

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ СО РАН
АО «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «АЛТАЙ»
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФАРМАКОЛОГИИ И РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ
ИМЕНИ Е.Д. ГОЛЬДБЕРГА
ТП «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СИСТЕМ»
ТП «МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО»
ЯПОНСКОЕ АГЕНСТВО АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЭДИНБУРГА
ЛИОНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ I ИМ. КЛОДА БЕРНАРА
КОМПАНИЯ MACH I, INC.

ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ДЕМИЛИТАРИЗАЦИЯ, АНТИТЕРРОРИЗМ И ГРАЖДАНСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Сборник тезисов
XIV Международной конференции «НЕМs-2018»
3–5 сентября 2018 года
(г. Томск, Россия)

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

Как видно из рисунка, наибольший результат применения методики раздельного возбуждения ЛФ/ЛИФ следует ожидать при использовании малых плотностей энергии импульса воздействия. Этот результат особенно важен с точки зрения оценки перспектив создания безопасных для глаз лидарных технологий.

Таким образом, для повышения эффективности метода ЛФ/ЛИФ необходимо осуществлять разнесенное во времени двухимпульсное лазерное воздействие на молекулы ВЭМ и на их NO-фрагменты. Выбор оптимального значения задержки позволит повысить чувствительность метода обнаружения на один-два порядка величины.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-619.2018.8. и гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16-29-09474.

ДВУХДИАПАЗОННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ СЛЕДОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Агеев Б.Г.¹, Грицута А.Н.¹, Климкин А.В.¹, Куряк А.Н.¹,
Осипов К.Ю.¹, Пономарёв Ю.Н.^{1,2}, Симонова Г.В.³**

¹ *Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

³ *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск*

E-mail: uiron@iao.ru

Дано описание схемотехнического решения лазерного дистанционного газоанализатора паров опасных и вредных веществ (ОВВ) на базе двух источников инфракрасного излучения – перестраиваемых изотопного $^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ -лазера и квантово-каскадного лазера. Разработанная оптическая схема прибора, являясь единой для излучателей, позволяет создать достаточно компактный прибор. Использование двух каналов позволяет существенно расширить области применения газоанализатора. Предусмотрена возможность применения прибора в стационарном и мобильном вариантах. Разработанный газоанализатор относится к области измерительной техники, и предназначен для дистанционного обнаружения паров ОВВ и сопутствующих веществ-маркеров на дистанции от 50 до 100 м.

Газоанализатор содержит блок лазерного излучения, блок приема излучения, а также блок обработки данных и управления. Блок лазерного излучения газоанализатора содержит два источника зондирующего излучения: перестраиваемый в диапазоне 10,99–11,4 мкм изотопный $^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ -лазер и перестраиваемый в диапазоне 7,1–7,6 мкм ККЛ.

Газоанализатор работает следующим образом. Зондирующее лазерное излучение с помощью зеркального коллиматора фокусируется на диффузно-отражающую мишень. Отра-

зившись от нее в обратном направлении, собирается объективом и регистрируется фотоприемниками. Перестройкой по частоте излучения зондирующих лазеров формируется частотный спектр «эхо-сигналов». При появлении на трассе зондирования облака ОБВ (или вещества-маркера ОБВ) спектр эхо-сигналов будет содержать в себе характерные «провалы», вызванные поглощением лазерного излучения на специфических для каждого вещества длинах волн. Таким образом, системой обработки эхо-сигналов получают спектр селективного поглощения молекулами ОБВ (или вещества-маркера ОБВ) зондирующего излучения. Компьютерное сравнение спектров эхо-сигналов на специфических для данных веществ длинах волн на «чистой» трассе зондирования и в присутствии на трассе молекул ОБВ (или вещества-маркера ОБВ) позволяет газоанализатору работать в автоматическом режиме.

Для проверки работоспособности газоанализатора был использован аммиак (NH_3). Эксперимент проводился по отработанной ранее схеме [1]. На рисунке представлен записанный в ходе эксперимента спектр эхо-сигнала, содержащий в себе характерный «провал», вызванный поглощением парами аммиака (концентрация ~ 200 ppm) лазерного излучения.

