

СПЕКАНИЕ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ КЕРАМИЧЕСКИХ СЕРДЕЧНИКОВ ИЗ ОКСИДА ИТТЕРБИЯ ДЛЯ ВЫСОКОДОЗОВОЙ БРАХИТЕРАПИИ

Антанович А.А., Зибров И.П., Филоненко В.П.

Институт физики высоких давлений РАН, Москва, г. Троицк, Россия
antanov@hppi.troitsk.ru

Высокодозовая брахитерапия (ВДБ) – современный метод лечения онкологических заболеваний, при котором источник ионизирующего облучения вводится непосредственно в опухоль через катетер и извлекается после сеанса облучения, что существенно уменьшает воздействие ионизирующего излучения на здоровые ткани и органы больного. При этом источник излучения по медицинским и технологическим соображениям должен иметь достаточно малые геометрические размеры: диаметр порядка 0,7 мм и длину 2-4 мм. В настоящее время исследуется возможность использования в качестве источника излучения радионуклида иттербий-169, который образуется при облучении нейтронами изотопа иттербий-168 (Yb-168). Поскольку металлические образцы с Yb-168 пока недоступны, предлагается изготавливать источник излучения из керамики на основе порошка оксида иттербия (Yb₂O₃), обогащенного по изотопу Yb-168.

Нами предложен способ получения высокоплотных керамических образцов малых размеров из порошка Yb₂O₃ путем их спекания при высоких давлениях.

Сначала исходный порошок оксида иттербия кубической модификации формуется в металлической пресс-форме при давлении 0,1-0,5 ГПа без добавления пластификаторов. Затем проводится термобарическая обработка сформованного образца в камере высокого давления типа «тороид» с диаметром центральной лунки 15 мм. Схема снаряжения реакционной ячейки для такой камеры при спекании Y₂O₃ показана на рис. 1.

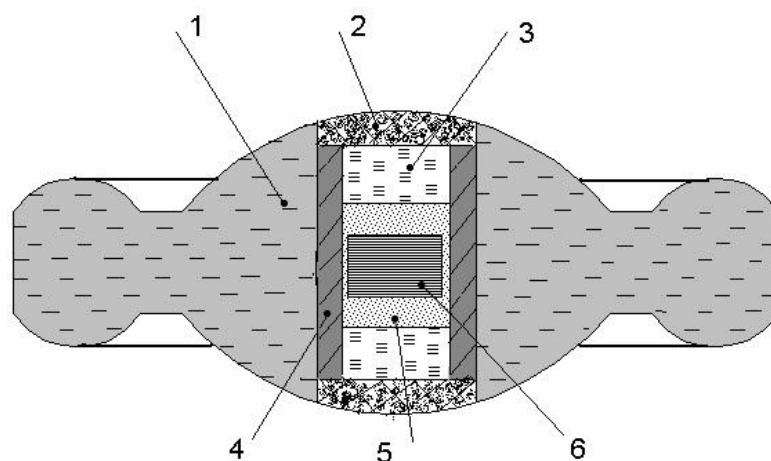


Рис. 1.

1 – контейнер из литографского камня с диаметром отверстия 7 мм; 2 – торцевые нагреватели из смеси порошков гексагонального графита с гексагональным нитридом в весовой пропорции; 3 – таблетки из порошка гексагонального нитрида бора; 4 – графитовый нагреватель с внутренним диаметром 5 мм; 5 – таблетка из смеси порошков гексагонального нитрида бора и хлорида натрия; 6 – образец.

Эксперименты проводились на прессовой установке усилием 2000 Тс. Камеры высокого давления были предварительно прокальброваны по давлению и температуре.

Использование высоких давлений при спекании привлекательно еще и потому, что в этом случае появляется возможность получения модификации оксида иттербия с моноклинной структурой [Hoekstra H.R.] с плотностью 10,04 г/см³, тогда как исходная модификация с кубической структурой имеет плотность на 10% ниже (9,2 г/см³).

Спекания проводили при давлениях 4–8 ГПа и температурах от 800 до 1200°С.

На рис. 3 и 4 в качестве примера приведены результаты спеканий керамических сердечников с кубической и моноклинной модификациями оксида иттербия.

