

УДК 621.81:621.337

В. М. Волкогон, д-р техн. наук¹; **Д. А. Котляр**¹, **С. К. Аврамчук**¹,
А. И. Белый, кандидаты технических наук²; **Ю. А. Федоран**¹

¹Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, г. Киев

²Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ИСХОДНОЙ ШИХТЕ И ПОРИСТОСТИ ГОРЯЧЕПРЕССОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ РЕЛИТА НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ ПРИ РАСПЫЛЕНИИ

Приведены результаты показывающие возможность управления дисперсностью порошков распыленного релита при горячем прессовании заготовки для распыления путем изменения пористости и содержания ламповой сажи в исходной шихте.

Ключевые слова: распыление, горячее прессование, релит.

Введение

В современной технике карбиды используют в производстве конструкционных и инструментальных материалов, способных работать при высокой температуре, в агрессивных средах и при больших нагрузках; успешно применяя при создании защитных и упрочняющих покрытий и т. п. Среди них наиболее применимый двойной карбид вольфрама содержащий карбид вольфрама WC, отличающийся термической стабильностью механических свойств, и полукарбид вольфрама W₂C, устойчивое высокотемпературное соединение, образующее тонкозернистые эвтектические сплавы с карбидом вольфрама [1]. При содержании WC в сплаве порядка 20 мас % (релит) материал приобретает оптимальные физико-механические характеристики, позволяющие использовать его в качестве наплавочной присадки для формирования износостойких поверхностей [2; 3]. Как наплавочная присадка релит должен обладать определенной дисперсностью. Одним из способов получения мелкодисперсных (~100 мкм) частиц релита является термоцентрибежное распыление цилиндрических заготовок в инертной среде [4]. Заготовка получается плавлением смеси вольфрама с углеродом в электрической печи сопротивления с последующей отливкой в цилиндрическую форму при температуре ~ 3000 °С. Рентгенофазовый количественный анализ [5] показывает наличие в отливке 35 мас % WC и 65 мас % W₂C. После распыления [6, 7] соотношение изменяется в сторону увеличения W₂C до 80 мас %. Для получения максимального выхода фракций с размером частиц < 100 мкм необходимо, чтобы в процессе распыления при данной мощности и скорости вращения заготовки оплавленная плазмой ванна имела постоянную вязкость и толщину расплавленного слоя из которого за счет центробежных сил формируется требуемый размер частиц [3; 8]. В настоящей работе использована методика получения цилиндрических заготовок для распыления горячим прессованием смеси порошка вольфрама и ламповой сажи, обеспечивающая необходимую степень однородности распределения компонентов по всему их объему.

Методика исследований и исходные материалы

Основой горячего прессования являлось твердофазное спекание смеси исходных порошков под давлением. Для двух – и многокомпонентной системы однородность получаемой заготовки определяется тщательностью перемешивания и дисперсностью компонентов. В данной работе для получения двойного карбида вольфрама использовали вольфрам металлический (см. табл.) и ламповую сажу в количестве 4,0 и 4,4 мас % [2].

Компоненты просушивали и смешивали в барабане в течении 24 часов. Заготовки стержней WC + W₂C получали в индукционной печи, совмещенной с гидравлическим прессом, диаметр нагревателя которой составлял 175 мм, а высота зоны однородного

розогрева соответствовала 60–70 мм. Исходная смесь вольфрама и сажи засыпались в графитовую прессформу из МПГ-7 контактная поверхность которой была защищена обмазкой на основе гексагонального нитрида бора. Максимальная температура горячего прессования составляла $T = 1950\text{ }^{\circ}\text{C}$ при скорости нагрева $125\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ под давлением 30 МПа.

Таблица. Результаты эмиссионного анализа исходного порошка вольфрама

Название материала	W	Co	Mo	Fe	Ni	Si	Al	Ti	Cr	Mg	Mn	B
W	Основа	<0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	10^{-3}	10^{-3}	0,01	-	0,01	0,01

Микроструктуру полученных горячепрессованных заготовок изучали с помощью металлографического микроскопа «МИМ-10». Дифрактометрию образцов проводили с помощью дифрактометра «ДРОН-3М» в монохроматическом $\text{CuK}\alpha$ -излучении методом шагового сканирования (35 кВ, 35 мА; время экспозиции в точке 3–7 с, шаг $0,05^{\circ}$). Обработку данных дифрактометрического эксперимента с расчетом коэффициента текстуры фаз осуществляли с использованием программы для полнопрофильного анализа рентгеновских спектров от смеси поликристаллических фазовых составляющих PowderCell 2.4. Распыление цилиндрических заготовок проводили в инертной среде на установке ОБ-2723. Для ситового анализа килограммовой пробы распыленной смеси использовался стандартный набор сит: 630, 500, 400, 315, 250 и 200 мкм.

Результаты и их обсуждение

Из смеси порошка вольфрама и 4 мас % ламповой сажи были получены заготовки пористостью 20% и 30%. На рис. 1 показана микроструктура горячепрессованной заготовки после травления, на которой видны: светлые участки – WC, темные – W_2C , черные точки – поры.

