

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ УДАРНОМ СЖАТИИ ОБЛУЧЕННОГО И НЕОБЛУЧЕННОГО ОКСИДА БЕРИЛЛИЯ

Н.А.Опарина

Полоцкий государственный университет, 211440, Новополоцк, Блохина, 29

e-mail: polota@newmail.ru

Приводятся результаты исследования структурных изменений в керамическом материале BeO, вызванных взрывом. С этой целью воздействию взрывом подвергли при идентичных условиях необлученную и облученную в ядерном реакторе порошковую BeO. Роль предварительного облучения может быть как положительной (вследствие ускорения активационных процессов спекания в результате радиационной диффузии), так и отрицательной (вследствие анизотропных изменений в BeO, вызванных радиационными дефектами).

Введение

Представляет интерес как с научной, так и с практической точки зрения ударное воздействие на структуру и свойства твердых тел. Воздействию взрывом подвергли при идентичных условиях необлученный и облученный в ядерном реакторе оксид бериллия, т.е. с малой и высокой степенью дефектности.

Порошковую BeO засыпали в цилиндрические стальные контейнеры. Взрывное обжатие контейнеров осуществляли цилиндрическими зарядами, которые инициировались в верхней части. В качестве взрывчатого вещества использовали смесь аммонита с гексогеном.

Вырезанные после взрыва из контейнера штапки BeO распиливали, шлифовали и механически полировали, что необходимо для подготовки образцов для рентгенографии. Иногда в ходе эксперимента образцы размалывали в порошок в агатовой ступке. Полученный порошок наносили на подложку из органического стекла, покрытую вакуумной смазкой, и слегка прижимали. Отжиг образцов, необходимый в ходе работы, проводился в печи сопротивления в вакууме $\sim 10^{-4}$ торр. Время отжига составляло 2 часа при каждой выбранной температуре. После отжига образцы остывали вместе с печью. Исходные и взрывные образцы отжигались совместно. Повышение температуры до 250°C производилось со значительным замедлением в целях сохранения вакуума. Образцы, подвергнутые действию ударной волны, помещались в нагреваемый объем на молибденовый держатель, а исходный порошковый образец отжигался в кювете, изготовленной из танталовой фольги.

Экспериментальная часть

Образцы всех состояний одновременно в идентичных условиях изучали на рентгеновском дифрактометре ДРОН-УМ1 методом съемки "по точкам". Использовали медное K_{α} -излучение, для чего осуществляли монохроматизацию излучения с помощью монокристалла LiF. Образцы во время съемки вращались в собственной плоскости со скоростью 60 об/мин. Мощность рентгеновской трубки в ходе съемки составляла 0,9 Вт.

Определяли положение рентгеновских дифракционных линий θ , интегральную ширину $B=S/H$, где S -площадь линии, H -ее высота в

максимуме. Положение линии рассчитывали по центру тяжести. Кроме того анализировали изменение интенсивности дифракционных линий. Абсолютная погрешность определения положений линий не превышала 0.75', а ширины - 1.5' (при доверительной вероятности 0.97).

Вызванные взрывом преобразования рентгеновской дифракционной картины BeO обладают примечательными особенностями, делающими их в определенной степени сходными с эффектами рентгеновской дифракции облученной BeO.

На рентгенограмме массивных и порошковых образцов взрывной необлученной и облученной BeO четко проявляется перераспределение относительной интенсивности линий, одна из причин которого - текстурированность. Обнаруженные изменения интенсивности могут быть объяснены не только появлением текстуры (в массивных образцах), но и появлением значительной раздробленности зерен, приводящей к снижению интенсивности некоторых линий за счет первичной экстинкции (в порошковых образцах).

Наблюдается сильное уширение, приводящее к практическому слиянию с фоном некоторых дифракционных линий.

Линии рентгенограммы взрывной необлученной BeO, растолченной в порошок, уширены по сравнению с исходным состоянием (табл.1). Кроме того, как следует из табл.1, максимумы линий несколько смещены в сторону больших углов. С ростом угла дифракции смещение максимума должно проявляться все отчетливее по причине размытия и наложения $K_{\alpha 1}$ -, $K_{\alpha 2}$ -компонент каждой дифракционной линии, что в действительности и происходит.

Табл.1.

