

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## **INTERNATIONAL WORKSHOP**

**«Multiscale Biomechanics and Tribology  
of Inorganic and Organic Systems»**

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,  
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ  
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

**«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»**

Томск  
Издательский Дом ТГУ  
2019

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

**DOI: 10.17223/9785946218412/80**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО РЕЛЬЕФА В КЕРАМИКЕ  $ZrO_2(Y_2O_3)$   
МЕТОДАМИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

<sup>1,3</sup>Шляхова Г.В., <sup>1</sup>Саблина Т.Ю., <sup>1</sup>Севостьянова И.Н., <sup>1,2</sup>Зуев Л.Б., <sup>1,2</sup>Кульков С.Н.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики  
прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, Томск

<sup>2</sup>Томский государственный университет, Томск

<sup>3</sup>Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Северск

Керамика на основе  $ZrO_2$  в отличие от других керамик обладает уникальным механизмом увеличения вязкости, за счет трансформационного фазового перехода, когда тетрагональная фаза в полях внутренних напряжений превращается в моноклинную, обуславливая сочетание высоких значений прочности и вязкости разрушения материала. Мартенситную природу трансформационного  $t \rightarrow m$  превращения исследовали различными методами, среди которых рентгеновская дифракция, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, порошковая нейтронная дифракция и совсем недавно атомно-силовая микроскопия.

Целью данной работы является исследование методами атомно-силовой микроскопии деформационного рельефа, формирующегося в зоне индентирования, в керамике с разным размером зерна.

Изучена керамика  $ZrO_2-5.5\text{вес.}\%Y_2O_3$  с размером зерна 0.5, 0.9 и 1.55 мкм. Индентирование образцов осуществляли при нагрузке 150 Н на твердомере «Супер-Виккерс». Исследование поверхности керамики в области отпечатка проводили на атомно-силовом микроскопе Solver PRO-47Н.

Установлено, что вокруг отпечатка и в зоне распространения трещины из его угла наблюдается деформационный рельеф, параметры которого представлены в таблице. Видно, что с ростом размера зерна высота практически не изменяется, а его ширина заметно увеличивается, при этом он отличается по фазовому контрасту и его «объем» увеличивается с ростом размера зерна.

Размер зерна, мкм	Высота деформационного рельефа, мкм	Ширина деформационного рельефа, мкм	Доля рельефа с измененным фазовым контрастом, %	Содержание моноклинной фазы на поверхности разрушения, %
0.5	$0.1 \pm 0.07$	$0.8 \pm 0.1$	11	5
0.9	$0.13 \pm 0.05$	$1.25 \pm 0.2$	21	21.3
1.55	$0.14 \pm 0.06$	$2.1 \pm 0.2$	27	27

В таблице также приведены данные о фазовом составе керамики, полученные при исследовании поверхностей разрушения методом рентгенофазового анализа. Видно, что при трансформационном тетрагонально-моноклинном превращении содержание моноклинной фазы увеличивается с ростом размера зерна керамики. Этот хорошо известный факт в литературе и хорошая корреляция с «объемом» рельефа вблизи угла отпечатка, отличающегося по фазовому контрасту, свидетельствует о том, что этот рельеф образован мартенситной фазой.

*Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук России на 2013-2020 гг., направление III.23 и частично поддержана грантом РФФИ № 17-08-00751-а.*