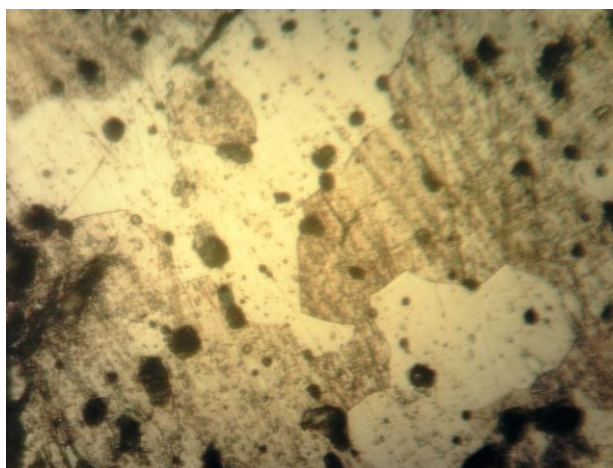


Рис. 1. Микроструктура горячепрессованного материала после травления (темные зерна – W_2C , светлые – WC) – $\times 1300$

На дифрактограмме (рис. 2) наблюдаются только линии W_2C и WC что свидетельствует о полном переходе вольфрама в карбиды. Содержание W_2C для заготовки с 20 % пористостью составляло 76 мас %, а с 30% пористостью – 78 мас %.

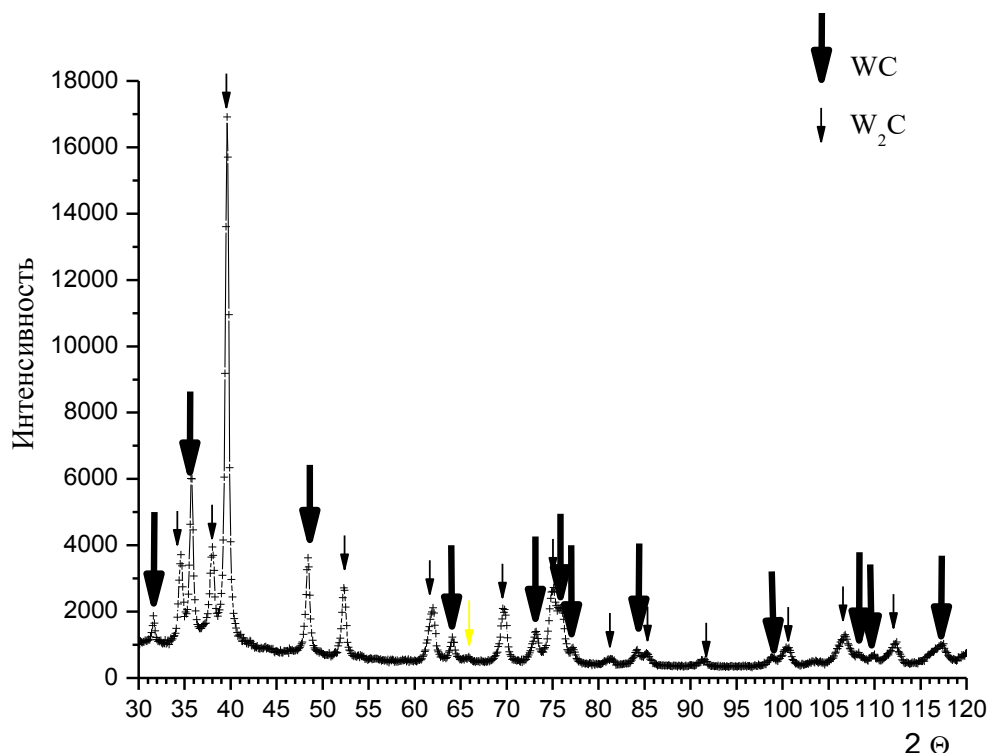


Рис. 2. Диффрактограмма смеси W–C после горячего прессования

Распыление горячепрессованных заготовок в установке проводили при тех же режимах, что и для плавящихся стержней. Ситовой анализ распыленных порошков показал, что основная фракция для заготовки с 20% пористостью составляет 630/500 мкм, а с 30% пористостью – 500/400 мкм (рис. 3). При распылении заготовки с 4,4 мас % сажи (20 % пор) основная фракция – 315/250 мкм (рис. 3).

