

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 SiO₂ в структуру полимера. Для этого раствор ПВК ($c = 0,125$ мг/мл) смешивали с суспензией наночастиц SiO₂ (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–SiO₂ имеет однородную структуру с равномерно распределенными конгломератами наночастиц (рис. 1, г).

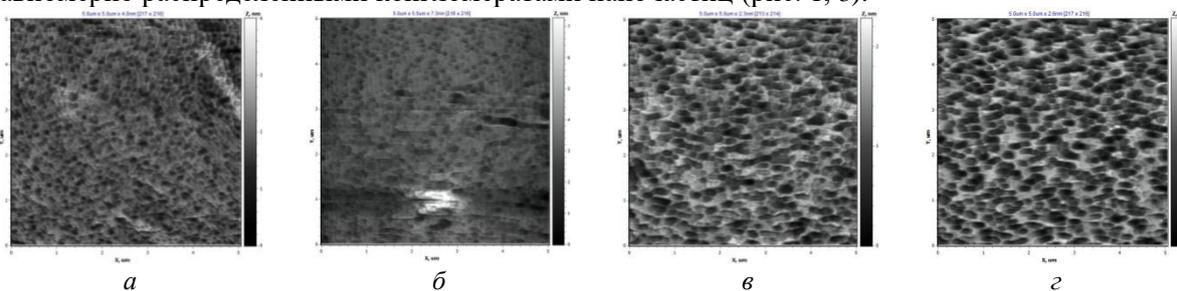


Рис. 1. Структура пленок ПВК ($c = 0,5$ мг/мл (а); $c = 0,125$ мг/мл (б); $c = 0,0625$ мг/мл (в)) и нанокompозиционного покрытия ПВК–SiO₂ (г), сформированных на поверхности гидрофилизованных кремниевых пластин методом спин-коатинга

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 Al₂O₃–SiO₂–TiO₂, в которой тройные соединения не образуются, но имеются обширные области кристаллизации двойных соединений: муллита (3Al₂O₃·2SiO₂) и титалита (Al₂O₃·TiO₂) [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

при 1 400 °С и выше. Согласно диаграмме состояния $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$ инвариантная точка, являясь общей для полей кристаллизации корунда, муллита и титалита, имеет высокую температуру плавления 1 710 °С, носит реакционный характер и лежит вне поля фазового треугольника указанных соединений. Для данной системы целесообразно осуществлять активирование процессов спекания путем введения специальных минерализаторов, которые ускорят перенос вещества без увеличения количества расплава, так как образующаяся из него стеклофаза снижает термомеханические характеристики [1].

В качестве сырьевых компонентов использовались технический глинозем марки ГК-2, глина огнеупорная Веселовского месторождения «Веско-Гранитик», диоксид титана и оксиды-модификаторы. Опытные образцы изготавливались методом полусухого прессования из опытных смесей, приготовленных совместным помолом исходных компонентов в планетарной мельнице. Обжиг образцов проводился в электрической печи при температурах 1 350, 1 375 и 1 400 °С с выдержкой при максимальной 1 ч.

Установлено, что при введении оксидов-минерализаторов, способствующих увеличению показателей ТКЛР, с образованием твердых растворов меньшей степени анизотропии кристаллической решетки, чем у Al_2TiO_5 , а также выделением других кристаллических фаз, высокие показатели ТКЛР характерны для образцов с добавкой модификаторов в количестве 2,5 и 5 масс. %. Данные РФА свидетельствуют о том, что при таком введении добавок качественный фазовый состав образцов изменяется незначительно. В качестве оптимальных выбраны составы, содержащие 5 масс. % SnO_2 и 7,5 масс. % CeO_2 . Материалы, полученные на основе этих составов при температуре синтеза 1375 °С, характеризовались низкими значениями водопоглощения 0,2–2,2 % и открытой пористости 0,7–7,2 %, высокой кажущейся плотностью 3 360–3 670 кг/м³ и механической прочностью при сжатии 128–216 МПа. Значения ТКЛР изменялись в диапазоне $(2,4-3,2) \cdot 10^{-6} K^{-1}$, теплопроводность – (2,6–3,02) Вт/(м·К). Разработанные материалы выдерживают более 70 циклов нагревания и охлаждения (800 °С – вода) и могут использоваться для работы в условиях резких перепадов температур.

Таким образом, термостойкие керамические материалы, изготовленные из разработанных составов оптимального состава с использованием модифицирующих добавок, прошли апробацию на ряде предприятий машиностроительной отрасли Республики Беларусь и подтвердили свои высокие эксплуатационные характеристики.

Литература

1. Суворов, С. А. Эволюция структуры композиционного материала на основе титаната алюминия и муллита / С. А. Суворов, В. Н. Фищев, А. Н. Игнатьева // Огнеупоры и техническая керамика. – 2013. – № 3. – С. 3–9.

УДК 532.64.08

КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПЛЕНКАМИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Мл. научный сотрудник Трухан Р. Э.¹, научный сотрудник Толстая Т. Н.¹
Кандидат техн. наук Лапицкая В. А.^{1,2}, д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2},
д-р техн. наук, профессор Рогачев А. А.³

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

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

³Институт химии новых материалов НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Для микрогидродинамики и микрофлюидных устройств [1] смачиваемость поверхности играет большую роль. На смачиваемость поверхности влияет шероховатость и ее поверхностная энергия. Нанесение полимерных пленок на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) придает поверхности гидро- и олеофобные свойства за счет фторированных углеродных связей [1]. Уникальный набор физических и химических свойств ПТФЭ позволяет применять его в химической и электротехнической промышленности, медицине [2] и в слабонагруженных триботехнических компонентах [1]. Дополнительная модификация полимера другими веществами также оказывает влияние на смачиваемость поверхности.