oqimlari va intellektual tizimlarning ijtimoiy, iqtisodiy va texnik-texnol... DOI: 10.5281/zenodo.24318664

materiallar to'plami

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И СЕЛЕКТИВНОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЙ

З.Ю. Мамасадикова ,З.Мавлянова(Набиева)
Ферганский политехнический институт.

Принцип действия абсорбционных газоанализаторов основан на измерении степени поглощения энергии электромагнитного излучения, проходящего через слой анализируемого вещества. Теоретической основой абсорбционного спектрального метода анализа является закон Ламберта – Бера. Согласно которому поглощение энергии потока монохроматического излучения с длиной волны υ, проходящего через слой вещества толщиной l с концентрацией в нем поглощающего компонента С, описывается следующим уравнением:

$$I = I_0 \exp(-R\upsilon\ell C) \qquad (1)$$

где I_0, I – мощность потока излучения соответственно на входе в слой и на выходе из него;
R_υ – коэффициент поглощения, который зависит от природы поглощающего компонента и длины волны излучения.

При постоянных значениях параметров I_0, R_υ и l, а также при постоянных температуре и давлении величина однозначно определяется концентрацией поглощающего компонента.

Аналитические характеристики абсорбционного газового анализа определяются прежде всего точностью регистрации и значением изменений интенсивности прошедшего поглощающую среду зондирующего излучения и возможностью выделения отдельных линий (полос) поглощения определяемых компонентов газовых смесей. Решение основных проблем анализа, связанных с улучшением чувствительности и селективности метода, достигается путем: повышения разрешающей способности приборов; использования различных приемов формирования и обработки аналитического сигнала; увеличения толщины поглощающего слоя газа [1,2,3,4].

Первый способ оправдан стремлением полного выделения аналитической линии из регистрируемого спектра поглощения. Применение этих способов при анализе газовых сред дает хорошие результаты. Однако в широкой практике только такой прямой путь увеличения чувствительности и селективности не всегда возможен, да и реализация его требует применения довольно сложной аппаратуры.

Второй способ, включающей различные приемы формирования и обработки аналитического сигнала можно выделить по крайней мере два способа приема формирования аналитического сигнала – дифференциальное поглощение и модуляция амплитуды сигнала.

Преимущество таких приемов заключается в изменении характера сигнала и условий измерения, а именно переход от регистрации малых изменений амплитуды относительно большого постоянного сигнала к регистрации либо

Published: 10.11.2023

Cite this article: З.Ю. Мамасадикова, З.Мавлянова (2023). Чувствительность и селективность оптических газоанализаторов на основе полупроводниковых источников излучений. Emro Science and Education, 1(1). https://doi.org/10.5281/zenodo.24318664

© 2023 The Author(s). Published by Emro Science and Education. This is an open access article.

амплитуды сигнала на нулевом фоне, либо меняющейся по периодическому закону амплитуды сигнала. Как известно, в этом случае может быть достигнута значительно большая точность измерений.

Модуляционный метод формирования аналитического сигнала состоит в том, что различными способами добиваются синусоидального изменения интенсивности излучения попадающего на приемник излучения. Такой модуляции можно достичь как с помощью специальных устройств, помещаемых перед приемником излучения, так и путем изменения частоты зондирующего излучения или частоты поглощения определяемых атомов или молекул.

Очевидность третьего способа вытекает из выражения (1).
Рассмотрим прохождение оптического излучения через слой газовой смеси, показанное на рис.1.

Поток оптического излучения, выходящий из источника излучения ИИ, проходя через газовую камеру, поступает на приемник излучения ПИ. В соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бэра слои вещества одинаковой толщины при прочих равных условиях всегда поглощают одинаковую часть падающего на них оптического излучения

$$\Phi = \Phi_0 e^{-kLN}, \qquad (2)$$

где Φ_0 - первоначальный поток излучения; Ф- потоки излучения после прохождения через слой вещества; k - коэффициент поглощения; L - длина оптического пути; N - концентрация целевого компонента. Оптическая плотность есть величина, равная

$$D = \ln \frac{\Phi_0}{\Phi} = e^{-kLN}, \qquad (3)$$

После преобразования выражения (3.) можно определить концентрацию определяемого компонента

$$N = \frac{1}{kL} \ln \frac{\Phi_0}{\Phi}, \qquad (4)$$

Отсюда видно что, концентрация определяемого компонента зависит не только от коэффициента поглощения k, но и от длины оптического пути L. Таким образом, увеличивая длину оптического пути L, можно достичь требуемой чувствительности первичного преобразователя [5,6].

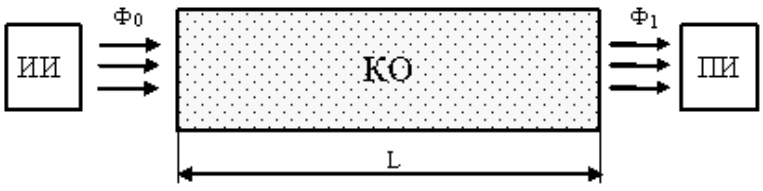


Рис.1. Схема прохождения оптического излучения через контролируемый объект (КО): ИИ - источник излучения; Φ_0 - первоначальное поток излучения; Ф - потоки излучения после прохождения через слой вещества; ПИ - приемник излучения.

