

Исследование тонкой структуры и фазового состава композиционных материалов, полученных термобарическим спеканием из порошков бора, алмаза и графита

Нисс В.С.¹, Григорьев С.В.¹, Урбанович В.С.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

Повышение производительности обработки труднообрабатываемых материалов в настоящее время опирается на использование в соответствующих технологических процессах новых композиционных материалов, основу которых должны составлять химические соединения с повышенной твёрдостью и красностойкостью режущих кромок. Повышенный интерес вызывают материалы, имеющие в своём составе синтетические или природные алмазы.

Среди алмазных материалов импактные алмазы обладают наиболее высокой абразивной способностью по сравнению с искусственными алмазами. Использование отдельных частиц алмазных материалов в процессе материалобработки не представляет интереса по причине малых геометрических размеров этих частиц. Однако, процессами порошковой металлургии на основе прессования и длительного спекания не удаётся получить высокоплотные алмазные материалы, которые обладают способностью выдерживать высокие контактные давления при обработке труднообрабатываемых материалов.

Для получения высокоплотных материалов на основе алмазов перспективно применять процессы создания композиционных материалов с использованием импульсных методов прессования и спекания. Среди данных методов перспективным является метод термобарической обработки композиционной порошковой шихты. Для создания композитов с повышенной красностойкостью и абразивной способностью наряду с алмазами необходимо иметь в структуре создаваемых материалов другие высокотвёрдые и прочные керамические соединения, полученные из исходной порошковой шихты.

Для проведения термобарического спекания при давлении до 7 ГПа была приготовлена шихта, состоящая из импактного алмаза с размером частиц от 63 до 100 мкм вместе с наноразмерными частицами графита, а также с добавкой частиц аморфного бора фракции от 50 до 300 нм и, как вариант, без присутствия бора. Для получения высокоплотного композиционного материала спекание проводилось при мощности нагревателя 1,35 кВт.

На рисунке 1 представлена поверхность шлифа композиционного материала, полученного термобарическим спеканием с использованием шихты с добавкой аморфного бора.

Изучение параметров тонкой структуры полученных композитов с добавками аморфного бора или без него осуществлялось с использованием медного монохроматизированного (монохроматор – пиролитический графит) рентгеновского излучения на дифрактометре ДРОН-3 в дискретном режиме (шаг в градусах – $0,05^\circ$, время выдержки – 5 секунд на каждую точку съёмки).

На рисунке 2 представлены спектры рентгеновского излучения, полученного от поверхности порошка импактного алмаза, композита, имеющего в составе импактный алмаз, графит и бор, а также композита без содержания в составе шихты бора.

Фазовый состав полученных композиционных материалов из шихты с бором и без него включает алмаз, графит, лонсдейлит, а также следы бора (в случае его использования в шихте). Анализ полученных рентгенограмм позволил установить, что количества лонсдейлита в композите с добавкой аморфного бора ниже, по сравнению с композитом без добавки бора.

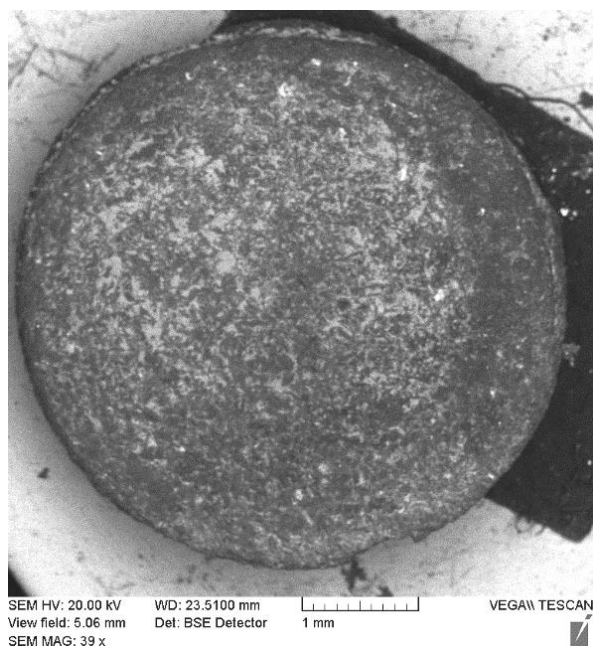


Рисунок 1 - Структура поверхности шлифа композита, состоящего из импактного алмаза, графита и с добавкой аморфного бора