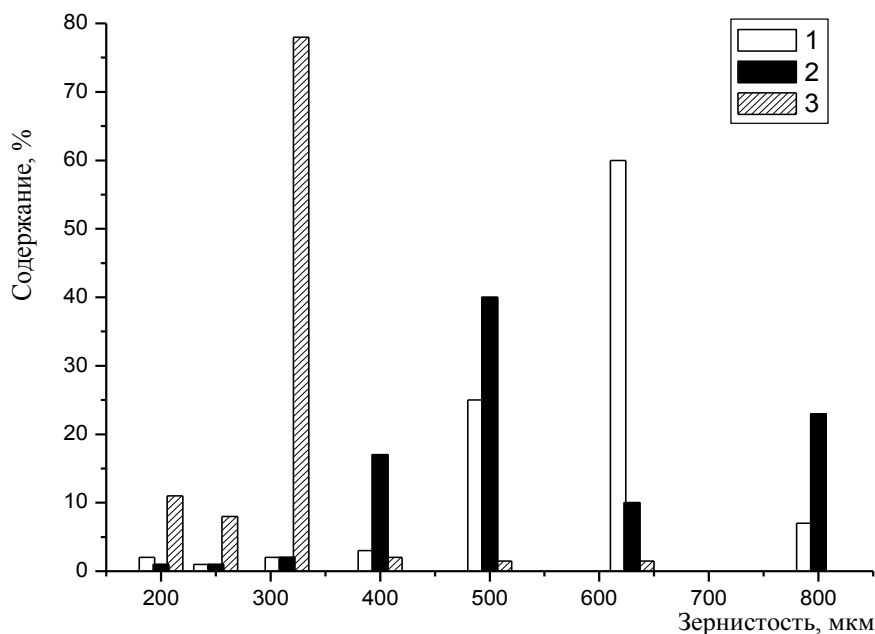


Рис. 3. Результаты ситового анализа распыленных горячепрессованных заготовок: 1–20% пор (4 мас % C); 2–30% пор (4 мас % C); 3–20% пор (4,4 мас. % C)

Снижение дисперсности основной фракции распыленных порошков с 630/500 мкм при 20 %-й пористости до 500/400 мкм при 30 %-й пористости связано с возрастанием электросопротивления заготовки, поскольку в данном случае она является элементом

электрической цепи формирования плазменной дуги для разогрева торца заготовки. Следовательно с одной стороны при той же мощности плазменной дуги возрастет температура перегрева расплава на торце вращающейся заготовки релита, снижается вязкость расплава и дисперсность распыляемого материала [8], но с другой – недостаточная механическая прочность заготовки приводит к значительному количеству отходов (~26%). Распыление заготовки содержащей 4,4 мас % сажи при 20%-й пористости показало более существенное снижение дисперсности основной фракции порошков в силу термодинамических характеристик компонентов сплава [1; 2].

Выводы

1. Увеличение пористости заготовки с 20% до 30% способствует снижению дисперсности основной фракции порошков двойного карбида вольфрама получаемых термоцентробежным распылением, но при этом значительная часть заготовки (~26 %) уходит в отходы.

2. Существенное снижение дисперсности распыляемого релита можно осуществить за счет введения в исходную шихту для получения двойного карбида сажи в количестве 4,4 мас %.

Наведено результати, що показують можливість управління дисперсністю порошків розпиленого реліту при гарячому пресуванні заготовок для розпилення шляхом зміни пористості та вмісту лампової сажі у вихідній шихті.

Ключові слова: розпилення, гаряче пресування, реліт.

The obtained results indicate the possibility of dispersion management sprayed tungsten carbide powder by applying hot pressing blanks due to changes in porosity and content of the starting material lampblack.

Key words: spraying, hot pressing, tungsten carbide.

Литература

1. Самсонов Г.В., Витрянюк В.К., Чаплыгин Ф.И. Карбиды вольфрама. – К.: Наук. думка, 1974. – 174 с.
2. Киффер Р., Бенезовский Ф. Твердые материалы. – М.: Металлургиздат, 1968. – 312 с.
3. Математическое моделирование процесса получения сферических гранул плавящихся карбидов вольфрама / В.И. Махненко, Е.А. Великоиваненко, А.П. Жудра и др. // Автоматическая сварка. – 2004. – № 2. – С. 3–10.
4. Пат. На изобретение № 20516 А Кл. В22F 9/10. Украина. Способ получения гранулированных тугоплавких материалов / К. А. Ющенко, А. П. Жудра, А. И. Білий, В. И. Дзыкович. — Заявл. 14. 10. 94; Опубл. 15.07.97.
5. Дослідження процесів формування в умовах гарячого пресування електродів з подвійного карбиду вольфраму при його взаємодії з вольфрамом і вуглецем / Д.А. Котляр, С.К. Аврамчук, Ю.О. Федоран та ін. Вісник матеріалознавства. – 2014. – Вып. № 7. – С. 75–79.
6. Дзыкович В.И. Влияние процесса термоцентробежного распыления на свойства сферических частиц карбидов вольфрама // Автоматическая сварка. – 2009. – № 4. – С. 52–55.
7. Дзыкович В.И., Жудра А.П., Бельй А.И. Свойства порошков карбидов вольфрама, полученных по различным технологиям // Автоматическая сварка. – 2010. – № 4. – С. 28–31.
8. Прогнозирование дисперсности гранул и их производительности при термоцентробежном распылении сплавов / В.И. Махненко, А.П. Жудра, Е.А. Великоиваненко и тр. // Автоматическая сварка. – 2008. – №4. – С. 30–38.

Поступила 10.07.14