

3. Патент на изобретение № 2672656 РФ, МПК F24S 10/55, F24S 10/70. Устройство для нагрева воды за счет солнечной энергии / Александрова (Маслова) А.А., Осокин В.Л. № 2016126648; опубл. 16.11.2018, Бюл. № 32.

**Арабей С.М., д.ф.-м.н., доцент,
Станишевский И.В., к.ф.-м.н., доцент,
Слонская С.В., к.х.н., доцент**

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь
ФОРМИРОВАНИЕ В СИЛИКАТНОМ НАНОРЕАКТОРЕ
ФОТОСТАБИЛЬНЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ПРИМЕСНЫХ
ЦЕНТРОВ ЗАМЕЩЕННОГО АІ-ФТАЛОЦИАНИНА

Увеличение эффективности работы кремниевых солнечных элементов может быть достигнуто путем нанесения на их поверхность механически прочного и фотостабильного слоя из материала, способного преобразовать УФ излучение в фотолюминесцентное, лежащее на границе видимого и ближнего ИК диапазона. В настоящей работе представлены результаты исследования нанопористого силикатного материала полученного золь-гель методом (объемные гель-матрицы), допированного молекулами фенилтиозамещенного фиалоцианина ((PhS)₄-PcAlOH), [1]. В перспективе, золь-гель пленки из аналогичного материала могут быть использованы в возобновляемых источниках энергии – в кремниевых солнечных элементах.

Как показал эксперимент (см. рисунок 1), длинноволновая Q-полоса поглощения (PhS)₄-PcAlOH в высушенной нанопористой силикатной матрице претерпевают существенные спектральные смещения (гипсохромный сдвиг на 41 нм по отношению к жидкому золю). При этом наблюдается интенсивная флуоресценция примесных молекул и имеет место подобие спектров возбуждения флуоресценции спектрам поглощения, что свидетельствует о мономерной форме (PhS)₄-PcAlOH в силикатной матрице.

Эволюция коллоидно-силикатной системы от состояния золя до прозрачной нанопористой твердой силикатной матрицы представляет собой сложный процесс испарения жидких компонент реакционной смеси из нанопор, усадку и увеличение её механической

прочности. Зависимость положения максимума Q -полосы поглощения $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$ от длительности сушки силикатной матрицы имеет S-образный вид, который отражает эволюционный переход от состояния примесных молекул в объеме нанопор, до их взаимодействия с силикатным каркасом, т.е. указывает на временной процесс структурных перестроек примесных центров в силикатном нанопористом материале.

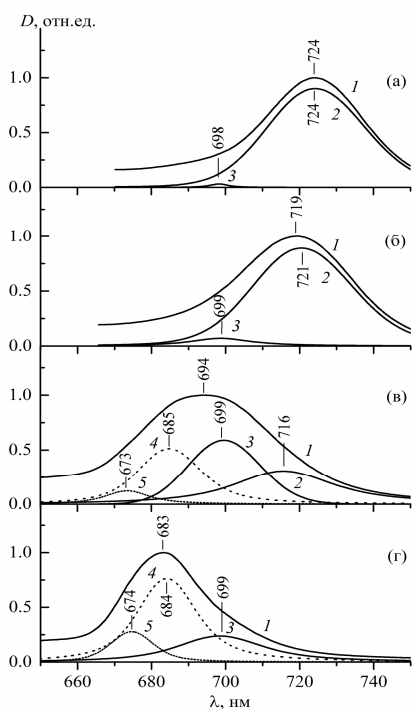


Рисунок 1 – Разложение длинноволновой полосы поглощения $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$ в силикатном ксерогеле (кривые 1) на фойгтовские компоненты (кривые 2–5) после 4 (а), 10 (б), 25 (в) и 49 (г) сут сушки материала

Для установления связи временного сдвига максимума Q -полосы поглощения, а также изменения формы её контура, с механизмами и эволюцией превращений примесных центров формирующих данную полосу, было выполнено разложение контура на фойгтовские компоненты и определены их параметры для разных этапов сушки. Результаты разложения представлены на рисунке 1. Формирование разных типов примесных центров в нанопорах матрицы, свидетельствует о том, что матрица выступает в качестве твердотельного нанореактора.

На начальной стадии процесса сушки (до 10 сут) смещение максимума длинноволновой полосы поглощения незначительное.

