

ХРОМАТИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛЕТУЧИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ СЕНСОРАМИБольшаков Е.С.¹, Иванов А.В.^{1,2}, Гармаш А.В.¹, Самохин А.С.¹¹Химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия²Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия
*sandro-i@yandex.ru***DOI: 10.26902/ASFE-11_146**

Актуальная задача экспрессного химического анализа – разработка селективных и чувствительных компактных тест-средств для обнаружения токсичных и канцерогенных веществ – органических растворителей, в больших количествах используемых в промышленности. Эффективным тест-средством могут быть наноструктуры, например, фотонные кристаллы (ФК), имеющие период упаковки, близкий к длинам волн видимого диапазона. Под воздействием аналитов они изменяют свой структурный цвет, обусловленный узкой полосой отражения. Такой аналитический сигнал является достоверным способом обнаружения при относительно невысокой стоимости сенсоров. Для измерения сигнала ФК-сенсоров предложено использовать спектроскопию диффузного отражения как интегральный метод.

Сенсоры представляют собой упорядоченный ансамбль монодисперсных полистирольных сферических частиц (190–250 нм) на подложке (поликарбонат или стекло), закрытый чувствительной матрицей из полидиметилсилоксана. В качестве аналитов исследовали органические растворители алифатического и ароматического ряда. Разработано устройство для нанесения проб аналитов и непосредственного измерения спектров отражения, что позволило разработать программно-аппаратный комплексный подход для определения структурного цвета в динамике; подобраны стандартные условия измерения и обработки аналитического сигнала. Оценена воспроизводимость аналитического сигнала и возможность многократного использования сенсорных матриц для обнаружения углеводородов. Основную аналитическую информацию несет изменение положения максимума спектра при воздействии углеводородов. Динамические спектры диффузного отражения при воздействии алифатических и ароматических углеводородов различаются. Инструментом для качественного анализа растворителей могут служить паттерны, по характерным участкам которых можно идентифицировать углеводород, однако оценить по ним количественное воздействие аналитов невозможно. Структурный цвет ФК-матриц как анизотропных сред также меняется в зависимости от угла наблюдения. Использование спектроскопии диффузного отражения позволяет рассчитать координаты цветности стандартной колориметрической системы СИЕ структурный цвет сенсоров по динамическим спектрам при идентификации летучих органических соединений. На диаграмме цветности СИЕ можно наблюдать динамику изменения структурного цвета сенсора (380–700 нм).

Цветовая шкала может быть изготовлена также на основе ФК, что исключает влияния изменения угла наблюдения. Построены зависимости положения максимума фотонной запрещенной зоны от времени и хроматические диаграммы с нанесенным треком изменения цвета с зеленого на красный при воздействии углеводорода. Выявлена равномерная зависимость между батохромным сдвигом и изменением цвета.

Таким образом, сочетание регистрации аналитического сигнала методом спектроскопии диффузного отражения и визуализацией на хроматических диаграммах позволило создать новый подход к мониторингу летучих органических соединений. Подход позволяет проводить анализ в полевых условиях с использованием цифровых устройств: фотоаппаратов, офисных сканеров и смартфонов.