

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 – $(2,6-3,02) Вт/(м \cdot K)$. 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.

Цель работы: определение краевого угла смачивания наноструктурированной металлизированной поверхности, модифицированной пленками политетрафторэтилена.

Металлизированная наноструктурированная поверхность (МНП) формировалась прокаткой алюминиевого слоя на никелевой матрице. Поверхность МНП состоит из полос высотой 120–160 нм. Пленки политетрафторэтилена толщиной 50 и 100 нм, а также пленка ПТФЭ с парафином в соотношении 6:1 нанесены методом электронно-лучевого диспергирования на МНП. Краевые углы смачивания измеряли на установке DSA 100E (KRUSS, Германия) с использованием воды в качестве контрольной жидкости.

Для чистой МНП и МНП с пленками ПТФЭ разной толщины и с парафином были определены значения краевого угла смачивания (рис. 1). Нанесение пленки ПТФЭ повышает гидрофобность МНП. При толщине пленки 100 нм КУС выше на 2,6 °, чем при толщине 50 нм. Добавление парафина в пленку ПТФЭ заметно снижает краевой угол смачивания пленки ПТФЭ, но незначительно снижает КУС металлизированной наноструктурированной поверхности.

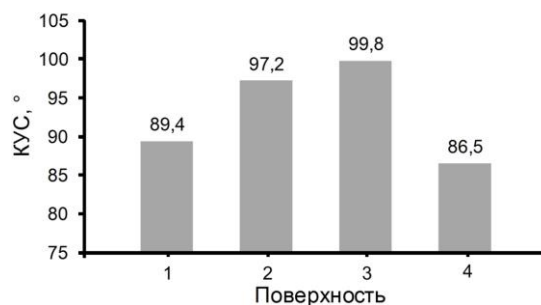


Рис. 1. Краевой угол смачивания поверхностей: 1 – МНП; 2 – МНП с пленкой ПТФЭ толщиной 50 нм; 3 – МНП с пленкой ПТФЭ толщиной 100 нм; 4 – МНП с пленкой из ПТФЭ и парафина

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Конвергенция-2025», задание № 3.03.3.

Литература

1. Superhydrophobic electrospayed PTFE / E. Burkarter [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2007. – Vol. 202, iss. 1. – P. 194–198.
2. Модификация поверхностных свойств ПТФЭ методами ионного и электронно-лучевого воздействия / И. А. Курзина [и др.] // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2016. – Т. 13, № 4. – P. 473–484.

УДК 620.179.12; 620.178.154.9

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ TiN И AlN, НАНЕСЕННЫХ ВАККУУМНО-ДУГОВЫМ МЕТОДОМ

Аспирант Хабарова А. В.¹, кандидат техн. наук Лапицкая В. А.^{1,2}
 Д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2}, ст. научный сотрудник Николаев А. Л.³,
 кандидат физ-мат. наук Садырин Е. В.³, кандидат техн. наук Волков С. С.³,
 д-р физ-мат. наук Айзикович С. М.³

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

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

³Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

Покрытия, состоящие из двух и более слоев разрабатывают для ряда триботехнических применений, поскольку наличие внутренних границ раздела в покрытии обеспечивает высокую твердость и лучшую устойчивость к разрушению. В этом отношении больших успехов достигли покрытия на основе нитридов переходных металлов [1]. Многослойность также можно использовать для объединения свойств отдельных материалов в многофункциональный пакет с более высокими физико-механическими свойствами [1].

В данной работе исследованы многослойные покрытия TiN и AlN с различной композицией содержания азота по слоям в пределах градиента, которые были нанесены на кремниевые под-