

РАЗРАБОТКА ФОТОАКУСТИЧЕСКОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА, НА ОСНОВЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО CO₂ – ЛАЗЕРА

И.В. Лофицкий, И.В. Керенцев

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: газоанализатор, газ, фотоакустический, лазер

В настоящее время на рынке присутствует большое количество промышленно выпускаемых газоанализаторов, использующие различные типы лазеров.

Одна из самых распространенных моделей: INNOVA 1512, GASERA ONE Formaldehyde и LaserBreeze. INNOVA 1512 – полевой фотоакустический газоанализатор, предназначенный для измерения степени концентрации различных газов в газовых смесях. В данной модели тип лазера инфракрасный; рабочая температура: от 5 до 40 °C; номинальная мощность: 85 Вт; интерфейсы: USB, Ethernet, RS232 [1].

GASERA ONE Formaldehyde предназначен для измерений содержаний формальдегида в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны. Принцип действия газоанализаторов Gasera ONE Formaldehyde – оптический, основан на фотоакустической технологии с использованием настраиваемых источников лазерного излучения (квантово-каскадных лазеров с распределённой обратной связью). Рабочая температура: от 5 до 40 °C; интерфейсы: USB, Ethernet, RS232 [2].

LaserBreeze построен на основе фотоакустической спектроскопии. Применяется для газового анализа в медицине, включая анализ выдыхаемого воздуха и испарений с кожи. Измеряемые газы: C₃H₆O, CH₄, N₂O, CF₄ и SF₆; рабочая температура: от 5 до 40 °C; интерфейсы: USB, Ethernet; номинальная мощность 40 Вт. В данной модели используется оптико-акустический преобразователь [3, 4].

Рассмотренные модели обладают определенными техническими параметрами, этим моделям свойственны, как определенные достоинства, так и ряд недостатков.

Проведя анализ существующих моделей, выбраны ключевые параметры для разработки фотоакустического газоанализатора:

- тип используемого лазера: CO₂ лазер, так как качество пространственной моды, спектральная чистота и выходная мощность остаются ключевыми преимуществами для высокопроизводительных CO₂ - лазеров, которые не могут сравниться с конкурирующими источниками. Эти оптические характеристики играют решающую роль в

интерферометрии, спектроскопии, обнаружении зазора и прецизионном нагреве для манипуляции оптическими волокнами, а также в пользовательской оптике свободной формы;

- для стабильной работы анализатора, предпочтительно, чтобы рабочая температура не превышала 40°C;
- номинальная мощность 50 Вт, поскольку требуется достаточно сложная система охлаждения, что в свою очередь ведет к увеличению габаритных размеров и стоимости;
- интерфейс: USB, Ethernet, эти стандартные интерфейсы достаточно просты в подключении и обладают приемлемой высокой скоростью передачи данных.

На рисунке 1 представлена схема электрическая структурная разрабатываемого фотоакустического газоанализатора.

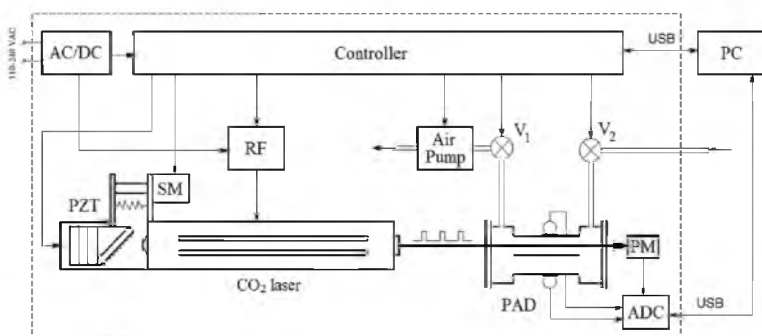


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная фотоакустического газоанализатора

AC/DC – источник питания (преобразует входное переменное напряжение 110-240 В, в постоянное 13,5 В); PC-персональный компьютер; RF – реверсивный насос; V_1, V_2 – электромагнитные клапаны; PZT – пьезоэлектрический преобразователь; SM – шаговый двигатель; PAD – резонансный дифференциальный фотоакустический детектор; PM-измеритель мощности; ADC – аналого-цифровой преобразователь (16 бит)

Персональный компьютер управляет работой газоанализатора, обрабатывает данные и отображает результаты через программу «ILPA». Насос генерирует высокочастотный сигнал 144МГц с выходной мощностью 150-300 Вт для накачки активной среды CO_2 – лазера, который может работать в непрерывном или импульсно-периодическом режиме. Шаговый двигатель нужен для точной настройки угла дифракционной решётки, что позволяет перестраивать длину волны излучения CO_2 – лазера, шаговый двигатель делает 400 шагов за полный оборот. Пьезоэлектрический преобразователь используется для сканирования

длины резонатора лазера и настройки на максимум мощности излучения. Сам волноводный CO₂ – лазер генерирует лазерное излучение в среднем ИК-диапазоне (9,2-10,8 мкм). Работает в импульсно-периодическом режиме с модуляцией мощности. Резонансный дифференциальный фотоакустический детектор состоит из двух параллельных акустических резонаторов с микрофонами, детектирует акустические колебания, возникающие при поглощении лазерного излучения газом. Управляют потоком газа через детектор. АЦП преобразует аналоговые сигналы с микрофонов и других датчиков в цифровую форму для обработки компьютером.

Список использованных источников

1. Advanced Energy Innova. Фотоакустические газоанализаторы INNOVA 1512: [техническая документация] / Advanced Energy Industries, Inc. – [Б. м.]: Advanced Energy, 2020. – 8 с. – URL: <https://vecgroup.ru/upload/iblock/4ea/Фотоакустические%20газоанализаторы%20Advanced%20Energy%20Innova%201512.pdf> (дата обращения: 21.02.2025)
2. GASERA ONE formaldehyde: [Электронный ресурс]. — URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/80026-20-gasera-one-formaldehyde?ysclid=m91oqc2qcj874005415> (дата обращения: 01.03.2024)
3. LaserBreeze – неинвазивный медицинский газоанализатор [Электронный ресурс] — URL: <http://detectors.lc-solutions.com/LaserBreeze.html> (дата обращения: 01.03.2024).
4. Sherstov, I. V., Vasiliev, V. A., Karapuzikov, A. I., & Zenov, K. G. (2020). Comparative studies of photo-acoustic gas analyzers based on tunable CO₂ lasers with external and intracavity detector arrangement. *Infrared Physics & Technology*, 105, 103170.

Керенцев Иван Владиславович, студент гр. 6466-110304ID, kerentsevivan1@mail.ru
Лофицкий Игорь Вадимович, к.т.н., доцент каф. РЭС, ivl60@mai.ru

УДК 621.396.41

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ УСТАНОВКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ РЕГУЛИРУЕМЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ-АТТЕНУАТОРОВ

А.Е. Капитуров, Л.Н. Павлова, Л.А. Лаврова
«Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева» г. Самара,

Одним из перспективных направлений развития волоконно-оптических датчиков для контроля параметров изделий машиностроения является разработка мультисенсорных волоконно-оптических преобразователей информации (МСПИ), предназначенных для многоточечного контроля