

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОДЛОЖКЕ $Al_2O_3$

*Ю. В. КАИ<sup>1</sup>, С. Н. КУЛЬКОВ<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Томский политехнический университет

<sup>2</sup> Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: [yulia94k@gmail.com](mailto:yulia94k@gmail.com)

Целью настоящего исследования является разработка керамического композита, сочетающего в себе биосовместимость и высокую износостойкость. Целью покрытия является изменение пористости на верхней поверхности. Достигается получение кости структуры, подобной кортикальной и трабекулярной ткани. Данный биомиметический подход с использованием имитационного материала костной структуры упоминается в работе [1, 2].

При выполнении работы использовались готовые цилиндрические образцы корундовой керамики. В работе исследован технический глинозем марки Г00 (Ачинский глинозёмный комбинат) с размером порошинок  $z=3,5$  мкм, полученный традиционным методом термического разложения гидроокиси алюминия (ГОСТ 30558-98). Таблетки диаметром 23 мм формовали на гидравлическом прессе при нагрузке  $P = 28,5$  кН (температура спекания  $1400$  °С, длительность нагрева составляла 6 часов, выдержка – 1 час).

Образцы для исследования структуры были получены методом нанесения покрытия из жидкого раствора. В качестве материала покрытия было выбрано алюмосиликатное стекло. Данная марка стекла содержит различные модификации минералов встречающихся в виде  $Na[AlSiO_4]$ , нефелина. В качестве технологической связки использовали клеевой раствор на основе воды и карбоксиметилцеллюлозы в соотношении (2:1). Покрытие нанесли на гладкую горизонтальную поверхность цилиндрического образцов и на шероховатую поверхность излома.

На рисунке 1 представлены микроструктуры поперечного сечения образцов. В ходе наблюдения структуры измерили толщину слоя стекла на гладкой поверхности и шершавой поверхности излома. На рисунке 1 (а) и рисунке 1 (б) наглядно представлено одинаковый характер формирования покрытия на разных поверхностях.

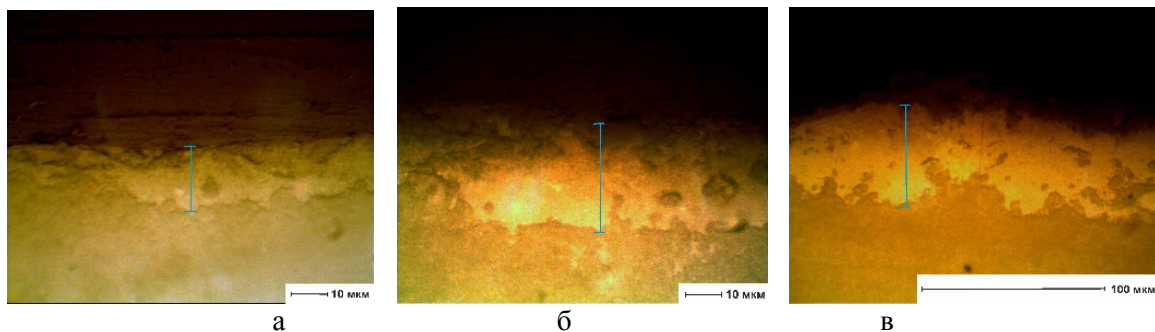


Рисунок 1 – Микроструктура образцов с  $n$  слоями стекла: а)  $n=1$ ; б)  $n=3$ ; в)  $n=6$

Микроструктуры образцов с 1, 3, 6 слоями стекла, представленные на рисунке 1 получены на микроскопе ЛабоМет-И. Непостоянная толщина слоя представлена на рисунке 1 (а), где наблюдается неоднородность покрытия однослойного покрытия. Микроструктуру отшлифованных образцов полученных материалов исследовали с помощью растровой электронной микроскопии. На рисунке 2 (а) присутствует фазовый градиент, выраженный в распределении пористости.

Для рентгенофазового анализа (РФА) использовали дифрактометр ДРОН 3М с фильтрованным  $CuK\alpha$ -излучением, для исследования микроструктуры. Для анализа подготовили шлифы образцов керамики с числом слоев  $n=6$ .

