

АРМИРОВАННАЯ НАНОВОЛОКНАМИ Al_2O_3 И УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ ЦИРКОНИЕВАЯ КЕРАМИКА С ПОВЫШЕННОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬЮ

Цзин Ли, Хаоце Лю, А.А. Леонов

Научный руководитель – инженер, м.н.с. А.А. Леонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, laa91@tpu.ruИнститут сильноточной электроники СО РАН
634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический 2/3

Керамические материалы на основе диоксида циркония (ZrO_2) занимают достойное место в различных отраслях промышленности и медицины. Керамика ZrO_2 используется для производства мелящих шаров, режущих инструментов, элементов запорной арматуры, термобарьерных покрытий, эндопротезов, зубных имплантатов и т.д. В некотором аспекте еще более широкому применению керамики ZrO_2 препятствуют недостаточная по сравнению с металлическими и композиционными материалами трещиностойкость. Один из подходов повышения трещиностойкости керамики, это введение в керамическую матрицу армирующих добавок, которые могут быть в виде частиц, пластинок, волокон или нанотрубок. В связи с этим, целью данной работы является получение армированной керамики ZrO_2 с повышенной трещиностойкостью.

В качестве матричного материала использовали нанопорошок частично стабилизированного иттрием диоксида циркония (TZ-3YS) коммерческой марки Tosoh (Япония). Армирующими наполнителями являлись одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ) «Tuball» и нановолокна (НВ) оксида алюминия «Fibrall», предоставленные группой компаний OCSiAl (Новосибирск, Россия). Смешивание ОУНТ и НВ Al_2O_3 с нанопорошком ZrO_2 осуществляли в среде этанола с использованием ультразвуковой ванны и магнитной мешалки [1, 2]. По-

лучали композиционные порошки с 0,1, 0,5 и 1 мас. % ОУНТ и с 1, 5, 10 мас. % НВ Al_2O_3 . Из полученных порошков изготавливали компакты одноосным односторонним прессованием при 100 МПа, используя пресс ИП-500М-авто (ЗИПО, Россия). Спрессованные компакты спекали в высокотемпературной вакуумной печи VHT 8/22-GR (Nabertherm, Германия) в течение 2 ч при температуре 1500 °С.

В спеченных композитах наблюдается плавное снижение относительной плотности с 99,20 % (керамика ZrO_2) до 97,52 % (композит с 1 мас. % ОУНТ) и до 95,01 % (композит с 10 мас. % НВ) при увеличении армирующих добавок до максимального значения в выбранных диапазонах концентраций. Из рис. 1а видно, что трещиностойкость композитов с ОУНТ выше трещиностойкости керамики ZrO_2 , однако при увеличении содержания ОУНТ, трещиностойкость практически не изменяется и колеблется около среднего значения 4,5 МПа \cdot м^{1/2}. Композит ZrO_2 /1 мас. % ОУНТ полученный электроимпульсным плазменным спеканием имел значение трещиностойкости равное 5,48 МПа \cdot м^{1/2} [3], что выше такого для композита полученного свободным спеканием. По мере увеличения содержания НВ Al_2O_3 в композитах наблюдается повышение трещиностойкости (рис. 1б) с достижением максимального значения (6,03 МПа \cdot м^{1/2}) при добавке 10 мас. % НВ, что на 46% выше значения тре-

