ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/52

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ $ZrO_2 (Y_2O_3)$ ПРИ ДИАМЕТРАЛЬНОМ СЖАТИИ

^{1,2}Саблина Т.Ю., ^{1,2}Севостьянова И.Н., ¹Горбатенко В.В., ¹Рыжова Л.Н.,
¹Молчунова Л.М., ^{1,2}Кульков С.Н.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²НИ Томский государственный университет, Томск

Исследование макроскопического деформационного поведения высокопористых керамических материалов остается актуальной задачей современного материаловедения в плане понимания происходящих в них процессов и прогноза их поведения в условиях механического воздействия [1]. В качестве инструмента регистрации процессов деформации и разрушения, происходящих в материалах при различных видах воздействия, широкое практическое распространение получили оптические методы. В настоящее время наиболее перспективным методом исследования характера деформации материалов является метод корреляции цифровых изображения (DIC), позволяющий исследовать широкий класс материалов, включая металлы и сплавы, композиционные материалы, горные породы, керамики [2-4]. Особый интерес представляют собой исследования, направленные на выявления неоднородностей деформации пористой керамики на основе диоксида циркония, способной к трансформационному тетрагонально-моноклинному превращению под воздействием нагрузки.

Цель работы – исследование деформационного поведения керамики на основе диоксида циркония с разным уровнем пористости при испытаниях образцов на диаметрально сжатие методом цифровой корреляции изображения.

Образцы $\varnothing = 28 \pm 0.3$ мм, $h = 10 \pm 1$ мм, изготавливали традиционными методами порошковой металлургии. Для получения пористых образцов в пластифицированный порошок в качестве выгорающей порообразующей добавки вводили 15 и 30 об.% СВМПЭ с молекулярной массой $M = 0.5 \cdot 10^6$ г/моль и средним размером частиц 90 мкм. После спекания при $T = 1600^\circ\text{C}$ с изотермической выдержкой 1 час пористость образцов с содержанием 15 об.% порообразователя составляла $27 \pm 1\%$, а у образцов с содержанием 30% порообразователя повышалась до $42 \pm 2\%$. Фазовый состав керамики представлен тетрагональной и кубической фазами диоксида циркония в соотношении 80:20. Диаметрально сжатие керамических образцов осуществляли на испытательной машине Instron-1185 при скорости перемещения подвижной платформы 0.1 mm/min с автоматической записью диаграммы нагружения «нагрузка – перемещение». Измерение полей смещений, происходящих на поверхности деформируемой пористой керамики, проводили методом цифровой корреляции изображений. В качестве реперных меток использовали спекл-структуру, сформированную при освещении поверхности когерентным светом полупроводникового лазера с длиной волны 635 нм и мощностью 15 mW.

Получены пространственно-временные картины локализации деформации вдоль и поперек оси нагружения деформируемого образца, ε_{xx} и ε_{yy} в образцах с разной пористостью.

При анализе картин распределения локальных деформаций ε_{yy} в области растягивающих напряжений на торцевой поверхности образцов с пористостью 27% формирование неоднородных полей деформации наблюдается, когда среднее напряжение достигает 0.5 от предела прочности на диаметрально сжатие (σ_r). Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к увеличению неоднородности полей деформации, при этом ширина зоны неоднородного распределения неупругих деформаций увеличивается.

При анализе картин пространственно-временных распределений локальных деформаций ε_{xx} и ε_{yy} установлено, что в образцах с пористостью 42% формирование неоднородных полей локальных деформаций происходит, когда уровень напряжения достигает 0.85 от σ_r . При этом в области растягивающих напряжений деформация ε_{yy} локализуется не в широкой области, как в случае исследований образцов керамики с

Секция 2. Неустойчивость, локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

пористостью 27%, а в узкой области, шириной 2 – 3.5 мм. Исследование обломков показало, что разрушение образца произошло именно в области формирования максимальных значений локальных деформаций $\varepsilon_{\text{лп}}$.

Установлено, что изменение скоростей усредненного накопления локальных деформаций $\varepsilon_{\text{хх}}$ в области сжимающих напряжений и ε_{yy} в области растягивающих напряжений хорошо коррелирует с видом кривых нагружения. В материале происходят изменения микроструктурных параметров, таких как размер областей когерентного рассеяния тетрагональной фазы и микронапряжений, реализуется тетрагонально-моноклинное превращение и эта локализация коррелирует с зафиксированной неоднородностью возникающих в объеме материала микронапряжений.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук России на 2013-2020 гг., направление III.23.1.2. и частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-38-90196 Аспиранты в части проведения исследований макроразрушения образцов.

1. Ohji T., Fukushima M., Macro-porous ceramics: processing and properties // Int. Mater. Rev. 2012. Vol.57. P. 115–131.
2. Sutton, M.A. Image correlation for shape, motion and deformation measurements / M.A.Sutton, J.-J.Orteu, H.W.Schreier. – Columbia, SC, USA: University of South Carolina. 2009. 364 p.
3. Abshirini, M. On the mode I fracture analysis of cracked Brazilian disc using a digital image correlation method / M.Abshirini, N.Soltani, P.Marashizadeh // Optics and Lasers in Engineering. 2016. №78. P.99–105.
4. I. N. Sevostyanova, T. Yu. Sablina, V. V. Gorbatenko, and S. N. Kulkov. Strain Localization during Diametral Compression of $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$ Ceramics // Technical Physics Letters. 2019. Vol. 45. No. 9. P. 943–946. ISSN 1063-7850 DOI: 10.1134/S1063785019090281.