

Лю Хаоцэ (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Леонов Андрей Андреевич, инженер

## **КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ $ZrO_2$ , АРМИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ (УНТ)**

**Введение.** Керамические композиционные материалы позволяют реализовать полезные свойства керамики и одновременно создавать более легкий, с повышенными механическими свойствами, более гибкий и менее дорогой, чем обычный керамический материал продукт. Они могут быть использованы в виде функциональных материалов для изделий различного конструкционного назначения. Широкое применение композиционные материалы находят в автомобиле-, авиа- и ракетостроении, а также в качестве конструкционных и защитных материалов железнодорожного и других видов транспорта (фрикционные материалы, теплозащитные компоненты, части газовых турбин и др.).

Большое внимание исследователей привлекает применение углеродных нанотрубок (УНТ) для армирования оксидной керамики. Добавление нанотрубок в керамическую матрицу приводит к повышению механических характеристик изделия, сохраняя все преимущества оксидной керамики. Достоинством углеродных нанотрубок и нановолокон, в качестве армирующих компонентов, является их широкий диапазон свойств и неограниченные возможности модифицирования, открывающие путь к новым поколениям функциональных материалов

Задача выполнения – Подготовка и исследование влияния различных процентных содержания углеродных нанотрубок на свойства керамики из диоксида циркония.

### **Диоксид циркония.**

Оксид (диоксид) циркония  $ZrO_2$  – это прозрачные, бесцветные кристаллы особой прочности, нерастворимые в воде и большинстве растворов щелочей и кислот, зато растворяется в расплавах щелочей, стеклах, плавиковой и серной кислоте. Температура плавления составляет  $2715\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Оксид циркония существует в трех формах: стабильная моноклинная, которая встречается в природе, метастабильная тетрагональная – входит в состав циркониевых керамик, нестабильная кубическая – используется в ювелирном деле как имитация алмазов. В промышленности цирконий оксид получил широкое распространение благодаря своей сверхтвердости, из него изготавливают огнеупоры, эмали, стекла и керамику.

### **Углеродные нанотрубки.**

Углеродная нанотрубка (сокр. УНТ) – это аллотропная модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров (при этом существуют технологии, позволяющие сплести их в нити неограниченной длины [3]), состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей.

Многослойные (multi-walled) нанотрубки отличаются от однослойных значительно более широким разнообразием форм и конфигураций. Разнообразие структур проявляется как в продольном, так и в поперечном направлении.

#### Керамические композиты с УНТ

Добавляя различные концентрации ОУНТ и МУНТ к порошку диоксида циркония, доказано, что добавление углеродных нанотрубок значительно изменило характеристики исходной керамики.

Показано, что относительная плотность в композитах с ОУНТ незначительно снижается, а в композитах с МУНТ сильно снижается, так как УНТ агрегированы и приводят в пористости композитов.

**Заключение.** Добавление углеродных нанотрубок к нанокерамике на основе диоксида циркония может эффективно изменить исходные свойства керамики и повысить удобство использования керамики. Эта новая технология может значительно улучшить эксплуатационные характеристики материалов и деталей, и она очень помогает производству и долговечности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Science (Frank с сотр., Science, т. 280, с. 1744); 1998
2. Vasili Perebeinos, Marcus Freitag, Phaedon Avouris. Carbon-nanotube photonics and optoelectronics (англ.) // Nature Photonics. — 2008-06. — Vol. 2, iss. 6. — P. 341–350. — ISSN 1749-4893. — DOI:10.1038/nphoton.2008.94.
3. Alexander Högele, Christophe Galland, Martin Winger, Atac Imamoglu. Photon Antibunching in the Photoluminescence Spectra of a Single Carbon Nanotube // Physical Review Letters. — 2008-05-27. — Т. 100, вып. 21. — С. 217401. — DOI:10.1103/PhysRevLett.100.217401.
4. Yao Jun, Jin Zhong, Zhong Lin, Natelson Douglas, Tour James M. Two-Terminal Nonvolatile Memories Based on Single-Walled Carbon Nanotubes (англ.) // ACS Nano (англ.) русск. : journal. — 2009. — 22 December (vol. 3, no. 12). — P. 4122—4126. — DOI:10.1021/nn901263e.