

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДА ЦИРКОНИЯ

Кузьменко Егор Дмитриевич, студент
E-mail: kuzmenko70egor@yandex.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, РФ

Аннотация. В проведенной работе были исследованы физико-механические свойства керамики на основе карбида, нитрида и карбонитрида циркония, спеченной методом горячего прессования при температуре 2000 °С, давлении 30 МПа. Были определены физико-механические свойства, такие как пористость, твердость и критические коэффициенты интенсивности напряжений. Пористость образцов определялась с применением данных об истинной и кажущейся плотности образцов, определенных с использованием правила аддитивности и измерения физических параметров образцов. Механические свойства образцов определялись с использованием микротвердомера ПМТ-3. Твердость образцов определялась по Виккерсу при нагрузке на индентор в 50 г. Критические коэффициенты интенсивности напряжений определялись при измерении длин трещин, наведенных на поверхности образца на приборе ПМТ-3 при нагрузке на индентор в 200 г, что соответствует наименьшей нагрузке, при которой на поверхности исследуемых образцов наводятся трещины. Было установлено, что при получении карбонитрида циркония механические свойства образцов улучшаются, а пористость снижается. Так, было установлено, что твердость и критический коэффициент интенсивности напряжений возросли до значений 2527 HV и 6,02 МПа·м^{1/2} соответственно, при этом пористость составила 1,33 %.

Ключевые слова. Карбид циркония, нитрид циркония, карбонитрид циркония, керамика, физико-механические свойства.

Керамика на основе карбида и нитрида циркония известна в применении с 80-х годов 20-го века в качестве термостойких материалов. Дальнейшее развитие материалов на основе данных соединений связано с производством инструментальных материалов. Высокие твердость, температура плавления, стойкость к агрессивной химической среде делают данные материалы перспективными объектами исследования. При этом при формировании твердого раствора карбонитрида циркония становится возможно качественно улучшить свойства материала. Следует отметить, что, согласно проведенным исследованиям [1], при формировании твердого раствора карбонитрида циркония с увеличением содержания нитрида циркония в исходной порошковой смеси наблюдается увеличение пористости образцов, что отрицательно сказывается на возможности применения данного материала в качестве инструментального. Для решения данной проблемы актуально применять спекающие добавки. В настоящее время сообщается, что в качестве спекающей добавки наиболее эффективен порошок молибдена [2]. Однако такая добавка отрицательно скажется на температуре плавления полученного материала. В связи с этим актуально применять спекающую добавку на керамической основе, такую как диоксид циркония, обладающей меньшей температурой плавления по сравнению с матричной фазой [3].

В проведенном исследовании были подготовлены смеси керамических порошков следующих составов: ZrC, ZrN, 33 мас.% ZrC – 33 мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO₂. Подготовленные смеси были спечены методом горячего прессования при температуре 2000 °С, давлении 30 МПа.

После спекания были определены пористости образцов (рис. 1). Пористости образцов определялись на основании данных о кажущейся и истинной плотностях, определенных с применением правила аддитивности и измерения физических параметров. Было

установлено, что при введении диоксида циркония наблюдалась наименьшая пористость образцов.

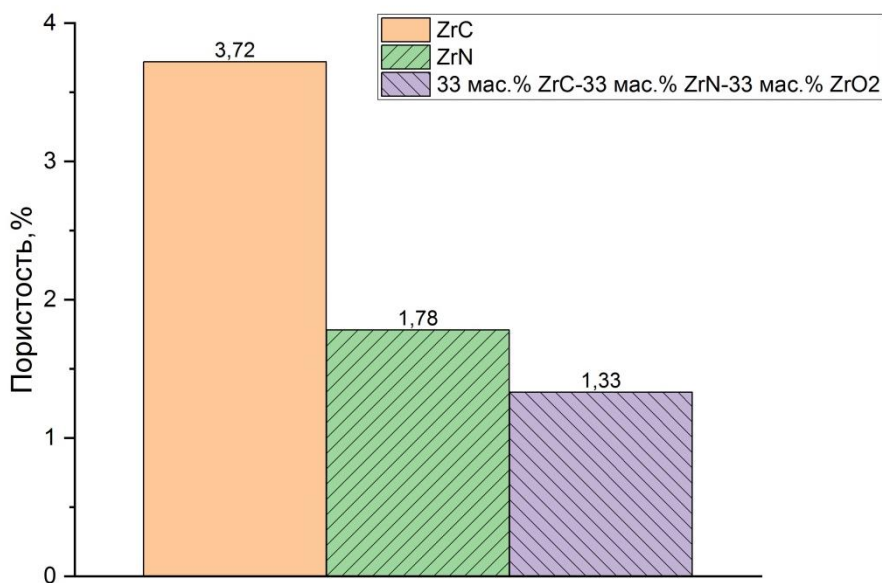


Рис. 1. Пористость исследуемых образцов

В ходе работы были исследованы механические свойства спеченных образцов на приборе ПМТ-3. Была определена твердость исследуемых образцов (рис. 2). Твердость определялась по Виккерсу при нагрузке на индентор в 50 г.