№	hkl	Различие (необлученная-облученная)			Различие (взрывн. облуч.-исходн. Необлуч.)		
		$\Delta 2\theta_m$ мин	$\Delta 2\theta_c$ мин	ΔB мин	$\Delta 2\theta_m$ мин	$\Delta 2\theta_c$ мин	ΔB мин
1	100	+2.0	+3.0	+6.0	0	0	0
2	002	+1.0	-1.0	+15.0	+1.0	+0.5	+14.5
3	101	+0.5	-1.0	+11.5	+0.5	-0.5	+18.5
4	102	-0.5	+4.0	+18.0	+1.0	-4.5	+19.0
5	110	+3.0	-1.0	+7.5	+1.5	-0.5	+30.0
6	103	+2.0	+0.5	+21.5	+2.0	-4.0	+33.0
7	200	+3.5	+1.0	+8.0	+3.0	-1.0	+36.5
8	112	0	+2.0	+21.0	+3.0	-3.0	+38.5
9	203	+9.5	-14.5	+26.5	+2.0	-9.0	+89.0

Во взрывной облученной и растолченной в порошок BeO наблюдается сложная картина. Она заключается в несомненном анизотропном характере зависимости уширения линий от угла θ (линии с $l=0$ более широкие, чем линии с $l \neq 0$, при этом для больших l является большим и ΔB) и в асимметрии линий (линии с $l \neq 0$ имеют протяженные "хвосты" со стороны меньших углов θ). В то же время положение линий взрывной облученной BeO не отличается от положения линий взрывной необлученной и исходной BeO (рис.1).

Сопоставляя характеристики рентгеновских линий исходной и взрывной облученной BeO, можно заключить, что взрыв привел к заметному "отжигу" радиационных дефектов и тем самым приблизил материал к необлученному состоянию. Однако существование "хвостов" в малоугловой части линии взрывной облученной BeO может свидетельствовать о наличии некоторой доли дефектов в кристаллической решетке и после взрыва. Среди этих дефектов во взрывной облученной BeO могут быть как чисто радиационные, так и возникшие из радиационных при прохождении ударной волны, например, вследствие динамического распада дислокационных петель.

После ударного сжатия нагрев до максимальной температуры 1300°C не привел к полному восстановлению формы рентгеновских дифракционных линий, то есть ударное нагружение вызвало появление в кристаллической структуре BeO структурных дефектов с высокой энергией активации перемещения.

Выводы

В BeO реализуются яркие анизотропные преобразования. С анизотропным характером структурных изменений можно связать плохую спексаемость BeO взрывом, аналогично тому, как при облучении, вследствие анизотропных структурных изменений, происходит разрушение массивных образцов [1].

Проведенные исследования показали разницу в дефектах облучения и взрыва. Ударное сжатие повреждает структуру, создавая дефекты, распределенные более равномерно по кристаллу.

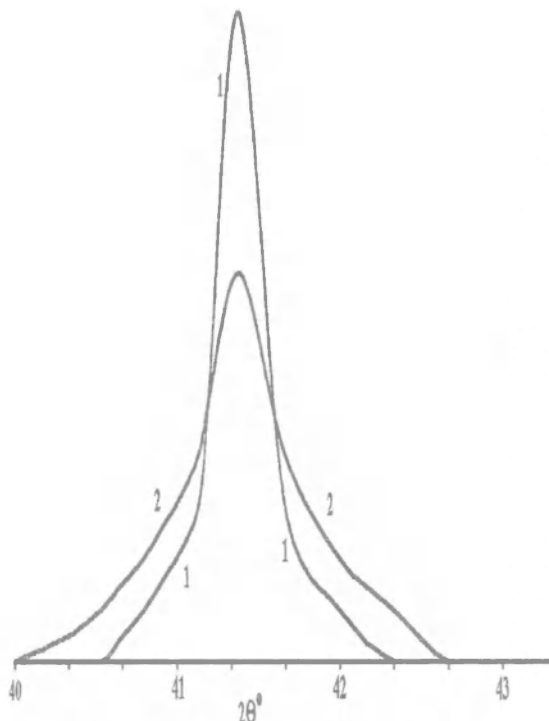


Рис.1. Рентгеновская линия 002 оксида бериллия:
1-BeO исходная после взрыва;
2-BeO облученная после взрыва.

Очевидно, что обработанный взрывом порошок будет значительно легче спекаться и прессоваться при последующем нагреве. Этому должна способствовать значительная концентрация различных структурных нарушений во взрывной BeO. Поскольку в предварительно облученной BeO доля их значительно выше, чем в необлученной, что показано экспериментально, облучение должно играть положительную роль.

Список литературы

1. Конобеевский С.Т. Действие облучения на материалы. - М.: Атомиздат, 1977. - 450 с.

FEATURES OF STRUCTURAL CHANGES AT SHOCK COMPRESSION IRRADIATED AND NOT IRRADIATED BERYLLIUM OXIDE

N.A.Oparina

Polotsk state university, 211440, Novopolotsk, Blokhina, 29, e-mail: polota@newmail.ru

Results of research of structural changes in ceramic material BeO, caused by explosion, are discussed. With this purpose to influence by explosion have subjected under identical conditions not irradiated and irradiated in a nuclear reactor powder BeO. The role of a preliminary irradiation can be as positive (owing to acceleration activation processes of sintering as a result of radiating diffusion), and negative (owing to anisotropic changes in BeO, caused radiating defects).