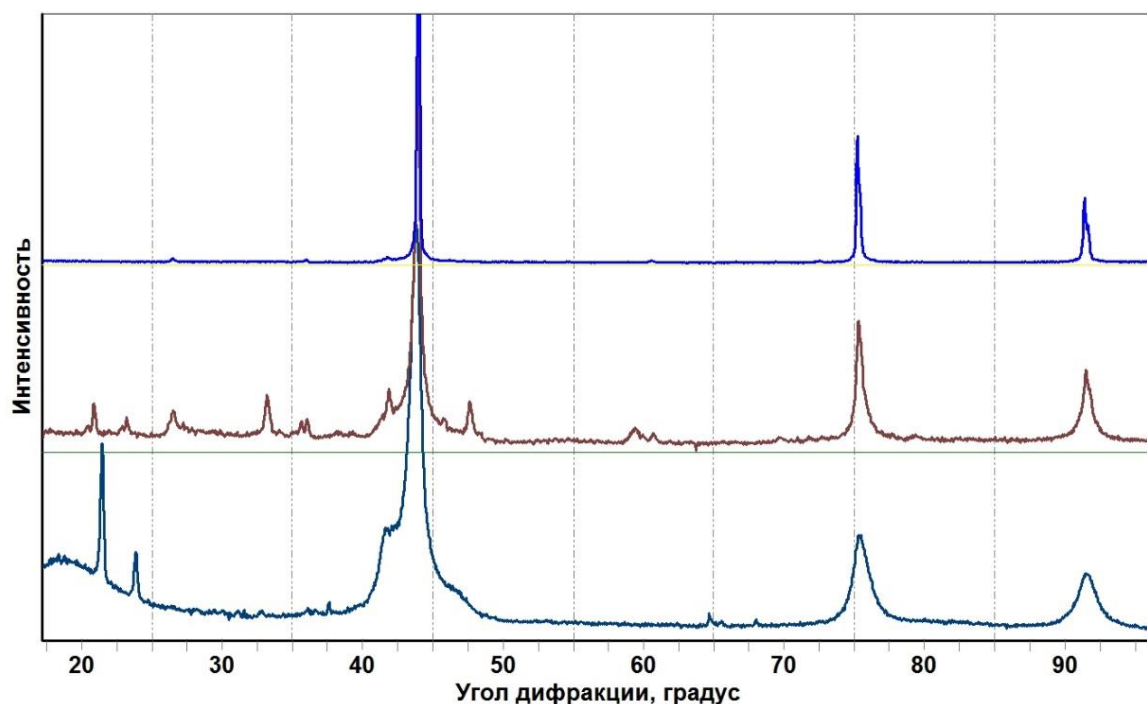


Рисунок 2 –Спектры рентгеновского излучения импактного алмаза (внизу), композиционного материала, полученного без использования аморфного бора в шихте (в центре), и с добавкой аморфного бора (вверху)

В таблице 1 приведены параметры кристаллических решёток алмаза в образцах композитов из шиты описанных выше вариантов состава. Для анализируемых рентгеновских линий импактного алмаза наблюдается тенденция к увеличению параметров его кристаллической решётки при использовании в шихте добавок бора.

Таблица 1 - Параметры решёток алмаза образцов композитов импактный алмаз – графит и аморфный бор

Состав исходной шихты	Параметр кристаллической решетки алмаза, линия (311), нм	Параметр кристаллической решетки алмаза, линия (220), нм	Параметр кристаллической решетки алмаза, линия (111), нм
Импактный алмаз – графит – аморфный бор	0,35700	0,35695	0,35639
Импактный алмаз – графит	0,35667	0,35649	0,35659
Исходный порошок импактного алмаза фракции	0,35654	0,3563	0,3576

На рисунке 3 показана графическая ширина дифракционной линии (311) кристаллической решётки композиционного материала без добавки аморфного бора и с его добавкой.

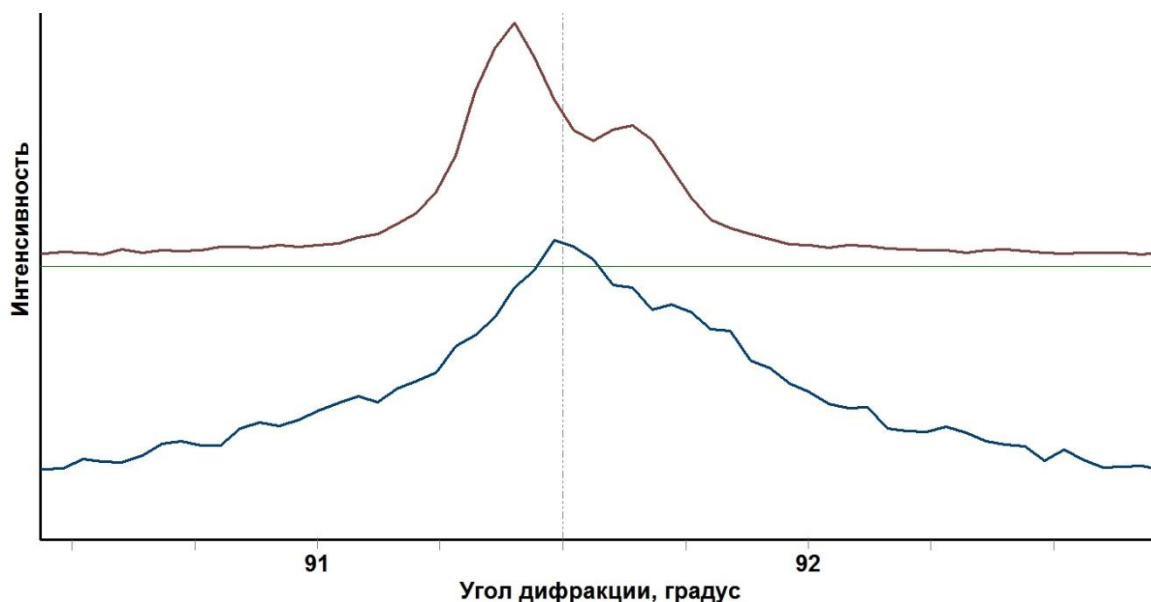


Рисунок 3 - Графическая ширина дифракционной линии (311) для композита без добавки аморфного бора (в нижней части рисунка) и с его добавкой (в верхней части)

Графическое уширение дифракционной линии композиционного материала с добавкой аморфного бора меньше, чем у композита без этой добавки, что позволяет сделать вывод о том, что в процессе создания керамического композиционного материала добавка аморфного бора способствует превращению лонсдейлита в алмаз. Межчастичные напряжения в композиционном материале с добавкой аморфного бора также меньше, что может уменьшить его абразивный износ в процессе эксплуатации.