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»

DOI: 10.17223/9785946218412/84

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА КУКА-ГОРДОНА В Y-TZP КЕРАМИКЕ

^{1,2,3}Буякова С.П., ^{1,2,3}Буяков А.С., ^{1,2,3}Кульков С.Н.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Многие виды керамических материалов на основе оксидов, карбидов и боридов металлов существенно превосходят конструкционные стали и сплавы по прочности, однако низкая вязкость разрушения существенно ограничивает использование керамики в качестве конструкционных материалов. Создание структурно-фазовых условий сопротивления распространению трещин позволило бы существенно расширить области их применения, но несмотря на значительные успехи, достигнутые в направлении организации в хрупких материалах диссипативных структур, задача по увеличению надёжности и живучести керамики и керамических композитов далека от решения.

На протяжении многих лет особое внимание привлекает керамика на основе тетрагонального диоксида циркония, отличительной особенностью которого является относительно высокая трещиностойкость, достигаемая посредством трансформационного упрочнения, за счет мартенситного превращения зёрен тетрагональной модификации в моноклинную под действием механических напряжений, в том числе индуцируемых во фронте распространяющейся трещиной.

Иным подходом к приращению вязкости разрушения керамических материалов является создание гетеромодульной структуры и обеспечение условий реализации так называемого механизма Кука-Гордона. Основным критерием высокой трещиностойкости гетеромодульных материалов, согласно теории Кука-Гордона, является наличие изолированных дисперсных включений, величина модуля упругости которых должна быть не менее чем в 5 раз ниже модуля упругости матрицы. Слабая связь на межфазных границах матрицы и включений на пути распространяющейся интеркристаллитной трещины приводит к образованию разрыва на границе раздела фаз, обеспечивая диссипацию энергии в вершине трещины за счет резкого увеличения радиуса кривизны её фронта.

Целью настоящей работы являлась оценка влияния низкомодульных включений гексагонального нитрида бора (*h*-BN) на величину трещиностойкости K_{IC} керамики на основе стабилизированного иттрием тетрагонального диоксида циркония (Y-TZP).

Исследуемые в работе керамики Y-TZP и (Y-TZP)-(*h*-BN) получены методом горячего прессования порошковых смесей при давлении 40 МПа и температуре 1600 °С. Концентрация *h*-BN в образцах составляла 0.25; 0.5; 1; 3 и 5 масс. %.

Фазовый состав определен с помощью рентгенофазового анализа. Модуль упругости *E* керамики определен из скорости прохождения ультразвука через образцы с помощью ультразвукового дефектоскопа. Величина K_{IC} оценена по суммарной длине радиальных трещин из углов отпечатка индентора Виккерса на полированной поверхности образцов керамики.

Согласно результатам рентгенофазового анализа во всех исследуемых образцах диоксид циркония находился в тетрагональной модификации. Трещиностойкость керамики Y-TZP составила $7,2 \pm 0,21$ МПа·м^{1/2}. Введение в керамическую матрицу *h*-BN в количестве 0.25 и 0.5 масс. % привело к заметному увеличению K_{IC} . Наибольшую трещиностойкость $K_{IC} = 12 \pm 0,53$ МПа·м^{1/2} демонстрировала керамика, содержащая 0.5 масс. % частиц *h*-BN, рис. 1.

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

Рис. 1. Влияние включений гексагонального нитрида бора на трещиностойкость керамики (Y-TZP) (h-BN).

На основании результатов исследования структурно-фазового состояния и вязкости разрушения керамики Y-TZP и керамики (Y-TZP) (h-BN) можно сделать вывод о том, что увеличение вязкости разрушения при введении в керамическую матрицу низко модульных включений h-BN обусловлено одновременной реализацией механизмов Кука-Гордона, приводящему к торможению трещин на относительно слабых межфазовых границах матрица - низко модульные включения и мартенситным превращением в ZrO_2 .

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Соглашения № 14.584.21.0026 (RFMEFI58417X0026).