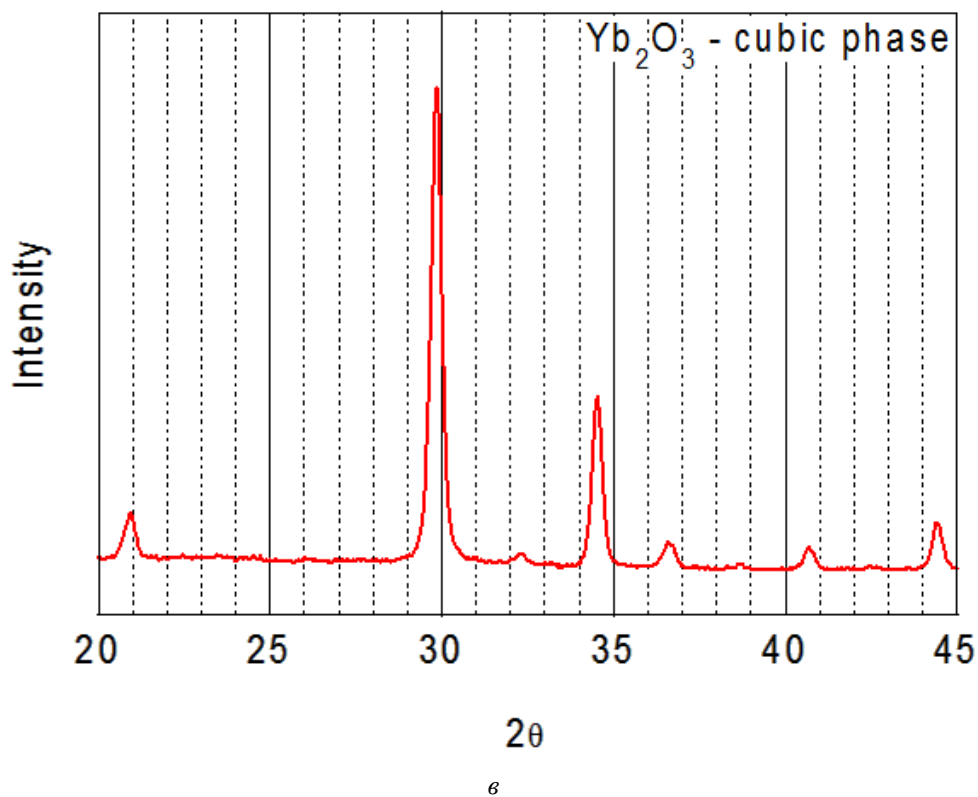
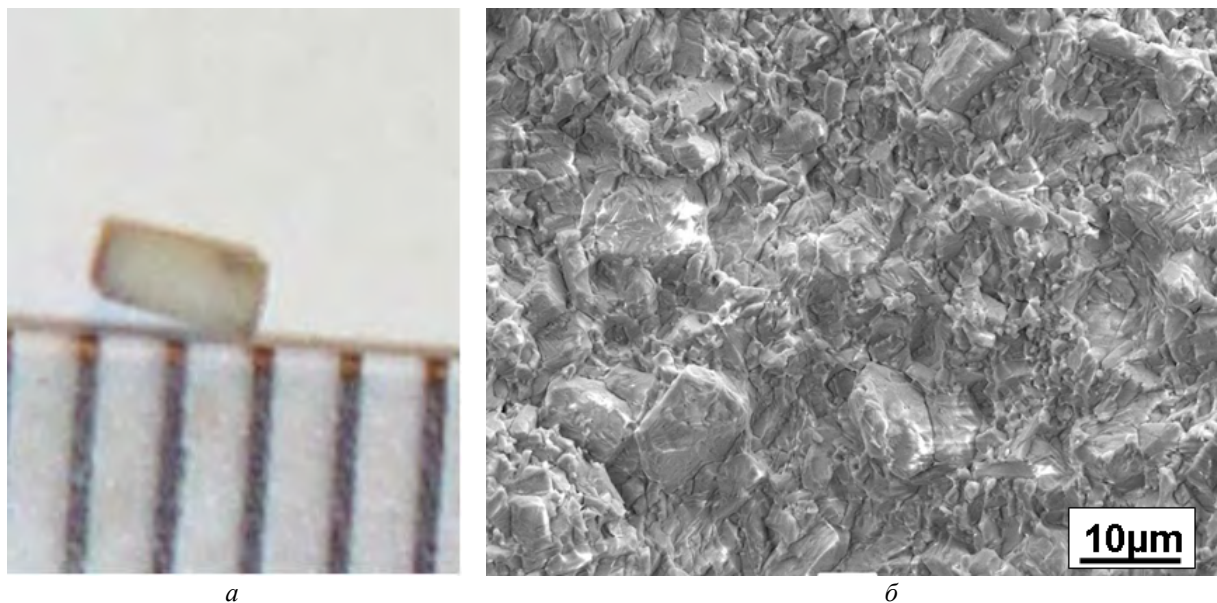


