

УДК 621.762

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ПРЕССОВАНИЕ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ БОРИДА ВОЛЬФРАМА И НИКЕЛЯ

Александр Викторович Шевцов

Магистр 1 года,

Кафедра «Материаловедение и композиционные материалы»

Волгоградский государственный технический университет

Научный руководитель: С.П. Писарев,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение и композиционные материалы»

В данной работе рассматриваются результаты исследований влияния давления высокоскоростного прессования и последующей термической обработки (ТО) на тонкую структуру и электрические свойства прессовок из смеси порошков бориды вольфрама и никеля.

Исходными материалами при проведении исследований были порошки бориды вольфрама (W_2B_5) и никеля (Ni) в состоянии поставки, без применения пластификаторов или других добавок. Порошок W_2B_5 имел средний размер частиц 5...10 мкм, микротвёрдость 25...26 ГПа; порошок Ni марки ПНЭ – 30...50 мкм микротвёрдость 1,30...1,50 ГПа. Композицию W_2B_5+Ni с содержанием 25 % вес. W_2B_5 получали длительным перемешиванием порошков до однородного состояния. Её плотность перед прессованием – 3450 кг/м³.

Для высокоскоростного прессования использовали пороховую баллистическую установку с внутренним диаметром ствола 50 мм. Ударники в виде цилиндров массой 0,3 кг изготавливали из свинца. Их скорость в проводимых опытах была в пределах 500 – 600 м/с и контролировалась с помощью электроконтактной методики. При разработке схемы высокоскоростного прессования за основу принята схема по патенту [1]. Прессуемые порошки располагали в многослойных составных контейнерах внутри стальных оболочек. Исходная толщина порошковых слоев – 7...8 мм, после высокоскоростного прессования толщина прессовок составляла около 4 мм, диаметр – 30 мм. Давление прессования (P) рассчитанное по методике [2] было в пределах 5,5...7,8 ГПа. Термообработку прессовок проводили в герметичной стальной ампуле в электрической печи при температуре 500 °С в течение 1 часа, с последующим охлаждением с печью. Тонкую структуру образцов до и после ТО изучали на дифрактометре «ДРОН-3», при этом производили запись отражений от плоскостей (100) и (200) у W_2B_5 , а у Ni от плоскостей (111) и (222). По методу аппроксимации проведён расчёт физических уширений рентгеновских линий с целью оценки наличия микронапряжений (σ_{II}) и размера областей когерентного рассеяния (ОКР) кристаллитов. Температурные зависимости электросопротивления прессовок получали по методике, описанной в работе [3].

При анализе рентгеновских линий прессовок как до, так и после ТО были идентифицированы только фазы W_2B_5 и Ni, следовательно, ударно-волновое сжатие и последующая ТО не приводят к каким либо изменением фазового состава прессуемого материала. Исследования показали, что у материала, полученного при $P=5,5$ ГПа ТО привела к весьма заметному уменьшению ОКР в частицах W_2B_5 (в 1,9 раза), при этом

микронапряжения σ_{II} увеличились на 33 %. В частицах Ni при таком же давлении при ТО произошло увеличение ОКР на 23 %, а σ_{II} снизились на 32 %. При $P=7$ ГПа в частицах $W_2 B_5$ после ТО заметных изменений ОКР не обнаружено, зато σ_{II} заметно снизились в 2,7 раза, при этом в Ni после ТО ОКР увеличились на 32 %, а σ_{II} снизились в 1,6 раза. При $P=7,8$ ГПа в частицах $W_2 B_5$ после ТО ОКР заметно снизились в 3,2 раза, σ_{II} снизились в 1,3 раза, при этом в Ni после ТО ОКР остались почти без изменения, а σ_{II} увеличились в 2,7 раза.

Полученные результаты показывают, что при ТО в обоих компонентах спрессованного порошкового композита (ПКМ) происходят весьма заметные изменения в тонкой структуре, способные повлиять на его физические свойства. Действительно, как показал анализ температурных зависимостей электрического сопротивления ПКМ до ТО, полученных для рассматриваемого диапазона давлений прессования, наблюдается непрерывное понижение электросопротивления, вплоть до предельной температуры нагрева 250 °С, причём наиболее заметное понижение электросопротивления происходит у материала полученного при пониженном давлении прессования ($P=5,5$ ГПа). После ТО у всех исследуемых материалов наблюдается непрерывный рост электросопротивления, при этом наиболее заметный рост происходит у материала, полученного при $P=5,5$ ГПа.

Таким образом, релаксационные процессы, происходящие в частицах ПКМ при ТО, значительно повлияли на их электрическое сопротивление, привели к его увеличению.

Выводы:

1. Установлена возможность существенной модификации электрических свойств ПКМ из борида вольфрама и никеля за счёт ударноволнового воздействия и последующей термической обработки.

2. Обнаруженные изменения электрических свойств ПКМ при высокоскоростном прессовании в сочетании с последующей термической обработкой могут быть использованы при получении материалов для электротехнических устройств.

Литература

1. Патент РФ № 2318632, МПК В22F 3/08, В23К 20/08. Способ получения изделий из порошков / Писарев С. П., Rogozin В. Д., Трыков Ю.П, Гуревич Л. М.; заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. Оpubл. 10.03. 08, Бюл. № 7.
2. Rogozin В. Д. Взрывная обработка порошковых материалов: моногр. / В. Д. Rogozin // ВолгГТУ.– Волгоград, 2002.–136 с.
3. Писарев С. П. Влияние термической обработки на тонкую структуру и электрические свойства порошковых прессовок из карбида титана и никеля, полученных высокоскоростным прессованием / С. П. Писарев, В. Д. Rogozin, В. Н. Арисова // Известия ВолгГТУ: межвуз. Сб. научн. ст. № 9. – Волгоград, 2012. – Вып. 6. – С. 73-76.