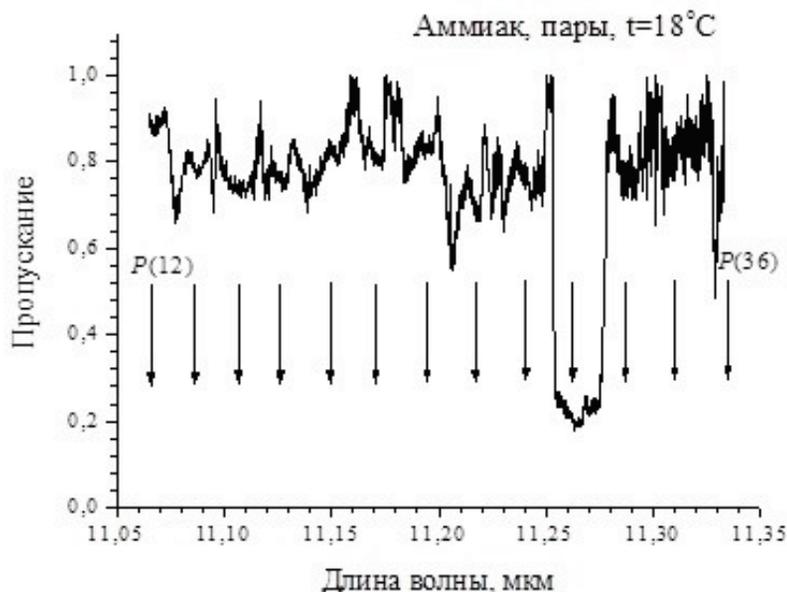


Рис. 1. Зависимость эхо-сигнала (пропускания) кюветы с парами аммиака (~ 200 ppm) от длины волны генерации $^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ -лазера, полученная газоанализатором на дистанции 65 метров трассы. Стрелками отмечены используемые линии генерации

Использование зеркальной оптики в передающей и приемной системах газоанализатора позволяет использовать различные источники излучения и фотоприемники, что способствует развитию новых эффективных подходов создания комбинированных систем, основанных на применении различных лазерных технологий для обнаружения ОБВ.

Работа выполнена в рамках Проекта VIII.80.1.3 Программы фундаментальных исследований государственных академий наук.

Литература

1. Сакович Г.В., Чернов А.И., Силантьев С.В., Ворожцов А.Б., Павленко А.А., Максименко Е.В., Макогон М.М., Климкин А.В., Осипов К.Ю., Пономарев Ю.Н., Капитанов В.А., Агеев Б.Г. Макет дистанционного детектора взрывчатых веществ на основе изотопного CO₂-лазера // Ползуновский вестник. 2010. № 4-1. С. 38–46.

LASER TWO-WAVEBAND GAS ANALYSER FOR REMOTE DETECTION OF TRACES OF HAZARDOUS SUBSTANCES

Ageev B.G.¹, Gritzuta A.N.¹, Klimkin A.V.¹, Kuryak A.N.¹, Osipov K.Yu.¹,
Ponomarev Yu.N.^{1,2}, Simonova G.V.³

¹ *V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Tomsk*

² *Tomsk State University, Tomsk*

³ *Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Tomsk*

E-mail: yupon@iao.ru

The technical scheme of the remote laser analyzer of vapors of hazardous and toxic substances (HTS), based on two IR sources (a tunable ¹³C¹⁶O₂ isotope laser and a quantum cascade laser), is described. The developed optical scheme of the analyzer, identical for both sources, makes it possible to fabricate a rather compact device. The use of two channels considerably extends the application field of the gas analyzer. The gas analyzer can be used in stationary and mobile variants. The field of the instrument application is measurement technology. It can be used for remote detection of HTS vapors and HTS markers at distances from 50 to 100 m.

