

**КОНТРОЛЬ ПАРОВ ЛЕТУЧИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ  
СЕНСОРНЫМИ МАТРИЦАМИ НА ОСНОВЕ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ**Большаков Е.С.<sup>1</sup>, Гармаш А.В.<sup>1</sup>, Иванов А.В.<sup>1,2</sup>, Козлов А.А.<sup>3</sup>, Самохин А.С.<sup>1</sup><sup>1</sup>Химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия<sup>2</sup>Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия<sup>3</sup>Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова РТУ/МИРЭА,  
Москва, Россия*sandro-i@yandex.ru***DOI: 10.26902/ASFE-11\_145**

Фотонные кристаллы (ФК) – функциональные материалы с упорядоченной структурой и периодически изменяющимся показателем преломления. ФК прозрачны в видимой области спектра за исключением узкой полосы, вызванной наличием запрещенной зоны. Аналитическим сигналом служит батохромный или гипсохромный сдвиг спектра отражения, а визуально – изменение цвета (например, от зеленого к красно-оранжевому). Использовали мини-спектрофотометр "eye-one Pro", позволяющий получить интегральные характеристики отражения от поверхности анизотропного ФК. Для детектирования паров органических растворителей спектрофотометр фиксировали на разработанной нами приставке в положении апертурой вверх. Отражение измеряли с обратной стороны сенсора через оптически прозрачную подложку (поликарбонат) в динамическом режиме. Данные получали с помощью стандартного программного обеспечения i!Share; одновременно записывали в файл формата \*.csv температуру и влажность на протяжении эксперимента и обрабатывали в программе MS Excel. Воздействие насыщенных паров летучих углеводородов приводит к батохромному сдвигу спектра на 80-100 нм. Наиболее актуально обнаружение низких концентраций углеводородов на уровне ПДК. Ненасыщенные пары толуола (0,3 – 60 мг/м<sup>3</sup>) создавали в стеклянном куполе, дозируя толуол на вату, помещенную на нагретую спираль. ФК и спектрофотометр также находились в этом куполе; спектры диффузного отражения регистрировали в автоматическом режиме с интервалом 20 с. Разработан способ on-line контроля паров летучих углеводородов (толуола, ксилола) в воздухе рабочей зоны на производстве лакокрасочных материалов. Прибор с зафиксированным на апертуре ФК устанавливали в производственном цехе. Эксперименты проводили: в рабочие дни (концентрация паров углеводородов в рабочей зоне максимальна); в выходные (когда концентрация паров была равновесной); в "чистом" помещении, где заведомо отсутствовали пары углеводородов. При регистрации спектра с низкой дискретностью (10 нм) возникает проблема точного определения положения максимума. Участок спектра вблизи максимума описывали квадратичной зависимостью  $R = a\lambda^2 + b\lambda + c$ , где  $\lambda$  – длина волны,  $R$  – коэффициент отражения. Параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$  находили интерполяцией с помощью регрессионного анализа; максимум спектра рассчитывали, как  $\lambda_{\max} = -b/2a$ . Получено хорошо воспроизводимое смещение максимума спектра отражения ФК, согласующееся со стадиями производства лакокрасочных материалов. Однако величина этих изменений значительно меньше, чем шаг регистрации спектра (10 нм). Статистическая значимость изменений подтверждена контрольными экспериментами в условиях, исключающих колебания концентрации паров летучих углеводородов в атмосфере. Сигнал, регистрируемый в этих условиях, принимали за фоновый. По  $3s$ -критерию сдвиг максимума на спектре, превышающий 0,08 - 0,10 нм, является статистически значимым.

Таким образом, предложен подход к непрерывному on-line контролю ненасыщенных паров летучих углеводородов с помощью сенсорных матриц на основе ФК.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-03-00397.*