

ПОСТРОЕНИЕ СОГЛАСОВАННОГО ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СЕРОВОДОРОДА НА ОСНОВЕ МЕТОДА TDLAS

Проведено исследование применения метода согласованной фильтрации для решения задачи определения содержания сероводорода в атмосфере вблизи промышленных предприятий. Выполнен анализ возможностей метода для теоретических спектров поглощения H_2S и CO_2 , проведена обработка экспериментально полученных сигналов поглощения H_2S при различных концентрациях с помощью согласованного фильтра с разными импульсными характеристиками. Полученные данные позволяют повысить уровень чувствительности детектирования слабоинтенсивных линий поглощения H_2S в составе атмосферы.

Z.S. MARKOV, S.V. KIREYEV, N.A. MARSHIN, A.A. KONDRASHOV

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

CONSTRUCTION OF A MATCHED DIGITAL FILTER FOR SOLVING THE PROBLEM OF HIGHLY SENSITIVE DETECTION OF SMALL CONCENTRATIONS OF HYDROGEN SULFIDE BASED ON THE TDLAS METHOD

We report on a study of the use of the matched filtration method for the task of determining the hydrogen sulfide content in the atmosphere near industrial enterprises. An analysis of the method's capabilities for theoretical absorption spectra of H_2S and CO_2 was carried out, and experimentally obtained H_2S absorption signals at various concentrations were processed using a matched filter with different impulse characteristics. The data obtained make it possible to increase the level of sensitivity in detecting low-intensity absorption lines of H_2S in the atmosphere.

Одной из задач при разработке точного и чувствительного газоанализатора на основе лазерных методов для определения содержания H_2S в атмосфере промышленных предприятий является задача поиска малого полезного сигнала на фоне побочных сигналов поглощения и шумов [1]. Одним из вариантов выделения полезного сигнала является согласованная фильтрация. Согласованный фильтр представляет собой оптимальную линейную систему, импульсная характеристика которой $h(t)$ определяется таким образом, чтобы SNR на выходе фильтра был максимален. Импульсный отклик такого фильтра: $h_{opt}(t) = FT^{-1}\{H_{opt}(f)\} = Ks(t_0 - t)$, где K – действительная константа, $s(t)$ – детерминированный сигнал.

Выходной сигнал согласованного фильтра $y(t)$ представляет собой свертку входного сигнала с оптимальной импульсной характеристикой фильтра.

С помощью спектроскопической базы данных HITRAN выполнено моделирование спектра H_2S для давления 0.001 atm в диапазоне 4873 - 4878 cm^{-1} в отсутствие и при влиянии поглощения излучения молекулами CO_2 . В качестве импульсной характеристики выбран Лоренцев контур. Показано, что согласованный фильтр для сигнала поглощения H_2S легко позволяет обнаружить сигнал даже при низких значениях SNR.

Проведено измерение спектров H_2S на фоне побочных линий CO_2 при различных давлениях смеси и последующая обработка с помощью метода согласованной фильтрации. Запись спектров осуществлялась с помощью измерительного комплекса, основанного на методе TDLAS. В качестве примера на рис. 1. изображен записанный спектр, содержащий линии CO_2 и линию H_2S , и результат обработки сигнала методом согласованной фильтрации.

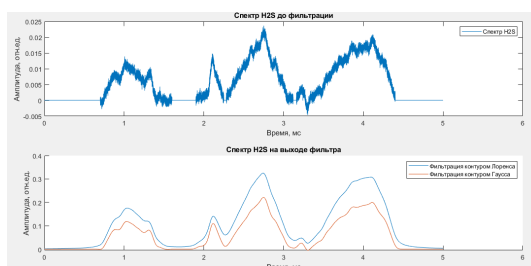


Рис. 1. Экспериментальный спектр H_2S на фоне линий CO_2 и результат свертки с импульсной характеристикой фильтра

Полученные данные позволяют повысить уровень чувствительности детектирования слабоинтенсивных линий поглощения H_2S в составе атмосферы.

Список литературы

1. S V Kireev, A A Kondrashov, M A Rybakov, S L Shnyrev, A.I. Sultangulova «Онлайн детектирование H_2S в газовых средах в области 4860–4880 cm^{-1} методом диодной абсорбционной лазерной спектроскопии»