Рис.2.
a – фото образца, *б* – микроструктура, *в* – дифракционная картина

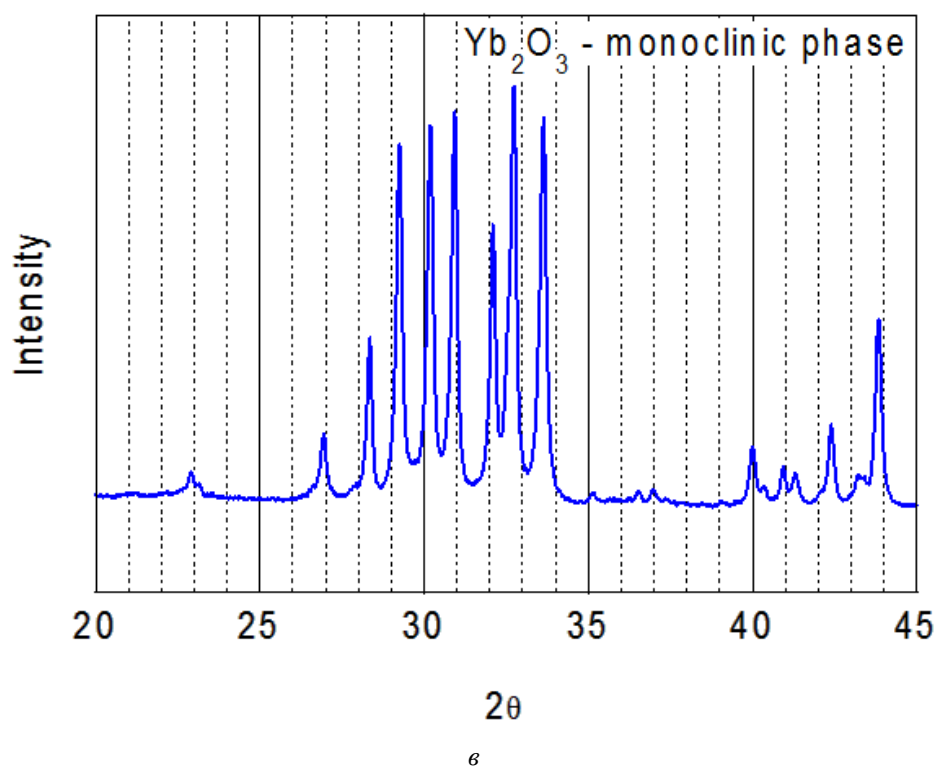
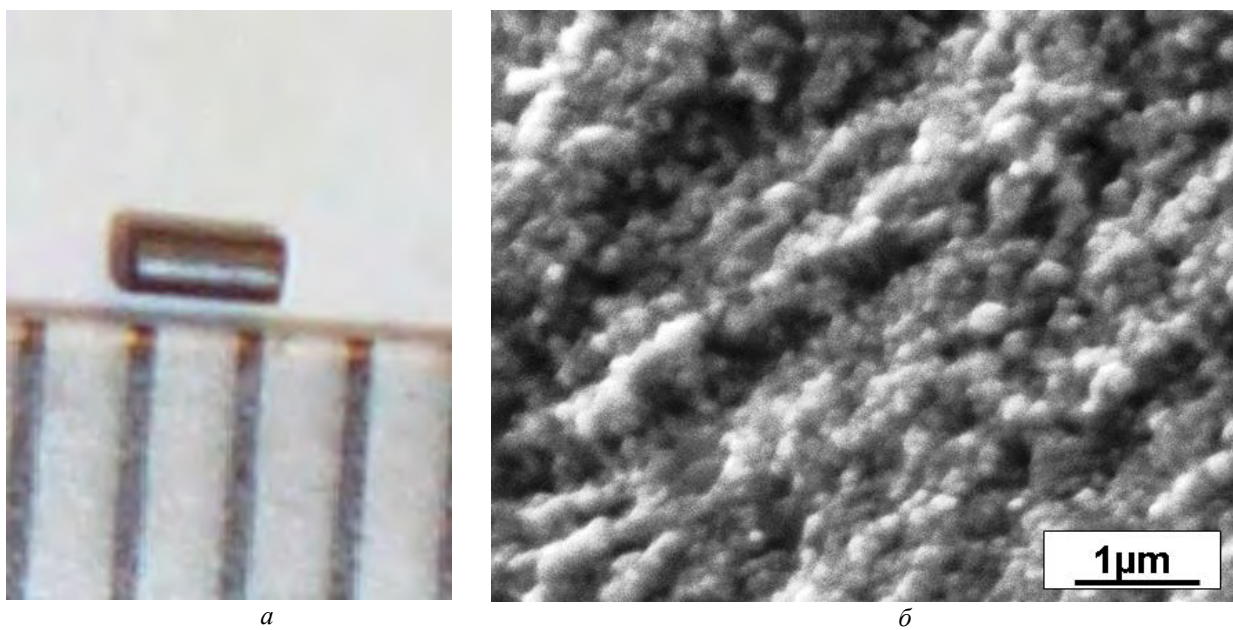


Рис. 3.
a – фото образца, *б* – микроструктура, *в* – дифракционная картина

Список литературы

1. Hoekstra H.R.(1966). Phase relationships in the rare earth sesquioxides at high pressure. Inorg. Chem., v. 5, 754- 757.