

Проведенные исследования позволяют сделать выводы, что температура спекания влияет на пористость, размер зерна и микротвердость образцов стали 50, полученной методом порошковой металлургии.

Список литературы

1. Процессы порошковой металлургии. В 2-х т. Т.2. Формование и спекание: Учебник для вузов Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарнишкшй Г.В. - М.: «МИСИС», 2002.- 320 с.

ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ VN И MWCNT НА ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ Y-TZP КЕРАМИКИ

Д.А. ТКАЧЕВ¹, А.С. БУЯКОВ^{1,2}, Ю.А. МИРОВОЙ^{1,2}, И.П. МАРТЫШИНА

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: d.tkachev11@gmail.com

Существуют различные подходы увеличения трещиностойкости керамических материалов, к числу которых относится создание гетеромодульной структуры: увеличение вязкости разрушения достигается остановкой трещин на относительно слабых межфазных границах раздела «матрица – низко модульные включения».

Наиболее изученным является подход, основанный на введении высоко модульных армирующих нанотрубок в керамическую матрицу. В данном случае торможение трещины происходит за счет затрат её энергии на работу трения при вытягивании волокон, расположенных перпендикулярно на пути движения трещины.

Другим механизмом увеличения трещиностойкости является механизм трансформационного упрочнения. Одним из материалов, демонстрирующих такую способность, является диоксид циркония, стабилизированный в тетрагональной фазе. Под действием напряжений, возникающих во фронте распространяющейся трещины, тетрагональный диоксид циркония претерпевает фазовое превращение в моноклинную модификацию, обладающую низким модулем упругости, что приводит к торможению и остановке трещины.

В работе исследованы керамические композиционные материалы на основе тетрагонального диоксида циркония, стабилизированного 3 мол. % оксида иттрия (3YSZ) с армирующими включениями в виде частиц низко модульного гексагонального нитрида бора (h-BN), многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) и одновременно h-BN и МУНТ в количестве до 5 мас. %. Керамики получены путем смешивания исходных порошковых составов в шаровой мельнице в среде этанола и последующего горячего прессования при температуре 1800 °С в защитной атмосфере аргона. Давление прессования составляло 40 МПа. Пористость образцов определена методом гидростатического взвешивания. Величина модуля упругости E определена из скорости прохождения ультразвука через образцы с помощью ультразвукового дефектоскопа Tektronix TDS200. Предел прочности при разрыве определен методом диаметрального сжатия цилиндрических образцов с помощью универсальной испытательной машины Devotrans GP.

Относительная плотность исследуемых в данной работе образцов керамики Y-TZP, полученных методом горячего прессования, в среднем составляла 99.2 %. При введении в Y-TZP дисперсных включений плотность керамики заметно уменьшалась, рисунок 1.

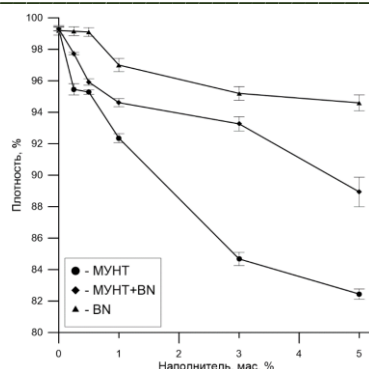
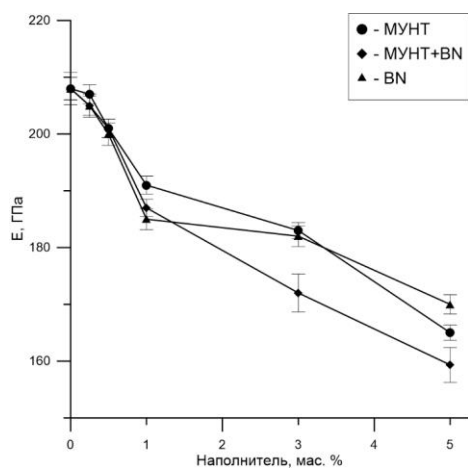


Рисунок 1 - Влияние включений гексагонального нитрида бора на плотность керамики (Y-TZP) (h-BN)

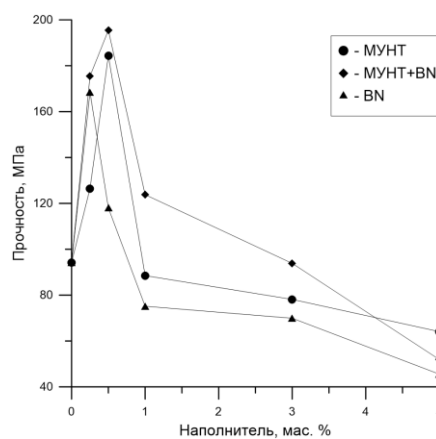
Величина модуля упругости керамики уменьшалась с увеличением объёмной доли включений, рисунок 2 (а). Основным фактором, оказавшим влияние на модуль упругости, являлась пористость. Модуль упругости структурно чувствительная характеристика материала, увеличение пористости в керамике приводит к его уменьшению.

На рисунке 2 (б) показана зависимость предела прочности при разрыве. Видно, что максимальная прочность достигается при совокупной концентрации h-BN и МУНТ 0.5 мас.%, что может говорить о синергетическом действии нескольких механизмов упрочнения керамики.

Таким образом, показано, что одновременное действие нескольких механизмов диссипации энергии развивающихся повреждений позволяет достичь более высоких результатов прироста трещиностойкости керамики на основе стабилизированного иттрием диоксида циркония.



(а)



(б)

Рисунок 2 - Зависимость модуля упругости E (а) и предела прочности при разрыве (б) керамики Y-TZP от содержания h-BN и МУНТ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00304