

# ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ НАНОВОЛОКОН $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Чеховский А.А., Непомнящий В.В., Подсосонный В.И., Рагуля А.В., Иванчук А.А., Силенко П.М.

Институт проблем материаловедения им. Францевича И.Н. НАН Украины,  
ул. Кржижановского, 3, Киев-142, 03680, Украина.  
Факс: 38(044)4242131, E-mail: [chekhovs@ipms.kiev.ua](mailto:chekhovs@ipms.kiev.ua)

Физические свойства керамических материалов (механические, электрические, пьезоэлектрические и др.) можно улучшить контролируя ориентацию кристаллов. Особенно это относится к созданию функционально-градиентных (ФГМ) и слоистых или ламинатных наноструктурных композиционных материалов. Недавние исследования продемонстрировали возможность использования метода электрофоретического осаждения (ЭФО) для кристаллической ориентации слабомагнитных материалов ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) во внешнем магнитном поле [1].

В данной работе исследовалась кинетика процесса ЭФО в магнитном поле нановолокон нитрида кремния  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ , как одного из компонентов при создании ФГМ и ламинатных керамических композиционных материалов. Суспензии с различной концентрацией твердой фазы были приготовлены в н-пропанол с добавлением стабилизирующих ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ) и связующих (шеллак, поливинилбутираль) реагентов. В качестве подложек для осаждения применялись немагнитные материалы  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ti}$  и  $\text{Al}$ . Электрофоретическая ячейка помещалась в пространство между двумя электромагнитами с однородным магнитным полем. Были исследованы условия электрофоретического осаждения нановолокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  в зависимости от напряженности  $E$  (0-500 В) и  $B$  (150-1000 эрстед) полей и времени осаждения ( $\tau$ ).

Изучено влияние магнитного поля на ЭФО и степень ориентации нановолокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  в слоях при различных направлениях векторов  $E$  и  $B$ . Показано, что применяемое магнитное поле уменьшает скорость ЭФО нановолокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  (Рис. 1, 2). Обнаружено, что происходит их частичная ориентация в условиях, когда угол между векторами  $E$  и  $B$  равен  $90^\circ$ . (Рис. 3). Предварительная обработка суспензий (механическое и ультразвуковое дробление

агломератов) увеличивает степень ориентации частиц. Установлено, что состояние (шероховатость) поверхности электрода-подложки влияет на степень упорядочивания частиц.

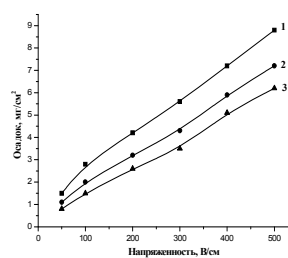
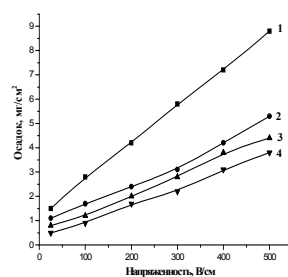


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 1 – Кинетика ЭФО нановолокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  в н-пропанол на  $\text{Cu}$ -катоде в магнитном поле (Э): 1 – без поля; 2 – 2000; 3 – 4000; 4 – 8000. ( $\tau = 20$  с)

Рис. 2 – Влияние направления вектора магнитного поля 150 Э на кинетику ЭФО нановолокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ : 1 – без поля; 2 –  $B \uparrow - E \uparrow$ ; 3 –  $B \uparrow - E \downarrow$ . ( $\tau = 20$  с)

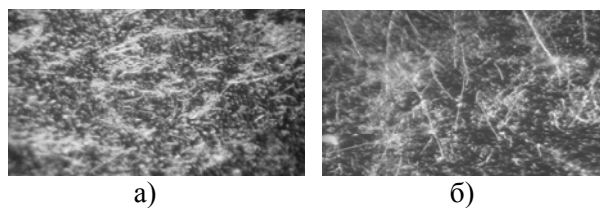


Рис. 3 – Микрофотографии монослоя волокон  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ , осажденных методом ЭФО при  $E = 300$  В/см в н-пропанол на алюминиевом катоде: а) –  $B = 0$ ; б) –  $B = 8000$  Э

## Литература

1. Sakka Y., Uchikoshi T. Forming and microstructure control of ceramics by electrophoretic deposition (EPD) // KONA Powder and Particle Journal. – 2010. – 28. – P. 74-90.