

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-292

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ПОРИСТЫХ ГЕТЕРОМОДУЛЬНЫХ КЕРАМИК НА ОСНОВЕ КАРБИДА ЦИРКОНИЯ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ

¹Пажин А.А., ²Еремин М.О., ²Мировой Ю.А.

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

Керамические материалы, основанные на карбиде циркония, обладают высокими показателями термической (Температура плавления 3420 °С) [1] и коррозионной стойкости, а также высокой прочностью при одноосном сжатии (8ГПа) [2]. Данные материалы потенциально применимы в аэрокосмической и ядерной сфере, где системы тепловой защиты сталкиваются с экстремальными внешними температурными, механическими и химическими воздействиями. Эти характеристики свойственны только керамикам на основе карбида циркония, имеющим сравнительно низкую пористость, что позволяет получать значения физико-механических свойств материала, близких к теоретическим показателям. Однако, керамика, полученная традиционными методами, такими как горячее прессование под высоким давлением, обладает остаточной пористостью. Это приводит к снижению физико-механических свойств материала.

Пористость становится причиной концентраторов напряжения и возникновения растягивающих напряжений, даже в условиях внешнего сжимающего нагружения [3,4]. В локальных областях концентрации растягивающих напряжений происходит зарождение трещин, как сдвиговых, так и трещин отрыва. Дальнейшее нагружение приводит к росту трещин и, в конечном счете, к макроскопическому разрушению материала. Кроме того керамика основанная на карбиде циркония обладает низким значением вязкости разрушения, что сильно осложняет применение материала.

Карбид циркония не обладает трансформационным упрочнением и для повышения вязкости разрушения, а также снижения пористости могут создаваться композиционные материалы на основе карбида с добавлением низко модульных включений углерода [5].

В данной работе проведено математическое моделирование деформации и разрушения образцов из гетеромодульной керамики на основе карбида циркония, подверженных одноосному сжатию. Моделирование проводится конечно-разностным методом [6]. Неупругое поведение материала описывается моделью Мизеса.

5. Van Wie. D.M., Drewry JR. D.G., King D. E., Hudson C. M. The hypersonic environment: Required operating conditions and design challenges // Journal of Material science. 2004. №39. С.5915 – 592.

6. George R.F. Nitride and Carbide Coatings for High-Speed Steel Cutting Tools // Tribology Transactions. 1989. №32. С.339-345.

7. Eremin M.O. Three-dimensional finite-difference analysis of deformation and failure of weak porous sandstones subjected to uniaxial compression // International Journal of Rock Mechanics and Mining science 2020. №32. 421-426.

8. Balochonov R.R., Romanova V.A. Kulkov A.S. Microstructure-based analysis of deformation and fracture in metal-matrix composite materials // Engineering Failure Analysis - 2020. - №110. 104412 С.1-11

9. Mirovoy Yu.A., Burlachenko A.G., Buyakova S.P. Obtaining of heteromodulus ZrC-based composite materials, their structure and properties // AIP Conference Proceedings 2019, 2167, 020227 С.1-5

10. Adams J.W., Robert R., Mazdiyasi K. S. Young's Modulus, Flexural Strength, and Fracture of Ytria-Stabilized Zirconia versus Temperature // Journal of the American Ceramic Society. 1997. №80. С 903-908.