

## **ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

А.И. Воробьева, Д.Л. Шиманович, Е.А. Уткина

Мембраны из пористого анодного оксида алюминия (ПАОА), изготовленные двухступенчатым анодированием алюминиевых заготовок (пластин или фольги) в водном растворе щавелевой кислоты, являются самыми популярными шаблонами, используемыми при получении магнитных наноконпозитов. Многообразие вариантов использования ПАОА матриц стимулирует проведение детальных исследований их физико-химических свойств различными методами. Сравнительный анализ методов исследования термических свойств ПАОА и наноконпозитов на его основе показал, что для исследования термодинамических характеристик наиболее подходит метод дифференциально-термического анализа. Практический интерес исследований в этом направлении связан также с тем, что встраивание различных наноэлементов в химически и термически инертную матрицу из оксида алюминия является одним из способов повышения их стабильности. Основная цель исследования состояла в том, чтобы определить, сохраняет ли такая мембрана упорядоченную пористую наноструктуру при температурах выше 800 °С. Это увеличило бы диапазон полезных свойств (температура и чистота) по сравнению с коммерческими мембранами ( $T_{\max}=600\text{--}700^\circ\text{C}$ ) и мембранами, изготовленными в фосфорнокислом электролите. Были проведены комплексные исследования состава, структуры и термодинамических характеристик, в частности особенностей фазовых переходов I рода (кристаллизации) в ПАОА мембранах собственного изготовления. Дифференциально-термический и термогравиметрический анализ образцов проводили с использованием синхронного термического анализатора NETZSCH STA 409 PC/PG Luxx (Германия) с вертикальной загрузкой образцов.

Проведенные исследования показали, что фазовые переходы в ПАОА начинаются при температурах выше 850 °С. В целом экспериментально показано, что мембраны ПАОА изготовленные из А1 фольги (99,995 %) двухступенчатым анодированием в 4 %-ном водном растворе щавелевой кислоты, как описано в работе [1], являются в достаточной степени химически и термически стойкими в интервале температур от комнатной до 850°С.

Такие мембраны, с сохранившейся после отжига упорядоченной структурой и не содержащие примесей, можно будет также использовать при синтезе термостойких материалов, используемых в процессах катализа и газоразделения при высоких температурах, и в качестве матриц (template) для формирования массивов УНТ CVD и PVD методами в среде аргона.

### **Литература**

1. Vorobjova A.I., Shimanovich D.L., Yanushkevich K.I. et al. // Beilstein J. Nanotechnol. 2016. № 7. P. 1709–1717.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СМЕСЕЙ С РАДИОПОГЛОЩАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ В ИНФРАКРАСНОМ И СВЧ ДИАПАЗОНАХ**

Л.Л. Ганьков, Т.А. Пулко

Для формирования покрытий с радиопоглощающими свойствами в пожароопасных промышленных и выделенных помещениях при проведении строительных и ремонтных работ целесообразно использовать огнезащитные составы с добавлением вспученного вермикулита. Цель работы заключалась в исследовании экранирующих характеристик полученного комбинированного покрытия в диапазоне частот 8...17 ГГц и его термограмм в пределах среднего и дальнего ИК-диапазонов. При измерении термограмм источник инфракрасного излучения генерировал направленный поток воздуха с температурой 80 °С при температуре окружающей среды 24 °С, а нагревание исследуемых образцов производилось равномерно до стабилизации температуры поверхности образца. Проводились измерения характеристик трех образцов комбинированных покрытий на основе огнезащитного состава толщиной 5 мм с

добавлением вспученного вермикулита (образец № 1), вспученного вермикулита и 40%-го водного раствора  $\text{CaCl}_2$  (образец № 2), а также вспученного вермикулита, 40%-го водного раствора  $\text{CaCl}_2$  и силикагеля (образец № 3). Установлено, что в диапазоне частот 8...17 ГГц образец № 3 обладает наилучшими значениями коэффициента отражения ЭМИ (-0,794...-16,669 дБ) при значениях коэффициента передачи ЭМИ 0...-2,357 дБ; образец № 2 обладает наилучшими значениями коэффициента передачи ЭМИ (-4,274...-6,997 дБ) при значениях коэффициента отражения ЭМИ 0...-10,44 дБ; образец № 1 обладает средними значениями коэффициентов отражения (0...-12,282 дБ) и передачи ЭМИ (-1,218...-3,712 дБ). При этом установлено, что для всех образцов (№ 1, 2, 3) кратность снижения температуры экрана относительно температуры источника излучения составила 2 раза. Полученные результаты исследований позволяют предложить применение разработанных комбинированных покрытий с экранирующими свойствами в диапазоне частот 8...17 ГГц и диапазоне длин волн 8...12 мкм для отделки производственных и выделенных помещений.

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕТЕРОСТРУКТУР, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Д.Ч. Гвоздовский, М.С. Баранова, В.Р. Сتمпицкий

Интерес к наноматериалам связан с новыми фундаментальными научными проблемами и физическими явлениями, а также с перспективами создания устройств наноэлектроники, спинтроники и информационных технологий нового поколения. Спин-орбитальное взаимодействие является важной составляющей физических процессов, происходящих при работе спинтронных устройств. При определенных условиях, например, когда отсутствует центр инверсии, в наноразмерных структурах возникает перпендикулярное электрическое поле, которое взаимодействует с электронами проводимости. Это взаимодействие в конечном итоге приводит к расщеплению энергетических уровней на спин-вверх и спин-вниз в немагнитных структурах [1].

Проведено квантово-механическое моделирование влияния воздействия внешнего электрического поля на гетероструктуру, состоящую из графенподобного  $\text{ZnS}$  и графена. Расчеты проводились в программном комплексе VASP, который реализует метод теории функционала электронной плотности [2]. Взаимодействие между атомными остовами и валентными электронами описывалось методом присоединенных плоских волн (PAW). Структурная оптимизация считалась достигнутой при разнице полной энергии менее  $1 \times 10^{-6}$  эВ между двумя последними шагами. Интегрирование в импульсном пространстве проводилось по сетке  $k$ -точек  $8 \times 8 \times 1$  сгенерированной по Гамма схеме. Энергией обрезания составляла 450 эВ. Для описания волновых функций валентных электронов был выбран функционал DFT-D2, учитывающий силы Ван-дер-Ваальса. Показано, что нарушение трансляционной симметрии приводит к возникновению релятивистского эффекта, который связан со спин-орбитальным взаимодействием, что в конечном итоге приводит к вырождению по спину. Наличие данного эффекта позволяет использовать материал в сенсорных устройствах.

### **Литература**

1. R.Winkler, Phys.Rev. B. 2004. Vol. 10. P. 045317
2. Kresse, G. VASP the guide: tutorial / Austria, U. of Vienna. – 2003. – P. 94–104.

## **МАЛОГАБАРИТНЫЙ ОБЪЕКТИВ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ**

В.В. Давидович, А.Г. Черных, В.В. Шульгов

В основе функционирования объектива лежит эффект электросмачивания (electrowetting), т.е. изменения коэффициента смачивания поверхности под воздействием электрического поля или тока. Аберрационный расчет оптической системы позволил определить конструктивные элементы системы и состав применяемых жидкостей с минимальным значением отношения показателей преломления. Объектив представляет собой цилиндр из алюминиевого сплава АД-1н диаметром 22 мм и длиной 14 мм, герметично закрытый с двух торцов прозрачным стеклом. Положительным электродом устройства является