

Оптимизация оптической схемы оптико-абсорбционного газоанализатора фреонов

Ю. Н. Снытко (ФГУП «СПО «Аналитприбор», Смоленск)

Научный руководитель - Л. А. Конопелько, д.т.н., профессор (Университет ИТМО)

Применение фреонов в промышленности имеет два ярко-выраженных направления:

- технологическое (кондиционеры и холодильное оборудование);
- в качестве огнегосителя (в автоматических системах пожаротушения).

Задачи по контролю фреонов сводятся к двум основным:

- 1) контроль концентрации фреонов в замкнутых объемах, где возможно длительное нахождение людей (требуемый диапазон измерения $0-500 \text{ мг/м}^3$);
- 2) контроль концентрации фреонов в замкнутых объемах, где произошло срабатывание системы пожаротушения на основе фреона-огнегасителя (Требуемый диапазон измерения $1000-10000 \text{ мг/м}^3$).

Для контроля содержания фреонов в настоящее время используются электрохимические, полупроводниковые и оптико-абсорбционные газоанализаторы. Каждый тип приборов имеет свои преимущества и недостатки. Реализовать задачу контроля фреонов одновременно в двух диапазонах измерения ($0-500 \text{ мг/м}^3$ и $1000-10000 \text{ мг/м}^3$) возможно только с помощью оптико-абсорбционного газоанализатора.

По определению Фреоны – техническое название насыщенных алифатических фторсодержащих углеводородов. Из определения фреонов следует, что типичной связью фреонов является C-F, которое имеет интенсивные полосы поглощения в диапазоне спектра $7,2-10 \text{ мкм}$.

Целью работы является исследование и разработка автоматического оптико-электронного средства измерений концентрации фреона, обладающего селективностью и высокой чувствительностью, высоким ресурсом (долговечностью), низким энергопотреблением, а также быть пригодным для сертификации и серийного производства.

В работе показано, что для достижения высокой избирательности и стабильности показаний оптико-абсорбционного газоанализатора требуется обеспечить максимум спектральной плотности энергетической светимости инфракрасного излучателя в длинноволновой области от 8 до 10 мкм , создать приемник инфракрасного излучения с высокой чувствительностью в длинноволновой области от 8 до 10 мкм , создать систему интерференционных фильтров для обеспечения избирательности и многоканальную оптическую схему, для совмещения контроля технологического и огнегасящего фреона в одном помещении.

Для получения максимума спектральной плотности энергетической светимости излучателя в области от 8 до 10 мкм исследованы материалы, пропускающий излучение в области до $6-7 \text{ мкм}$ и поглощающий излучение в области свыше $7-8 \text{ мкм}$.

При разогревании максимум плотности энергетической светимости такого материала будет находиться в области свыше 8 мкм . В работе показано, что оптимальными физико-химическими свойствами обладает лейкосапфир. При использования сапфира в качестве излучателя в длинноволновой ИК-области обеспечивается стабильность оптико-механических характеристик и оптимальные спектральные характеристики.

В работе показано, что в качестве приемника оптического излучения имеющего высокую чувствительность в диапазоне $8..10 \text{ мкм}$ необходимо использовать пироприемник, т.к. приемники оптического излучения на внутреннем фотоэффекте для спектрального диапазона $8..10 \text{ мкм}$ требуют охлаждения до температур 77 К и ниже, что затрудняет использование указанных ПОИ в промышленных газоанализаторах. Описана конструкция разработанного и исследованного в работе пироприемника.

В работе описана трёхканальная оптическая схема, состоящая из двух рабочих каналов и одного опорного совмещения контроля технологического и огнегасящего фреона в одном помещении. Опорный канал необходим для компенсации внешних воздействий, загрязнения оптики, сокращение времени прогрева и стабильности нулевых показаний.

Обоснована система интерференционных фильтров для обеспечения избирательности. Система состоит из интерференционных фильтров на каждый канал измерения, общих для всех каналов отрезающего фильтра (для устранения побочных максимумов в области менее 7 мкм) и пластины флюорита (для устранения части излучения в области более 11 мкм).

Промежуточными результатами работы является применение излучателя имеющего максимум спектральной плотности энергетической светимости в области от 8 до 10 мкм, системы фильтров состоящей из узкополосных интерференционных фильтров, отрезающего фильтра и пластины флюорита выделяется требуемая области спектра излучения необходимая для селективного измерения фреонов. Применение трехканальной схемы позволяет проводить измерения двух фреонов одновременно, при использовании третьего канала как опорного. При этом основные и опорный приемники оптического излучения расположены рядом, в одном блоке, что исключает температурный дрейф одного приемника относительно другого. В качестве приемника применен современный пиропроеприемник отечественного производства.

В работе описана и рассчитана оптическая схема современного газоанализатора фреонов прошедшего испытания на утверждения типа средства измерения и способного для серийного изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Васильев А.В, Гриненко Е.В., Шукин А.О., Федулина Т.Г. Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений: Учебное пособие. СПб.: СПбГЛТА, 2007 – 54 с.
- [2]. Трубаров В.А., Снытко Ю.Н. Патент РФ № 2417354, 2011.
- [3]. Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники оптического излучения. Учебное пособие для вузов. СПб.: Политехника, 2009 г. – 415 с.
- [4]. Ишанин Г.Г., Челибанов В.П. Приёмники оптического излучения; Лань, 2014 г. - 304 с.
- [5]. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. Название: Физика активных диэлектриков Издательство: Ростов-на-Дону, 2009. – 428 с.

Автор: Снытко Юрий Николаевич _____

Руководитель Конопелько Леонид Алексеевич _____