

теристиками, такими как высокая прочность и электропроводность. Это делает их полезным компонентом для создания новых материалов с улучшенными свойствами. Очень важно в данном процессе подобрать соотношение исходных компонентов, а также должны соблюдаться необходимые условия, для получения необходимых свойств итогового материала.

Важной задачей современной науки является повышение как механических, так и эксплуатационных свойств керамики. Для достижения этих целей используют композитные материалы на основе Al_2O_3 с добавлением углеродных нанотрубок (УНТ).

Для армирования керамической матрицы $\alpha-Al_2O_3$ были взяты углеродные нанотрубки (их получили методом пиролиза метанводородной газовой смеси). Использовался состав $[Fe_{0,15}Co_{0,45}Al_{0,40}]_2O_3$ (60 % активной фазы). Он выступал в качестве катализатора для данной смеси. Температура пиролиза находилась в пределах 690–720 °С. Выход продукта в таких условиях будет равен 30 г/г кат [1].

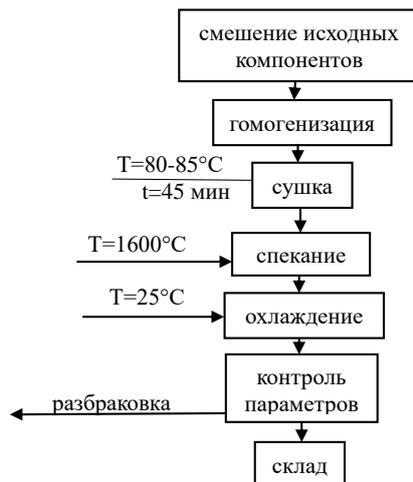


Рис. 1. Технологическая схема процесса получения композиционного материала Al_2O_3 -УНТ

Полученный материал, благодаря высокой температуре спекания, обладает пористостью, максимально приближенной к нулевому значению, что существенно повышает его прочность, износостойкость и другие характеристики.

Литература

1. Экспериментальное исследование кинетических закономерностей синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом газовых смесей переменного состава / Е. А. Скичко [и др.]. Фундаментальные исследования. – № 3 (2). – 2012. – С. 414–418.

УДК 539.23 + 691.175.2

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПЛЕНКИ ПОЛИВИНИКАРБАЗОЛА, СФОРМИРОВАННЫЕ МЕТОДОМ СПИН-КОАТИНГА

Мл. научный сотрудник Сапсалёв Д. В.¹

Кандидат техн. наук, доцент Мельникова Г. Б.¹, научный сотрудник Толстая Т. Н.¹,
д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2}

¹Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. Поливинилкарбазол (ПВК) и нанокompозиты на его основе представляют значительный интерес для науки и техники (создание светодиодов, оптоэлектроника, сенсорика и пр.). Множество сфер практических приложений ПВК обуславливает необходимость получения материалов на его основе с различной толщиной, в том числе в виде тонких пленок [1; 2].

Материалы и методы. Покрытия ПВК (Sigma-Aldrich, $M_r = 1\ 100\ 000$) формировали методом спин-коатинга на предварительно гидрофилизированных кремниевых подложках из его растворов в хлороформе с различными концентрациями (от 0,5 до 0,0625 мг/мл). Аликвоту рас-

твора полимера объемом 6 мкл прикапывали на подложки, вращающиеся со скоростью 3200 об/мин. Вращение не прекращали в течение 1 мин для удаления остатков растворителя. Нанокompозитные покрытия получали введением наночастиц SiO_2 в структуру полимера. Для этого раствор ПВК ($c = 0,125$ мг/мл) смешивали с суспензией наночастиц SiO_2 (Sigma-Aldrich, $d = 10\text{--}20$ нм) в хлороформе ($c = 2$ мг/мл), предварительно выдержанной в ультразвуковой ванне (10 мин) в объемном соотношении 1:1, после чего повторяли обработку ультразвуком (5 мин). Исследования структуры сформированных покрытий проводили методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на установке NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь) с использованием кремниевых кантилеверов NSC 11 (Mickromasch, Эстония).

