

ОПТОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА СОСТАВА ВЕЩЕСТВ

А. В. Новичихин, Е. М. Крючков, А. С. Воронов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

Оптоакустика – область научных знаний, охватывающая эффекты возбуждения звука лазерным импульсом или модулированным по интенсивности световым пучком. Акустический импульс, распространяющийся из области, поглотившей оптическую энергию, – одно из основных проявлений эффекта взаимодействия излучения с веществом.

При облучении образца короткими импульсами мощного монохромного излучения, проявляется оптоакустический эффект, открытый А. Беллом в 1881 г. и описанный также в работах В. Рентгена и Д. Тиндалля. [1] Спектр ультразвукового излучения коррелирован с химическим составом вещества и его структурой. Так же при облучении образца светом широкого спектра излучения, звуковой спектр будет аналогичен спектру поглощения материала образца. Что позволяет говорить о его химическом составе.

В данной работе предлагается измерительная система, предназначенная для исследования химического состава веществ оптоакустическим методом. Система изображена в виде структурной схемы на рисунке 1.

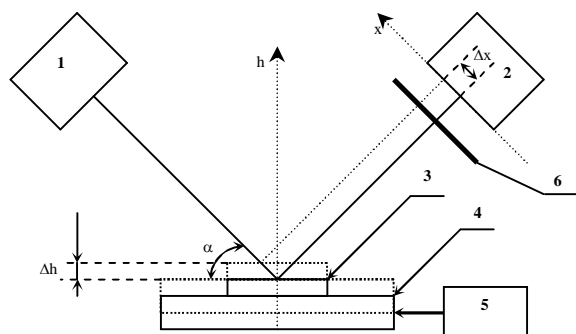


Рисунок 1 – Структурная схема установки

Где 1 – лазер малой мощности с длиной волны 655нм, 2 – фотоприемное устройство, 3 – отражающая поверхность на образце, 4 – исследуемый образец, 5 – импульсный лазер высокой мощности с длиной волны 532 нм, 6 – красный светофильтр. Установка состоит из трех основных частей: опто-электронного преобразователя (1, 2, 3, 6), мощного лазера (5) и исследуемого образца (4). Основная идея работы системы проста: с лазера (5) на образец (4) подается мощный лазерный импульс, в ответ на который в об-

разце возникает акустический сигнал, регистрируемый опто-электронным преобразователем и несущий в себе информацию о химическом составе образца. Красный светофильтр необходим для устранения влияния лазера (5) на опто-электронный преобразователь. Используемая длина волны лазера (5) позволяет фиксировать в образце достаточно большое количество веществ. Например флукоидан в экстакте морских водорослей, дезоксигемоглобин в крови человека, общую концентрацию железа в питьевой воде [2] и т.д. Т.е. если качественный состав исследуемого вещества известен заранее, то предложенная методика дает количественную информацию. При необходимости определить качественный состав образца разумно заменить лазер (5) на лазер с перенастраиваемой длиной волны [3].

Аналогичные системы давно известны в области исследования состава веществ [4], однако в них регистратором акустических колебаний обычно является пьезоэлемент. Такой подход удобен в реализации, но неточен. Пьезоэлементы являются линейными преобразователями перемещение-напряжение только для одной частоты, а амплитудно-частотная характеристика у них нелинейна даже в относительно узком акустическом спектре [5]. Предлагаемый опто-электронный измерительный преобразователь имеет линейную АЧХ в широком диапазоне акустических частот (до десятков мегагерц), что делает его более предпочтительным для такого рода исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Upon the Production of Sound by Radiant Energy," Phil. Mag., Series 5, vol. 11, pp. 510-528.
2. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая, методы измерения массовой концентрации общего железа. – М: Изд-во стандартов, 1974.
3. Laser beam shaping theory and techniques / edited by F.M. Dickey, S.C. Holswade. – New York: Marcel Dekker, Inc., 2000.
4. Гусев В., Карабутов А. Лазерная оптоакустика. – М.: Наука, 1991.
5. Воронов А.С. Опто-электронная измерительная система для определения комплексного коэффициента передачи пьезоэлементов / А.С. Воронов, С.П. Пронин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.–2007.–№3. С.56–59.