Однако практическая реализация данного способа повышения чувствительности ограниченно из-за громоздкости первичного преобразователя, поскольку с увеличением длины оптического пути L возрастают габаритные

размеры первичного преобразователя. Поэтому прямое увеличение длины оптического пути L для оптоэлектронного газоанализатора не обеспечивает положительного эффекта. Отсюда можно сделать вывод о том, что для построения чувствительного газоанализатора целесообразно рассмотреть другие принципы, в частности, использование многократного отражения оптического излучения.

Рассмотрим случай многократного отражения потока излучения. На рис. 2. приведена схема многократного отражения потока излучения. Для анализа примем следующие допущения. Допустим, что оптическая длина $L_1 = L_2 = L_3 =...= L_n = L$ и коэффициент отражения зеркалы $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 =...= \gamma_n = \gamma$. В этом случае поток излучения, выходящий из источника излучения (ИИ), проходя через газовую камеру, отражается несколько раз, и в, конечном счете, поток излучения поступает в фотоприемник (ФП).

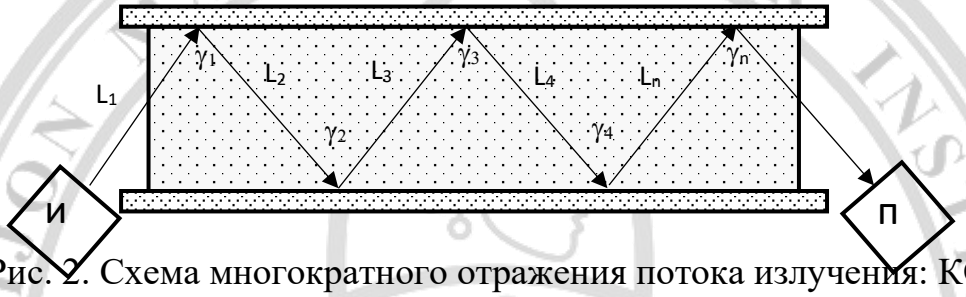


Рис. 2. Схема многократного отражения потока излучения: КО - контролируемый объект; ПИ - приемник излучения; L - длина оптического пути; γ - коэффициент отражения зеркалы.

По закону Ламберта – Бугера - Бэра отраженные потоки излучения можно описать соответствующей формулой.

Первый отраженный поток излучения определяется как:

$$\Phi_1 = \gamma\Phi_0 e^{-kLN}, \quad (5)$$

второй и далее

$$\Phi_2 = \gamma\Phi_1 e^{-kLN}, \quad (6)$$

$$\Phi_3 = \gamma\Phi_2 e^{-kLN}, \quad (7)$$

.....

$$\Phi_n = \gamma\Phi_{n-1} e^{-kLN} \quad (8)$$

Подставив в формулу (7) соответствующие значения параметров, получим

$$\Phi_n = \gamma^n \Phi_0 e^{-nkLN}. \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что при многократном отражении число используемых отражений ограничено, поскольку коэффициент отражения всегда $\gamma<1$. Исходя из этого, можно судить о том, что после каждого отражения поток излучения ослабляется значительно, т.е. $\Phi = \gamma\Phi_0$. Поэтому такой способ не может обеспечить необходимого повышения чувствительности первичного преобразователя, так как после "n" отражений поток, поступающий на фотоприемник ФП, может быть меньше, чем пороговый поток фотоприемника ФП из - за ослабления за счет $\gamma<1$. Однако применение современных полупроводниковых излучающих диодов и охлаждаемых приемников излучений

дает возможность, значительно повысит селективности и увеличит толщины поглощающего слоя определяемого газа.

Структурная схема многокаскадного оптоэлектронного газоанализатора приведено на рис.3.

Блок источника питания (БИП) вырабатывает прямоугольные импульсы, поступающие на излучающий диод ИД$_1$. С выхода ИД$_1$ поток излучения Φ_0 проходит через контролируемый объект (КО). Потоки оптического излучения не всегда полностью проходит через КО, т.е. имеют место потери в результате взаимодействия с контролируемым объектом. Поток излучения после КО, поступая в фотоприемник ФП$_1$,еще больше ослабляется из-за малого КПД фотоприемника ФП$_1$. Ослабленный поток излучения восстанавливается усилителем У$_1$, а затем подается на излучающий диод ИД$_2$. Поток излучения $\Phi_1^!$ с выхода излучающего диода ИД$_2$ равен $\Phi_1^!=\Phi_1$. Таким образом, процесс повторяется столько раз, сколько требуется. С увеличением числа повторений увеличивается чувствительность газового анализа.

