

УДК 531.51

А.Б.Наймушин (5 курс, каф. РФ); Н.А.Есепкина д.ф.м.н, проф.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ СЕНСОРЫ ИК-ДИАПАЗОНА ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

ABSTRACT: Recently developed and manufactured at Ioffe Physico-Technical Institute mid-IR LEDs are the perspective sources of light for portable gas analyzers. They allow one to simplify analyzer construction and to reduce the cost because of lack of mechanical modulators and narrow-band filters. LED based analyzers meet the requirements for their use in such areas as monitoring of an environment, medicine, food-processing industry, etc.

Интерес к экологии, новые технологии в пищевой и сельскохозяйственной промышленности, медицине, требует большого количества приборов для мониторинга газов, отвечающих повышенными требованиями к экономичности, стабильности и мобильности. Оптико-абсорбционные сенсоры по определению концентрации газов являются альтернативой термохимическим и электрохимическим установкам. На их основе может быть создан широкий спектр портативных приборов для определения концентраций таких важных для анализа газов как углерод CO, CO₂, CH₄.

В основе оптико-абсорбционного метода лежит, наличие у любого газа своей линии сильного поглощения излучения на определенной длине волны. Для таких газов как углерод CO, CO₂, CH₄ линии поглощения лежат в области среднего ИК диапазона (3-5мкм). Обычно для определения концентрации газов используется оптоэлектронная пара из излучателя и фотоприемника, где излучатель - это широкополосный тепловой источник света с набором фильтров, вырезающих $\Delta\lambda$, соответствующих исследуемому газу и механический (или пьезоэлектрический) прерыватель для модуляции сигнала излучателя. Недавно разработанные в Физико-Техническом Институте им. А.Ф. Иоффе РАН новые полупроводниковые светодиоды среднего ИК диапазона на основе гетероструктур InAsSb(P), InGaAS(Sb) позволяют отказаться от сложных механических решений и позволяют упростить схему газоанализатора.

Основные характеристики разработанных светодиодов и расчетные значения достижимых пределов обнаружительной способности различных газов представлены в таблице 1.

Все перечисленные в таблице 1 сенсоры прошли испытания в ряде исследовательских центров в странах ЕЭС; на основе сенсора углекислого газа создан и прошел госиспытания персональный анализатор ГИАМ-302 для измерений в пределах 0.2-2 об.% ($t = -40 \div +40^\circ\text{C}$), выпускаемый в настоящее время мелкими сериями для российских потребителей.

№	Тип (структура) светодиода	Полуширина линии излучения светодиода	$P_{\text{имп.}}$, mW	D^* , $\text{cm Hz}^{1/2}/\text{W}$	Предел обнаружения (одн.ночн. Имп.)
1	3.3 μm , (n)InGaAs/(p)InGaAs/(p)InAs	0.4 μm	5-10	10^9	0.017%v/v CH ₄ , при $\tau=30\mu\text{s}$
2	4.3 μm , (p)InAsSb/(n)InAsSb/(n)InAsSbP	0.5 μm	2	$5 \cdot 10^8$	0.75%v/v CO ₂ , при $\tau=30\mu\text{s}$
3	4.7 μm , (p)InAsSb/(n)InAsSb/(n)InAsSbP	0.5 μm	1	10^8	3% v/v CO, при $\tau=30\mu\text{s}$

Разработанные сенсоры по сравнению с аналогами отличаются большим временем наработки (>30000 часов [1]), а также большей чувствительностью к углеводородам за счет узкой полосы излучения СД [2] и большей обнаружительной способности фотодиода [1].

Целью данной работы являлось определение потенциальных возможности газоанализатора на основе этих светодиодов. В работе рассмотрены следующие вопросы:

- Создание математической модели газоанализатора для определения предельной чувствительности.
- Исследование влияния характеристики СД и фотоприемников на чувствительность.
- Создание прототипа портативного газоанализатора на основе СД и различных фотоприемников.

ЛИТЕРАТУРА:

1. B.Matveev et al "Room temperature InAs photodiode-InGaAs LED pairs for methane detection in the mid-IR" *Sensors & Actuators* Vol. 51(1998), Nos. 1-3, pp. 233-2371.
2. B.Matveev et al "InAsSbP/InAs LEDs for the 3.3-5.5 μm spectral range" *IEE Proceedings, Optoelectronics* Vol 145 (5) , pp. 254-256 (1998)