

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ПЕНТАОКСИДОВ ТАНТАЛА И НИОБИЯ, ОБРАБОТАННОЙ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ СВЕТОВЫМИ ПОТОКАМИ

Палатников М.Н.¹, Щербина О.Б.¹, Ефремов В.В.¹, Макарова О.В.¹, Сидоров Н.В.¹, Фролов Г.А.²

¹ИХТРЭМС КНЦ, РАН, Мурманская обл., Апатиты, Россия

²ИПМ НАНУ, Киев, Украина

Керамика на основе тугоплавких оксидов Ta_2O_5 и Nb_2O_5 , полученная по традиционной керамической технологии, обладает крупнокристаллической структурой и характеризуется хрупкостью, низкими пластичностью и трещиностойкостью, что значительно ограничивает ее применение. Изменение физических свойств и улучшение механических характеристик керамики может быть реализовано путем создания материала с наименьшим (микро- и нанометровым) масштабом структуры при использовании новых способов обработки материала. В работе методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) исследовано влияние обработки концентрированными световыми потоками (КСП) на нано-, микро- и макроструктуру, а также на процессы разупорядочения структурных единиц в керамических пентаоксидах тантала и ниобия. Воздействие высокоэнергетичными концентрированными световыми потоками на керамику Nb_2O_5 и Ta_2O_5 приводит к существенному преобразованию ее структуры на разных масштабных уровнях, начиная от образования макро-, микро- и наноструктур фрактального типа и заканчивая изменением характера химических связей и степенью координации полиэдров структуры. Причем, такое комплексное преобразование структуры приводит к достаточно радикальному изменению физических характеристик керамических пентаоксидов ниобия и тантала, включая изменение механических свойств и демпфирование теплового расширения. Так обнаружен эффект увеличения микротвердости керамик Nb_2O_5 и Ta_2O_5 , полученных при воздействии КСП (таблица 1), а также улучшение таких механических характеристик как трещиностойкость, хрупкая микропрочность в сравнении с керамиками, полученными по обычной керамической технологии (КТ).

Таблица 1

Вид керамики	Nb_2O_5 (КТ)	Nb_2O_5 , обработка КСП	Ta_2O_5 (КТ)	Ta_2O_5 , обработка КСП
Микротвердость, ГПа	9,43 ±1,3	11,82 ±1,43	8,07 ±1,93	14,6 ±1,31

Некоторое отличие в результатах воздействия КСП на керамику Nb_2O_5 и Ta_2O_5 : большая доля структур нанометрового диапазона в керамике Ta_2O_5 по сравнению с керамикой Nb_2O_5 ; отличающееся изменение характера химических связей и координации полиэдров структуры определяется, вероятнее всего, различной тугоплавкостью Nb_2O_5 и Ta_2O_5 и разной степенью ковалентности связей Nb-O и Ta-O. Возможность изменения при воздействии КСП механических свойств керамических материалов на основе тугоплавких оксидов расширяет области применения этих материалов, открывает перспективы в создании новых композиционных слоистых материалов, обладающих сверхвысокой стойкостью к тепловым ударам в широкой области температур. Установлено, что прочность керамических Nb_2O_5 и Ta_2O_5 с увеличением интенсивности воздействия КСП на образец, увеличивается при одновременном уменьшении размеров, образующихся структур. С уменьшением относительной интенсивности КСП вглубь, по толщине образцов керамических Nb_2O_5 и Ta_2O_5 размер образующихся структур увеличивается в несколько раз. Одновременно уменьшается их прочность, численной характеристикой которой является модуль Юнга. Учитывая огромные температурные градиенты по толщине поверхностного слоя (соответственно, падение интенсивности воздействия КСП вглубь объекта) при обработке КСП, можно говорить о возникновении анизотропии механических свойств в образцах керамических Nb_2O_5 и Ta_2O_5 , обусловленной изменением их микро- и макроструктуры.