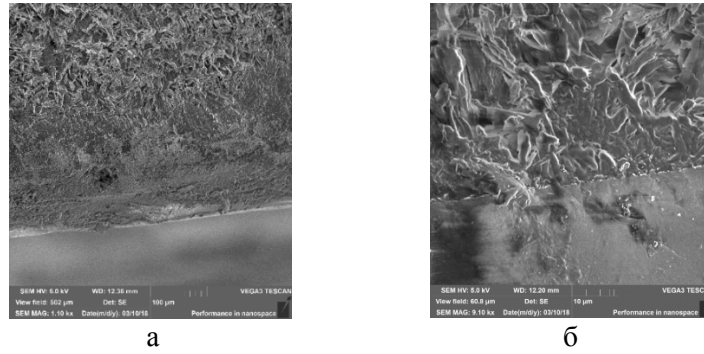


Рисунок 2 – РЭМ изображение образца АЗ, n=6

На рисунке 3 представлены рентгенограммы образцов, на которых присутствуют пики кристаллических включений. На рентгенограммах выявлено присутствие алюмосиликатов, таких как: нефелин  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , алюминат кальция  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$ , анортотлаз  $(\text{Na,K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ , альбит  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ,  $\text{Na}_{96}\text{Al}_{96}\text{Si}_{906}\text{O}_{906}$ . На рисунке 3 представлено содержание фаз алюмосиликатов для образцов с шестислойным стеклокристаллическим покрытием.

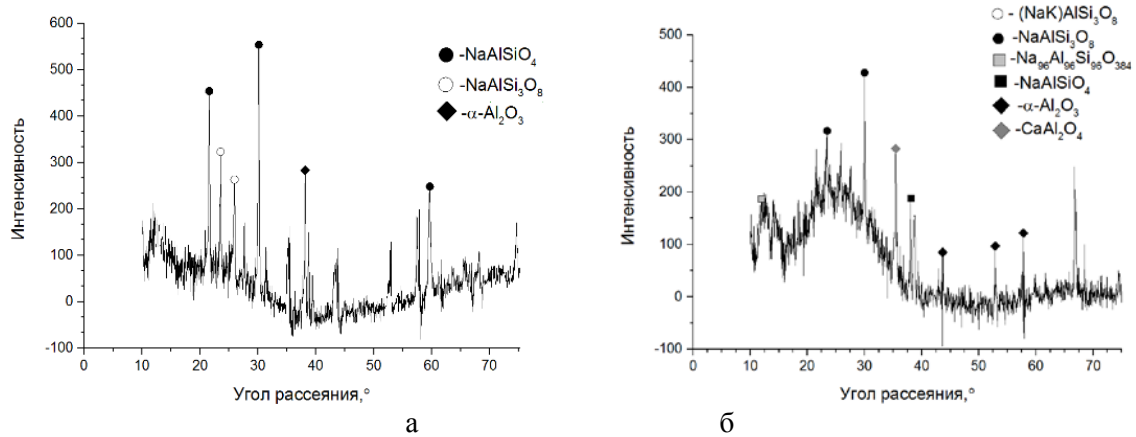


Рисунок 3 – Рентгенограммы: а) число слоев n=6, б) образца число слоев n=6

Исходя из данных, представленных на рисунке 3 (а), заметно значительное содержание формы алюмосиликатов, нефелина  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ . На рисунке 3 (б) кроме нефелина выделяются рефлексы, отображающие содержание альбита  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ .

Методы оптической и электронной микроскопии показали, что полученные образцы слоистого материала обладают многоуровневой структурой. Была исследована структура образцов и переходный слой, возникающий на границе «керамика-стекло».

Для детального изучения состава стеклокристаллического слоя был проведен рентгенофазовый анализ. В результате было установлено содержание химических соединений на основе алюминатов и алюмосиликатных модификаций.

### Список литературы

1. Baino F., Minguella J., Kirk N., Montealegre M.A., Fiaschi C., Korkusuz F., Orlygsson G., Vitale-Brovarone C., Novel Full-Ceramic Monoblock Acetabular Cup with a Bioactive Trabecular Coating: Design, Fabrication and Characterization, *Ceram Int* 2016, 42, 6833-6845.
2. Медков М.А., Грищенко Д.Н. Получение биоактивных материалов медицинского назначения// Труды Кольского научного центра РАН.– 2015.– С. 409-413.
3. Кульков С. Н., Бужкова С. П. Современные методы структурного анализа в материаловедении: учебное пособие//Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 84 с.