Предположительно смещение вызвано уплотнением структуры геля и частичным вытеснением жидких компонент из нанопор матрицы. При сушке до 20–25 сут гипсохромный сдвиг Q -полосы дос-

тигает ~ 30 нм, что может быть связано с интенсивным испарением растворителей (вода, этанол, формамид, ДМФА) из нанопор матрицы и, как следствие, с разрушением исходной сольватной оболочки молекул $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$. При этом, как показывают результаты разложения контура, возникает новая спектральная форма, гипсохромно сдвинутая до $\lambda_{\text{max}} \approx 699$ нм (рисунок 1 а-г, кривые 3), максимальное содержание которой наблюдается после 25 сут сушки (рисунок 1 в). Можно полагать, что эта спектральная форма соответствует молекулам $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$ в свободном состоянии (аналог газообразной фазы), поскольку поры матрицы уже практически полностью очищены от жидких компонентов и эффективно проявляются сорбционные свойства поверхности нанопор.

Далее происходит уплотнение структуры нанопористой матрицы, приводящее к значительному уменьшению размеров пор. При этом свободные молекулы $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$ приближаются к поверхности нанопор, взаимодействуют с ней, что даёт начало формированию новых типов примесные центры. Как показывают результаты разложения Q -полосы, уже после 25 сут сушки (рисунок 1 в) в сложном контуре полосы появляются две заметные компоненты при 685 и 673 нм (кривые 4 и 5, соответственно). Дальнейшая сушка матрицы, приводящая к образованию ксерогеля, показывает, что эти компоненты усиливаются с одновременным ослаблением компоненты 3 (рисунок 1 г). Образование, накопление и стабилизация новых спектральных форм при 684 и 674 нм можно связать с процессами химического взаимодействия молекул $(\text{PhS})_4\text{-PcAlOH}$ с реакционными центрами поверхности нанопор силикатной матрицы. По мере заполнения таких реакционных центров скорость спектрального смещения экспериментальной многокомпонентной Q -полосы замедляется, и S-образная кривая после 40 сут сушки достигает стационарного состояния.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке БРФФИ (договор №Ф21МС-017).

Список использованных источников

1. Спектральные и агрегационные свойства молекул фенилтиозамещенного Al-фталоцианина в нанопористых силикатных матрицах /С.М. Арабей [и др.]// Журн. прикл. спектроск. – 2022. – Т. 89, № 2. – С. 145–152.

Барайшук С.М.¹, к.ф.-м.н., доцент, Голосов Д.А.², к.т.н., доцент,
Михалкович О.М.³, к.ф.-м.н., Хуан Х.Л.⁴, магистр физики

¹Белорусский государственный аграрный технический
университет, Минск

²Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

³Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка, Минск

⁴Чжоньданский педагогический университет, Чжоньдан, КНР

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОДЯЩИХ И ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СЛОЕВ СЕНСОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОБАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ TI В V

Введение. Исследования в области сенсорики активно развиваются и имеют широкое практическое применение. Актуальны разработки и исследование материалов, позволяющих выполнять интеграцию сенсорных структур с микроэлектронными и микромеханическими системами на физическом уровне, позволяющем реализовать такое решение с применением существующих или перспективных промышленных технологий. Разработка сенсорных структур одно из ведущих направлений в создании новейших технологий мониторинга и диагностики биологических, природных, медицинских объектов и глобальных систем [1-3].

Объекты исследования и эксперимент.

Пленки оксида ванадия наносились методом импульсного реактивного магнетронного распыления V мишени (чистота 99,96 %) в среде Ar/O₂ рабочих газов. Схема установки магнетронного нанесения и методика проведения экспериментов по нанесению пленок описана в работе [2]. Пленки наносились на структуры Si₃N₄/Si, Ti/Si и Ti/Si₃N₄/Si при следующих условиях: ток разряда It = 1,5 А, потоки аргона и кислорода Q_{Ar} = 50 мл/мин, Q_{O₂} = 10 мл/мин. Напряжение разряда составляло 525 В. Толщина пленок порядка 150 нм. Исследовалась поверхность пленок, которые подвергались отжигу в атмосфере кислорода на установке инфракрасного нагрева при температуре от 100 до 450 °С. Время отжига от 10 до 120 мин. Атомно-силовые изображения поверхности и данные по 8 па-