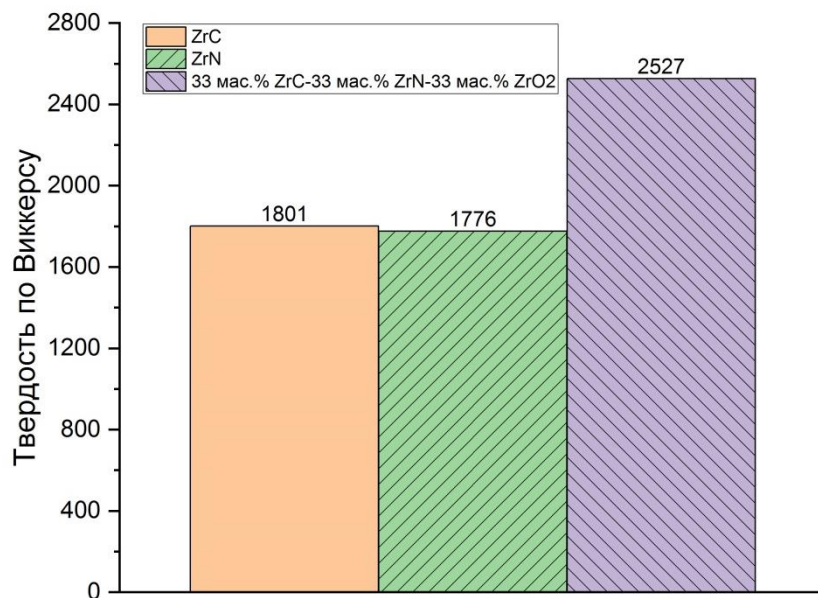


Рис. 2. Твердость исследуемых образцов

Наибольшая твердость наблюдается для образца состава 33 мас.% ZrC – 33 мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO₂, что хорошо коррелирует с его сложным составом и низкой пористостью.

Также были определены критические коэффициенты интенсивностей напряжения исследуемых образцов (рис. 3). Было установлено, что керамика состава 33 мас.% ZrC –

33 мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO₂ также имеет и наибольшую трещиностойкость среди исследуемых образцов.

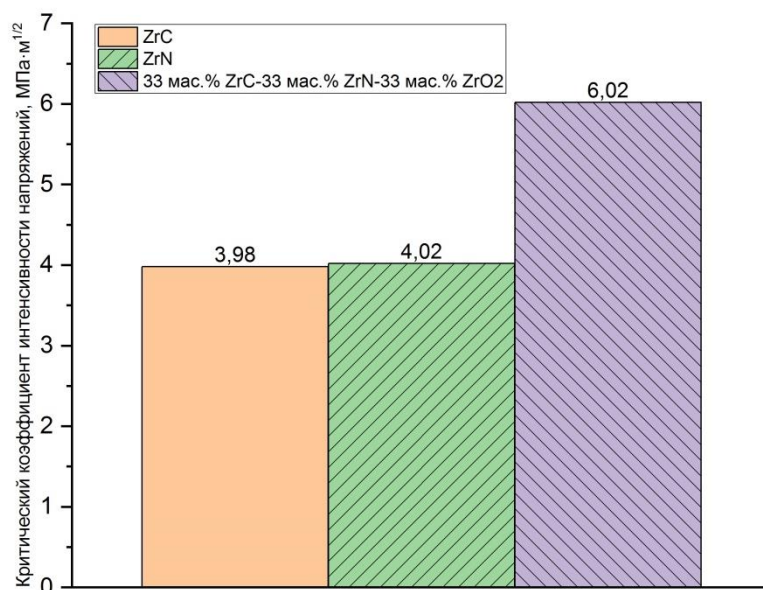


Рис. 3. Трещиностойкость исследуемых образцов

В ходе работы установлено, что при введении диоксида циркония в равных долях с карбидом и нитридом циркония наблюдается увеличение механических свойств, таких как твердость и критический коэффициент интенсивности напряжений до значений 2527 HV и 6,02 МПа·м^{1/2} соответственно. При этом достигается низкая пористость 1,33 %.

Библиографический список

1. Harrison, R. W. Processing and properties of ZrC, ZrN and ZrCN ceramics: a review. *Advances in Applied Ceramics* / R. W. Harrison, W. E. Lee. – 2016. – Т. 115 (5). – P. 294–307.
2. Liang, L. Densification, microstructures, and mechanical properties of (Zr, Ti)(C, N) ceramics fabricated by spark plasma sintering/ L. Liang, B. Wei, D. Wang, W. Fang, L. Chen, Y. Wang // *Journal of the European Ceramic Society*. – 2022. – Т. 42 (14). – P. 6445–6456.
3. Lengauer, W. Transition metal carbides, nitrides, and carbonitrides / W. Lengauer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008. – P. 202–252.