Результаты и их обсуждение. Согласно данным АСМ, метод спин-коатинга позволяет формировать плотные слои ПВК на поверхности кремниевых подложек (рис. 1, а–в). Наиболее равномерные покрытия получены из раствора с концентрацией полимера 0,0625 мг/мл. Большие содержания ПВК в растворе приводят к образованию конгломератов на поверхности покрытий, в то время как уменьшение концентрации ПВК приводит к дефектам, связанным с недостаточным количеством полимера на поверхности подложки в момент формирования покрытия. Установлено, что нанокompозит состава ПВК– SiO_2 имеет однородную структуру с равномерно распределенными конгломератами наночастиц (рис. 1, г).

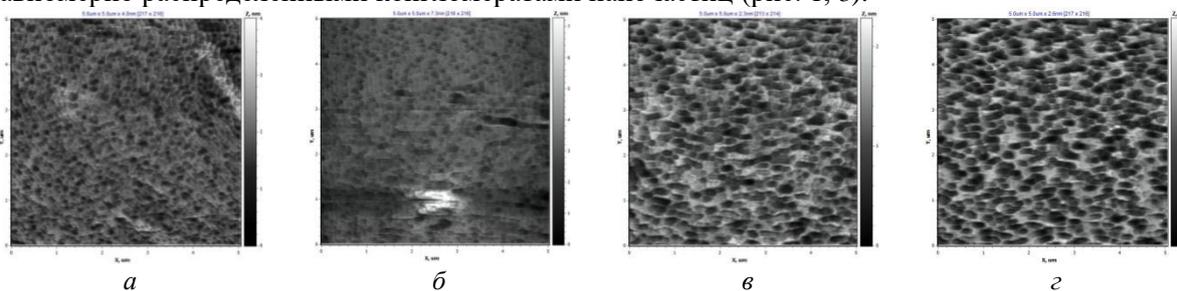


Рис. 1. Структура пленок ПВК ($c = 0,5$ мг/мл (а); $c = 0,125$ мг/мл (б); $c = 0,0625$ мг/мл (в)) и нанокompозиционного покрытия ПВК– SiO_2 (г), сформированных на поверхности гидрофилизованных кремниевых пластин методом спин-коатинга

Таким образом в результате выполнения работы была установлена оптимальная концентрация ПВК в растворе для формирования плотных, однородных покрытий – 0,0625 мг/мл. Показано, что метод спин-коатинга может быть успешно применен для получения композиционных покрытий на основе ПВК с неорганическими наночастицами.

Литература

1. Fischer, T. Quantum dot-based sensor layer in lightweight structures / T. Fischer [et al.] // *Microelectronic Engineering*. – 2015. – Vol. 146. – P. 57–61.
2. He, R. In situ synthesis of CdS/PVK nanocomposites and their optical properties / R. He [et al.] // *Materials Letters*. – 2003. – Vol. 57. – P. 1351–1354.

УДК 666.3.017

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Студент спец. 6-05-0711-03 гр. 4 Станчук А. А.

Кандидат техн. наук Сергиевич О. А., кандидат техн. наук, доцент Богдан Е. О.
Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Керамические материалы с повышенной термостойкостью могут быть получены сочетанием высокопрочных кристаллических фаз, характеризующихся низким ТКЛР. С этой точки зрения представляет интерес система $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2\text{--TiO}_2$, в которой тройные соединения не образуются, но имеются обширные области кристаллизации двойных соединений: муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$) и тиалита ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{TiO}_2$) [1]. На основе данной системы были синтезированы огнеупорные материалы с использованием чистых оксидов и природного сырья (огнеупорной глины и каолина), изучен фазовый состав керамики в зависимости от соотношения компонентов экспериментальных масс, а также условий синтеза. Установлено, что титанат алюминия формируется только