ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/97

**ОСОБЕННОСТИ ИЕРАРХИИ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРИ
КВАЗИСТАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ Al_2O_3 С
СЕГМЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ**

^{1,2}Григорьев М.В., ¹Утяганова В.Р.

¹ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

²НИИ Томский политехнический университет, Томск, Россия

Исследование фундаментальных основ деформационного поведения хрупких пористых сред, когда при определённых условиях возникает переход от упругого и хрупкого поведения к квазипластичному является актуальным трендом последних лет. Это позволяет повысить способность таких материалов быть устойчивыми к дефектам и эффективно рассеивать приложенную энергию без катастрофического разрушения.

Создание сегментированной керамики с пространственными, взаимопроникающими структурами, имеющими различную конфигурацию (ячейки, каналы, оболочки и т.п.) является чрезвычайно сложной, но перспективной задачей, поскольку подобные элементы структуры могут обеспечить понижение масштаба разрушения до уровня отдельных элементов структуры и предотвращать образование магистральной трещины.

Тем не менее, подобных исследований явно недостаточно ввиду сложности, как получения таких систем, так и проведения аппаратурно-методологического комплекса исследований по обнаружению зарождения и развития трещин в таких системах.

Цель работы: изучить влияния сегментированной структуры и ее элементов на механизмы деформации и разрушения пористой керамики на основе оксида алюминия.

В работе [1] были подобраны технологические параметры получения керамики на основе оксида алюминия с сегментированной структурой и многоуровневой поровой структурой, на основе этих знаний в данной работе были получены образцы керамики Al_2O_3 с сегментированной структурой и объёмом порового пространства 50%. Поровая структура, включала в себя поры трёх видов: крупную пористость со средним размером 120 мкм, мелкую пористость со средним размером 2 мкм и промежуточную пористость, состоящую из протяженных (около 150 мкм) поровых микроканалов, образованных в результате зонального обособления при спекании.

Микроструктурные исследования показали, что первые трещины начинают появляться при величине напряжения порядка $\approx 0.2-0.3 \times \sigma_{сж}$. При распространении эти трещины проходят по границам раздела соседних сегментов. Затем с дальнейшим ростом приложенного напряжения в объеме образца происходит накопление микрповреждений в виде разрушения хрупких перемычек межгрупповой поровой структуры отделяющей смежные сегменты материала, в результате чего после испытаний на сжатие до величины $\approx 0.8 \times \sigma_{сж}$ в центральной области боковой поверхности образца происходит обширное выкрашивание сегментов, вследствие формирующейся системы межсегментных трещин.

Испытание на сжатие показало, что вплоть до полного разрушения в образце не возникают макротрещины, вызывающие катастрофическое разрушение и разделяющие его на крупные фрагменты, а происходит постепенное накопление повреждений, приводящее к фрагментации/сегментации посредством перемещения и удаления из объема образца сегментов, отделенных межсегментными трещинами.

Компьютерная обработка методом корреляции цифровых изображений двух оптических изображений поверхности (рис. 1.а,б), последовательно зафиксированных в процессе нагружения образца показала, что поле векторов необратимого смещения ведет себя весьма неоднородно (рис. 1.в). Помимо общего тренда движения векторов в стороны перпендикулярные прикладываемой нагрузки, наблюдается многоочаговость процессов деформации и разрушения с элементами вращения отдельных участков, соответствующих отдельным сегментам материала. Распределение локальных компонент тензора деформации

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

(рис. 1г) также свидетельствует о наличии областей локализованной деформации, относительно равномерно распределённой по всей исследуемой поверхности образца.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (П.23) и при частичном финансировании из гранта Президента РФ МК-6098.2018.8.

Благодарность

Авторы выражают благодарность В.В. Кибиткину за помощь в проведении расчетов векторов смещений, и Н.Л. Савченко за помощь в проведении экспериментов и обсуждение результатов.

Рис. 1. Результаты компьютерной обработки двух оптических изображений поверхности последовательно зафиксированных в процессе нагружения сжатием керамики с временной разницей между снимками 5 секунд: (а, б) оптические изображения поверхности; (в) поле векторов необратимого смещения; (г) распределение локальных компонент тензора деформации.

Литература

1. М.В. Григорьев, Н.Л. Савченко, С.П. Буюкова, С.Н. Кульков Неупругое поведение при сжатии керамики с иерархической поровой структурой // Письма в ЖТФ, 2017, том 43, вып. 15, с. 79-86.