

АППАРАТУРА ДЛЯ СИНТЕЗА ВЕЩЕСТВ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

В.А. Зайкевич, М.Р. ПУТТ, г. Минск

А.Н. Дашкевич, ГТУ, г. Омель

В.А. Козик, И.Д. Кулик, БАТУ, г. Минск

Э.Б. Радичкин, Л.И. Раницкая, ИФ ГТТ АН РБ, г. Минск

Проблема увеличения объема синтезируемого материала под давлением, уменьшения режимов синтеза по температуре и давлению является актуальной в технологии высоких давлений. Она решается различными методами: усовершенствованием аппаратов высокого давления и прессового оборудования, высокими требованиями к качеству исходного сырья, введением модификаторов и т.д. Это относится не только к получению сверхтвердых материалов (алмаз, кубический нитрид бора), но и к получению высокоплотной керамики. Представляет интерес выяснения влияния ультразвука (диапазон частот 0,4-10 МГц) высокой интенсивности на процессы синтеза веществ при высоких давлениях.

При разработке аппаратуры использован принцип фокусировки ультразвуковых фронтов сферической формы. В [1] описана конструкция активного ультразвукового концентратора, имеющего на частотах 1,0-2,0 МГц в фокальной плоскости, интенсивность порядка 1,0 МВт/см².

Изготовлены макеты ультразвуковых концентраторов, по форме напоминающие матрицу твердофазного аппарата высокого давления (АВД) типа наковальня с лункой [2] и матрицу АВД типа «белт» [3]. Верхняя часть матриц изготовлена в форме полусферы, на которую в строгом порядке крепились пьезоэлектрические излучатели. Две матрицы располагались на одной оси вращения с расстоянием между ними равным толщине контейнера с синтезируемым веществом. Частоты пьезоэлектрических излучателей подбирались таким образом, чтобы в центре контейнера создать максимальную интенсивность ультразвука. Установлено: а) интенсивность ультразвука на макете, изготовленного в форме матрицы АВД типа «белт», выше, чем на макете, изготовленного в форме матрицы типа наковальня с лункой; б) на макете, запрессованном и поддержку из двух стальных колец (АВД типа наковальня с лункой) интенсивность в фокусе несколько ниже, чем без поддержки; в) на составном макете (нижняя часть вблизи контейнера представляет вставку из вольфрама-кобальтового сплава ВК-15) интенсивность ультразвука в фокусе, особенно на частотах выше 1,0 МГц резко падает, что связано с

поглощением ультразвука. При уменьшении толщины вставки из сплава ВК-15 интенсивность ультразвука возрастает, что позволило выбрать оптимальную толщину вставки. Рассмотрены возможности одновременного ввода ультразвука на частотах 700 кГц и 5,0 МГц с помощью составного пьезоэлектрического излучателя.

На основе полученных результатов разработан и изготовлен аппарат высокого давления типа наковальня с лункой. Центральная матрица (сталь Р6М5, термообработка HRC-60-63 ед.) представляла концентратор ультразвука и запрессовывалась в двухслойную обойму из стальных колец (сталь 35ХГСА, термообработка HRC-40-50 ед.). В нижнюю часть матрицы запрессовывалась вставка из ВК-15. Контейнер изготовлен из литографского камня, в центральном осевом отверстии которого расположен трубчатый графитовый нагреватель. Внутри нагревателя находится синтезируемое вещество в форме цилиндра диам. ром 6 мм. Для исключения процессов диффузии графита синтезируемое вещество помещали в металлический экран. Калибровка аппарата высокого давления по давлению проводилась по фазовым переходам некоторых элементов (реперы давления) [4]. Аппарат высокого давления рассчитан на работу до 5,0 ГПа.

После испытания аппарата проводили спекание «черной керамики» на основе Al_2O_3 и TiN. Спекание проводилось при давлении 2,5 ГПа и температуре 2073К составов: Al_2O_3 , $(Al_2O_3)_{0,4}(TiN)_{0,6}$, $(Al_2O_3)_{0,6}(TiN)_{0,4}$, TiN в ультразвуковом поле. Значения плотности ρ , микротвердости H_n исследуемых составов при данных параметрах спекания близки к значениям ρ , H_n , полученным при давлении 5,2 ГПа и температуре 2173К без ультразвука [5].

Выводы: в исследуемой керамике ультразвук способствует снижению параметров горячего прессования по температуре, давлению и времени.

Литература

1. Ультразвук. - М. Советская энциклопедия, 1979.
2. Д.С. Циклис. Техника физико-химических исследований при высоких и сверхвысоких давлениях. - М. Химия, 1976.
3. Н.Т. Hall Rev. Ser. Instrum. - 1960. - V31 - №2 - P 125-151.
4. Е.Ю. Тонков. Фазовые диаграммы элементов при высоком давлении. - М. Наука, 1979 - 192 с.
5. В.М. Добрянский, В.А. Запкевич и др. Сб. Техника и технология высоких давлений. - Минск: Ураджай, 1990 - с. 337-344.