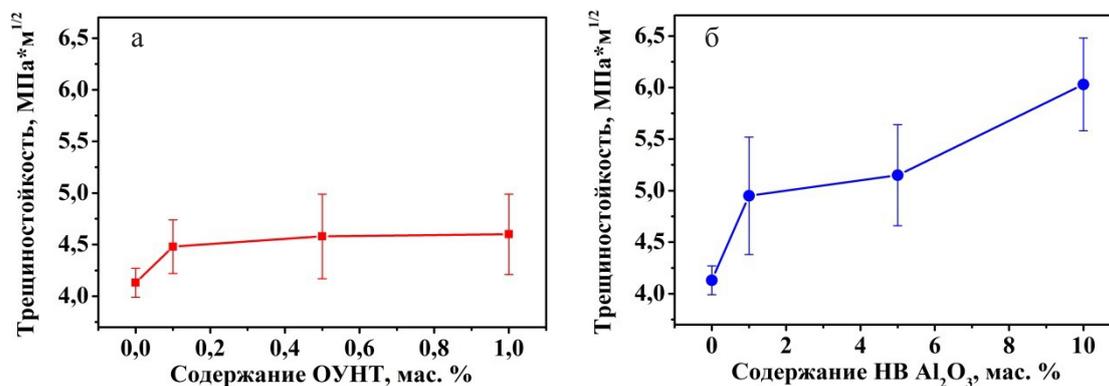


Рис. 1. Зависимости трещиностойкости композитов от содержания ОУНТ (а) и НВ Al_2O_3 (б)

щиностойкости, полученного для керамики ZrO_2 ($4,13 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$).

Выводы. Композиты, на основе ZrO_2 , армированные ОУНТ и НВ Al_2O_3 с повышенной трещиностойкостью могут быть получены свобод-

ным спеканием. Для композита с 1 мас. % ОУНТ наблюдается увеличение трещиностойкости на 11%, а для композита с 10 мас. % НВ Al_2O_3 на 46% по сравнению с неармированной керамикой ZrO_2 .

Список литературы

1. Leonov A.A. and Abdulmenova E.V. // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2019.– V.511.– P.012001.
2. Leonov A. // Mater. Today Proc., 2019.– V.11.– P.66–71.
3. Леонов А.А. и др. // Рос. нанотех., 2019.– Т.14.– №3–4.– С.32–38.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕЙ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ МИКРОСФЕРЫ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВОЙ ПУЛЬПЫ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ

А.В. Чернов

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Тихонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Chernov979797@yandex.ru

Золошлаковые отходы представляют собой техногенное сырье, которое с каждым годом только накапливается.

Переработка золошлаковых отходов путем извлечения ценных компонентов позволит высвободить занимаемые земли, которые можно использовать для новых нужд.

В настоящее время наиболее востребованным на рынке компонентом, извлекаемым из золы, является алюмосиликатная полая микросфера, образующаяся при факельном высокотемпературном сжигании каменного угля некоторых бассейнов на ТЭЦ [1]. Микросферы представляют собой полые алюмосиликатные шарики идеальной формы с гладкой поверхностью, естественным образом, в виду низкой

плотности (менее 800 кг/м^3), всплывающие в прудах-отстойниках золоохранилищ.

Северская ТЭЦ за десятилетия своей работы накопила только на золоохранилище №2 до десяти миллионов тонн золошлаков. Определённое нами в ранее выполненном обследовании золоохранилища содержание плавающей алюмосиликатной микросферы в залежи 0,25–0,3%, при среднем содержании в текущей сбросной пульпе 0,5–0,7%. При изолированном характере золоохранилища, двукратное снижение содержания вызвано, на наш взгляд, потерей плавучести частью плавающих микросфер при длительном контакте с водой, предположительно из-за наличия микропор и попадания воды во внутреннюю полость микросфер. Предварительно это подтверждается микрофотографиями (рис. 1) и тем,

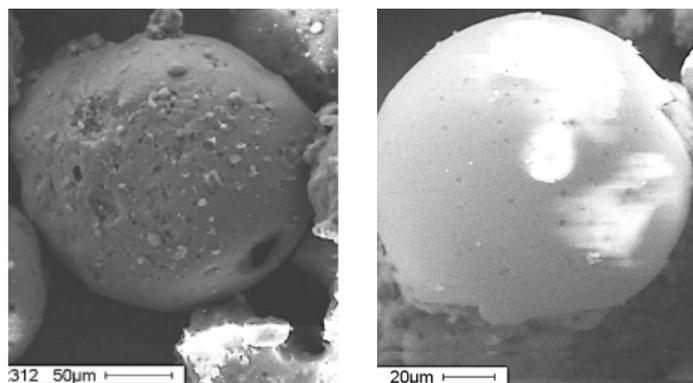


Рис. 1. Электронный микроснимок золы Северской ТЭЦ