

ОКСИДНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ НАНОКЕРАМИКА, ПОЛУЧЕННАЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Шульженко А. А., Гаргин В. Г., Соколов А. Н., Александрова Л. И.

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 04074 Киев-74, ул. Автозаводская, 2, E-mail: kybor@ism.kiev.ua

Спекание при высоком давлении позволяет консолидировать нанопорошки за счет возникающих сжимающих и сдвиговых деформаций, способствующих разрушению агломератов, взаимному перемещению частиц и уменьшению пористости компактов. Этот метод является перспективным для изготовления высокоплотной керамики с одновременной возможностью управления ее структурой на наноуровне.

Цель данной работы – получение в условиях высокого давления и температуры и исследование свойств прозрачной нанокерамики на основе иттрий-алюминиевого граната с добавками редкоземельных оксидов.

В качестве исходного материала для спекания керамики использовали нанопорошок иттрий-алюминиевого граната (YAG) – $Y_3Al_5O_{12}$. В качестве активирующих процесс спекания добавок – оксиды неодима (Nd_2O_3) и церия (CeO).

Спекание проводили с использованием прессовой установки ДО-043, развивающей усилие до 20 МН. Нанокерамика формировалась в условиях высокого давления (~ 7,5 ГПа) и температуре (300–1000 °С) в течение 2,5 мин. в аппарате типа «тороид».

Специально разработанная схема снаряжения ячейки высокого давления [1] обеспечила сохранение химической чистоты нанокерамики за счет размещения предварительно спрессованного исходного порошка в защитный экран из танталовой фольги между двумя дисками из молибдена. Чтобы избежать вогнутости нанокерамики после спекания, заготовку размещали между двумя дисками из твердого сплава. Для обеспечения квазигидростатичности в рабочем объеме использовали диски из гексагональной нитрида бора, которые располагали над дисками из твердого сплава.

Экспериментами по получению нанокерамики YAG с активирующей добавкой Nd_2O_3 установлено, что наиболее прозрачной является керамика с добавкой 5% Nd_2O_3 (см. рис.1).



Рис.1 Оптическая нанокерамика состава YAG + 5% Nd_2O_3 (до механической обработки)

Изучение физико-механических свойств нанокерамики из YAG с добавкой Nd_2O_3 показало, что ее прочность при одноосном сжатии составила 400–800 МПа, а микротвердость по Виккерсу при нагрузке на индентор 1,96 Н – 17,1–20,7 ГПа.

Для оптической аттестации были проведены исследования как линейно-оптических так и нелинейно-оптических свойств полученной керамики. В частности установлено уменьшение пропускания при возбуждении на длине волны 532 нм (фотоиндуцированное затемнение), тогда как при возбуждении на длине волны 1064 нм происходит увеличение пропускания (фотоиндуцированное просветление).

Показано, что при исследуемых технологических параметрах прозрачная керамика с добавкой 2% CeO имеет темножелтый цвет и не может быть рекомендована для использования как оптическая керамика в видимом диапазоне длин волн, а предварительная термообработка при 1000 °С в вакууме исходной смеси YAG +5% Nd_2O_3 приводит к снижению прозрачности полученной из нее керамики.

1. Оксидная оптическая нанокерамика, полученная в условиях высокого давления и температуры / А. А. Шульженко, А. С. Попов, В. Я. Гайворонский и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника, технология его изготовления и применения. Вып. 16. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2013. – С. 357–367.