

УДК 681.7.05

АНАЛИЗ СИСТЕМ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Тюрикова Е.П. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель - Кустикова М.А. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Углерод и углеводород являются неотъемлемыми составляющими всей экосферы планеты. Отклонение от среднего количества изотопов углерода в атмосфере могут свидетельствовать о тех или иных процессах, происходящих непосредственно во всех экосистемах. К примеру, данные изменения могут сигнализировать об изменении вариации потока космических лучей [1].

Целью проекта является анализ запатентованных полезных моделей и изобретений в области спектроскопических методов анализа углеводородов (гомологов метана) и углекислого газа, применимых для фиксирования климатических изменений.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Определить основные требования к системам детектирования изотопов углерода и углеводорода.
2. Выполнить поиск приборов и систем, отвечающих поставленным требованиям.
3. Провести анализ систем методом сравнения отобранных технологических решений.

Объектом исследования являются изотопы $C^{12}O_2$, $C^{13}O_2$, $C^{14}O_2$, $C^{12}H_4$, $C^{13}H_4$, $C^{14}H_4$ и их концентрации в атмосфере.

Было предложено использовать системы, основывающиеся на Рамановской спектроскопии. Рамановский метод в совокупности со спектроскопией затухания излучения в резонаторе (ЗИР) позволяет регистрировать малое поглощение излучения, проходящего через образец. Это дает возможность измерять доли примесей на уровне млрд⁻¹ (ppb) и трлн⁻¹ (ppt). Также стало возможным измерять соотношение изотопов углерода $^{13}C/^{12}C$ в углекислом газе наравне с изотопными масс-спектрометрами [2].

Отметим, что для определения изотопа ^{14}C в настоящее время существует только 2 метода - метод газовой и жидкостной сцинтилляции, и метод изотопной масс-спектропии. Это обусловлено тем, что ^{14}C является наименее стабильным, и относительное содержание радиоуглерода ^{14}C в атмосфере остается чрезвычайно малым, около $1,2 \cdot 10^{-12}$ г на один грамм обычного углерода ^{12}C , что соответствует концентрации в 100 ppt.

Был проведен поиск по базам патентов, таких как Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Российской Федерации, Европейское патентное бюро, Национальная база патентного ведомства США, Патентное ведомство Китая. Было выявлено, что среди предложенных вариантов нет такого, который бы отвечал требованиям измерения на уровне ppb.

На основании данного вывода было предложено разработать рамановский газовый анализатор с применением метода спектроскопии когерентного антистоксового рассеяния света (КАРС), что позволит наиболее эффективно определять изотопы углерода с необходимой точностью.

Список использованных источников

1. Арсланов Х. А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л., 1987. 298 с
2. ГОСТ Р 55460-2013 «Продукция алкогольная. Идентификация. Метод определения отношения изотопов $^{13}C/^{12}C$ диоксида углерода в игристых винах и напитках брожения»