

характерно образование одиночных точечных дефектов, большая часть которых рекомбинирует, концентрация дефектов в структуре незначительна. При больших флюенсах, которым характерно образование каскадов дефектов, приводящих к образованию областей перекрытия термических всплесков, в структуре наблюдается увеличение концентрации дефектов. Увеличение концентрации обусловлено процессами аморфизации, смещением атомов из узлов кристаллической решетки, увеличением искажений и деформаций кристаллической структуры.

1. Zinkle S.J., Skuratov V. A., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 191.1-4, 758-766 (2002).
2. Kozlovskiy A., et al. Ceramics International. 44(16), 19787-19793 (2018).

## **ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ОДНОРОДНОСТЬ СМЕСИ «ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ»**

Кудрявцев М.Д.\*, Чернецкий И.В., Карташов В.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [mkskudr@gmail.com](mailto:mkskudr@gmail.com)

## **EFFECT OF ACID TREATMENT OF CARBON NANOTUBES ON HOMOGENITY OF MIXTURE “ZICRONIA-CARBON NANOTUBES”**

Kudryavtcev M.D., Chernetskiy I.V., Kartashov V.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The effect of acid treatment nanotubes on preparing homogeneous mixture of “Zicronia-Carbon Nanotubes” powders were studied. Preliminary acid treatment of carbon nanotubes allows to obtain homogeneous mixture of “Zicronia-Carbon Nanotubes” powders, which can be used in the production of high strength ceramic materials.

Добавка углеродных нанотрубок (УНТ) в качестве армирующего компонента керамических композиционных материалов, полученных методом горячего прессования, позволяет значительно повысить их прочность и трещиностойкость. Одной из основных проблем при производстве этих материалов является склонность УНТ к образованию агломератов. Наличие агломератов и неоднородное распределение УНТ в керамическом материале приводит к снижению его механических свойств.

В данной работе для получения однородной смеси порошков диоксид циркония-УНТ использовали предварительную обработку УНТ в смеси кислот. Использование предварительной кислотной обработки приводит к деградации связей между отдельными нанотрубками и уменьшает склонность УНТ к агрегации.

Кислотную обработку проводили в смеси азотной и серной кислот (3:1 по объему) в течение 2 часов при температуре 60°C. Затем УНТ промывали водой и высушивали в сушильном шкафу при температуре 80°C. Высушенные нанотрубки добавляли в этиловый спирт и обрабатывали с помощью ультразвука (УЗ) частотой 22 кГц. Суспензию смешивали с порошком диоксида циркония с помощью планетарной мельницы «Пульверизетте 5». Затем смесь высушивали сначала на воздухе, а затем в сушильном шкафу при температуре 200°C.

В работе использовали УНТ марки «Таунит-М». Ультразвуковая обработка УНТ марки «Таунит-М», взятых в состоянии поставки, показала высокую склонность материала к агрегированию. В этом случае существенное расслоение суспензии наблюдали уже через 5 минут после окончания процесса УЗ-обработки. Микрофотографии показали наличие крупных агрегатов УНТ размером более 20 микрон в смеси порошков  $ZrO_2$ -УНТ.

Предварительная кислотная обработка УНТ марки «Таунит-М» позволила получить стабильную суспензию УНТ в этиловом спирте. Через два часа после окончания УЗ-обработки видимого оседания суспензии не наблюдалось. Микрофотографии показали практически полное отсутствие крупных агрегатов УНТ в конечной смеси порошков  $ZrO_2$ -УНТ.

Таким образом, предварительная кислотная обработка УНТ позволяет получать однородные смеси порошков  $ZrO_2$ -УНТ, которые можно использовать при производстве высокопрочных керамических материалов.