

УДК 53.091/546.01

DOI: 10.17223/00213411/62/5/138

И.А. ЖУКОВ¹, П.Ю. НИКИТИН¹, М.В. ГРИГОРЬЕВ², А.Б. ВОРОЖЦОВ¹

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ТВЕРДОСТЬ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ AlMgB_{14} *

Проведены исследования фазового состава, кристаллической структуры и твердости керамических материалов AlMgB_{14} , полученных методом горячего прессования из различных по гранулометрическому составу порошковых смесей. Обнаружено, что наибольшее содержание фазы AlMgB_{14} ~ 97 мас. % достигается для образцов из порошковой смеси Al-Mg-B после 4 ч активации в планетарной мельнице. Наибольшее наблюдаемое значение твердости составило 31.9 ГПа.

Ключевые слова: AlMgB_{14} , алюминиево-магний борид, сверхтвердые материалы, горячее прессование, механическая активация, твердость, фазовый состав, кристаллическая структура.

Введение

Наиболее известными сверхтвердыми материалами являются алмаз с твердостью ~ 70 ГПа, кубический BN ~ 45–50 ГПа и C_3N_4 ~ 40–45 ГПа [1]. Широкий класс сверхтвердых материалов занимают бориды – B_4C , SiB_3 , TiB_2 . Боридные соединения на основе икосаэдров B_{12} вызвали большой интерес из-за их потенциальной возможности применения. В последнее десятилетие интенсивно исследуется материал на основе связанных икосаэдров B_{12} , образующих орторомбическую кристаллическую структуру, например AlMgB_{14} , именуемый также БАМ (борид алюминия-магния). Монокристаллы AlMgB_{14} обладают высокой твердостью (27–32 ГПа), низким коэффициентом трения ~ 0.02, плотностью ~ 2.59 г/см³ и высокой химической стабильностью [1–3]. Эти свойства открывают перспективы использования AlMgB_{14} в качестве конструкционных материалов и покрытий. Как правило, для этого используются поликристаллические материалы на основе AlMgB_{14} . В [4] были определены основные трудности, связанные с синтезом AlMgB_{14} методом свободного спекания из прессовок порошковых смесей Al-Mg-B . Известно, что при использовании таких методов, как горячее прессование и искровое плазменное спекание (Spark Plasma Sintering), происходит одновременное спекание и консолидация порошков, что приводит к более плотной упаковке частиц и, как следствие, к получению материалов AlMgB_{14} с плотностью, близкой к теоретической [5]. При этом вероятность образования целевых фаз по сравнению со свободным спеканием выше из-за более интенсивной диффузии между порошковыми частицами. На сегодняшний день остаются неизученными закономерности образования фазового состава, структуры, в том числе кристаллической структуры, и их связи со свойствами получаемых таким способом поликристаллических керамик на основе AlMgB_{14} .

Таким образом, цель настоящей работы – исследование влияния структуры и фазового состава поликристаллических материалов AlMgB_{14} , полученных методом горячего прессования (в том числе из механически активированных смесей Al-Mg-B), на их твердость.

Материалы и методики исследований

В качестве исходных материалов для синтеза AlMgB_{14} использовались порошки алюминия со средним размером частиц $\langle d \rangle \sim 13$ мкм, магния ($\langle d \rangle \sim 90$ мкм) и аморфного черного бора ($\langle d \rangle \sim 2$ мкм). Порошки смешивались в атомном соотношении Al-Mg-B 1:1:14 и подвергались механической активации (МА) в планетарной мельнице при частоте вращения барабанов 14 Гц в течение 4 и 5 ч. Подробное описание методики получения порошковых смесей, а также данные о влиянии механической активации на их фазовый состав и дисперсность приведены в [4]. Порошковые смеси прессовались в графитовой пресс-форме диаметром 10 мм с подвижным верхним пуансоном в установке горячего прессования индукционного нагрева с предварительным вакуумированием рабочего пространства в среде аргона. Температура прессования составляла 1400 °С, давление – 50 МПа.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-79-10272).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>