

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕРХТВЕРДЫХ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ РЕАКЦИОННЫМ СПЕКАНИЕМ ПОРОШКОВ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА С АЛЮМИНИЕМ

Коновал С.М., Осадчий А.А., Беженар Н.П., Девин Л.Н.

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля НАН Украины, 04074, Киев, ул.Автозаводская, 2, e-mail:bezhenar@ukr.net

Поликристаллический кубический нитрид бора (PCBN) не имеет конкурентов в лезвийном инструменте для обработки углеродистых и легированных сталей, чугунов, многих высоколегированных спецсплавов, благодаря высокой термической стойкости и химической нейтральности к сплавам на основе железа. Один из распространенных способов получения PCBN материалов – реакционное спекание порошков кубического нитрида бора с алюминием в условиях высокого давления. Структура и свойства сверхтвердого композита существенно влияют на работоспособность изготовленного из него инструмента.

В данной работе исследовали влияние фазового состава композита (количества Al в шихте) на его физические и физико-механические свойства. Опытные образцы получали при спекании микропорошков cBN марки кубонит зернистостью 7/5 (размер зерна от 5 до 7 мкм) с порошком алюминия марки АСД с размером зерен менее 40 мкм. Количество Al в шихте составляло от 10 до 20 %. Спекание проводили в аппарате высокого давления «наковальня с углублением» с

диаметром углубления 35 мм при давлении 4,2 ГПа и температуре 1750 К. Полученные поликристаллы подвергали механической обработке (плоское шлифование и округление) связанным и свободным алмазным абразивом. Образцы для исследований имели диаметр 10 мм и высоту 3,2 мм. Структуру и фазовый состав изучали методами рентгеноструктурного анализа. Твердость композитов H_{KN} определяли с использованием пирамиды Кнупа при нагрузке на индентор 10 Н. Плотность $\rho_{эксп}$, удельное электросопротивление R , прочность на растяжение и энергию разрушения при динамической нагрузке определяли стандартными методами. Акусторезонансным методом определяли демпфирующие свойства (добротность, логарифмический декремент затухания) и модуль упругости. В табл. 1 приведены фазовый состав, твердость, относительная плотность, удельное электросопротивление опытных образцов, а также измеренный $E_{экспер}$ и вычисленный $E_{расч}$ как среднее геометрическое модулей упругости компонент с учетом их объемной доли в композите.

Таблица 1. Фазовый состав, твердость, плотность, удельное электросопротивление, модуль Юнга (эксперимент и расчет) опытных образцов

Состав шихты мас. %		Фазовый состав композигов, об. %				$\rho_{эксп}/\rho_{теор}$	H_{KN} , ГПа	R , Ом·м	$E_{экспер}$, ГПа	$E_{расч}$, ГПа
cBN	Al	cBN	AlN	AlB ₂	Al					
90	10	82,3	16,4	1,2	0	0,986	27	10 ⁶	606	759
88	12	78,7	14,1	7,2	0	0,996	30	3*10 ⁵	613	716
85	15	73,2	17,2	8,3	1,2	0,998	28	5*10 ²	581	656
82	18	68,6	14,9	13,5	3,1	0,998	26	3*10 ⁻²	537	604
80	20	66,3	14,8	14,6	4,3	0,998	23	10 ⁻²	535	573

Логарифмический декремент затухания закономерно уменьшался от $4,68 \cdot 10^{-3}$ до $2,49 \cdot 10^{-3}$ при увеличении количества Al в шихте от 10 до 20 %, при этом добротность увеличивалась с 687 до 1306. Прочность на растяжение была максимальной при 12 % Al в шихте и составляла 350 МПа, энергия разрушения максимальна при 15 % Al в шихте (16,2 кДж/м). Причина экстремального поведения двух последних характеристик – сочетание таких факторов как высокое содержание cBN в композите, высокая прочность межфазных и межзеренных границ и минимальная пористость.