Тем самым не увеличивая прямого пути оптического излучения, можно удлинить повторительный путь оптического излучения. Для каждого каскада закон Ламберта – Бугер - Бэра с колимированным потоком излучения описывается следующим образом:

$$\Phi_1 = \Phi_0 e^{-kLN}, \quad (10)$$

$$\Phi_2 = \Phi_1 e^{-kLN}, \quad (11)$$

$$\Phi_3 = \Phi_2 e^{-kLN}, \quad (12)$$

$$\Phi_4 = \Phi_3 e^{-kLN}. \quad (13)$$

для n каскадов имеем

$$\Phi_n = \Phi_{n-1} e^{-kLN}. \quad (14)$$

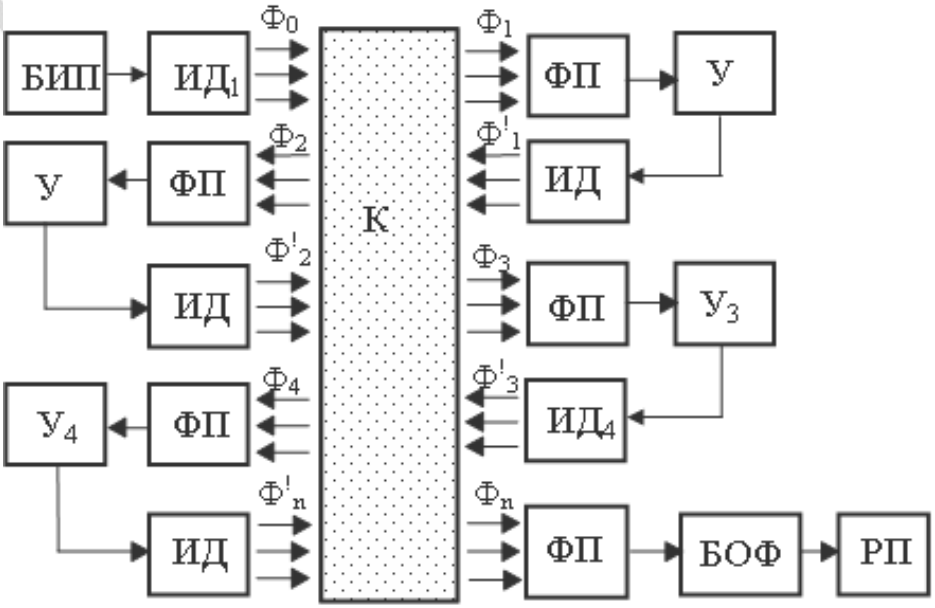


Рис.3. Структурная схема многокаскадного оптоэлектронного газоанализатора.

Подставляя соответствующие значения потоков $Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$…$Ф_{n-1}$ в формулу (14), получим

$$\Phi_n = \Phi_0 e^{-nkLN} \quad (15)$$

Из выражения (15) можно найти концентрацию определяемого компонента

$$N = \frac{1}{nkL} \ln \frac{\Phi_0}{\Phi_n} \quad (16)$$

Из выражения (16) видно, что N зависит от k, n, L.

Литература.

1. В.М. Немец, А.А. Петров, А.А Соловьев. Спектральный анализ неорганических газов - Л.: Химия, 1988.
2. К.В Иванченко, В.И Красов. Методы повышения увствительности и избирательности спектральных абсорбционных газоанализаторов 1982 - гидрометеоиздать
3. Г.А. МОРОЗОВ, Н.И. СТРУКОВ. Повышение отношения сигнал/шум в оптико-акустических газоанализаторах. 1982 - гидрометеоиздать
4. В.А ЦВЕТКОВ, В.И КРАСОВ. Состояние и тенденции развития спектральных газоанализаторов контроля загрязнения атмосферы 1981 - гидрометеоиздать
5. Методы повышения чувствительности оптоэлектронного газоанализатора ОЭГА. Мамасадиков Ю.М., Саримсаков А.А., Мойдунов Т.Т., Мамасадикова З.Ю. Сб. «Физика и техника». Часть 2. Выпуск №2, 1999.
6. Мамасадиков Ю.М., Мойдунов Т.Т., Мамасадикова З.Ю. Применение многокаскадных оптоэлектронных газоанализаторов в химической промышленности / Тезисы докладов. II - Республиканской конференции, Фергана, 1999.

РУССКИЙ ЯЗЫК – ЯЗЫК МЕЖНАЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ.

Шарафутдинова Минура Мамировна, Андижанский техникум общественного здравоохранения имени Абу Али Ибн Сины
Преподаватель русского языка и литературы.

Аннотация:
Показана в статье значимость изучения языков в современных условиях. Рассмотрена роль русского языка в качестве мирового языка.

Ключевые слова: *русский язык, слово, изучение, развитие.*

В современных условиях в атмосфере идеологии демократизации, светскости, открытости миру, интеграции суверенного Узбекистана в мировое сообщество, в атмосфере принципиально нового экономического и политического мышления появился ряд факторов, способствующих формированию большей готовности к изучению иностранных языков, особенно