The gas analyzer comprises units of lasing, receiving, data processing, and control. The laser radiation unit consists of two probe lasers, namely, a ¹³C ¹⁶O₂ isotope laser tunable within the range of 10.99–11.4 mm and a QCL, tunable within 7.1–7.6 mm.

The gas analyzer operates as follows. The probe laser radiation is focused by the mirror collimator on the diffusely reflecting target. Reflected back from it, the radiation is collected by the objective and then recorded by the photodetectors. The frequency spectrum of the echo signals is formed by tuning the frequency of the probe lasers. When the HTS (or HTS marker) cloud appears in the probing channel, there arise dips in the spectrum of echo signals, caused by the absorption of laser radiation at wavelengths, characteristic for each substance. The processing of echo signals yields the spectrum of selective absorption of the probe radiation by molecules of HTS (or HTS marker). Computerized comparison of spectra of echo signals in a 'pure' probing channel and in the

presence of HTS (or HTS marker) molecules allows the gas analyzer to operate in the automatic regime.

The operational capability of the gas analyzer was tested with the help of ammonia (NH_3). The experiment was performed according to a previously developed scheme [1]. Figure shows the experimentally recorded echo-signal spectrum, containing a typical dip, caused by the absorption of laser radiation by the ammonia vapor.

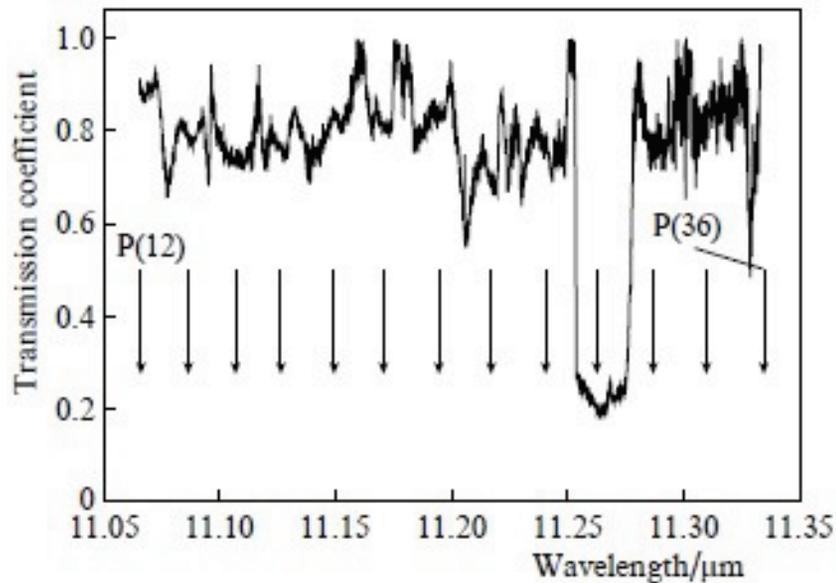


Fig. 1. Dependence of the echo signal [the transmission coefficient] of a cell with a mixture of ammonia vapor (~200 ppm) at the $^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ laser wavelength measured at a distance of 65 m. The arrows show the wavelengths of the used laser lines

The use of mirror optics in the transmitting and receiving systems of the gas analyzer makes it possible to use different light sources and photodetectors, which facilitate the development of combined systems, based on the use of various laser technologies for detection of HTS's.

This work was supported by Program for Fundamental Research of State Academies of Sciences (Project No. VIII.80.1.3).

References

1. Sakovich G.V., Chernov A.I., Silant'ev S.V., Vorozhtsov A.B., Pavlenko A.A., Maksimenko E.V., Makogon M.M., Klimkin A.V., Osipov K.Yu., Ponomarev Yu.N., Kapitanov V.A., Ageev B.G. Maket distantsionnogo detektora vzryvchatykh veshchestv na osnove izotopnogo CO_2 -lasera (Prototype of the remote detector of explosives, based on isotope CO_2 laser) // Polzunovskii Vestnik. – 2010. – No. 4–1. – pp. 38–46.