

ОФОРМЛЕНИЕ УЗЛОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА СИНТЕЗА КАРБИДА БОРА В АТМОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ

Р. С. Мартынов^{1,2}

¹ инженер-технолог, АО «Научно-производственный центр «Полюс», 634050, г. Томск, пр. Кирова, 56 "в", тел. (3822)-606-612.

² аспирант гр. А8-08, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: rsm@tpu.ru

Карбид бора, представляет собой бинарное соединение элементарных веществ – бора и углерода. Данный материал обладает характерным комплексом свойств, например низкой плотностью (примерно $2,5 \text{ г/см}^3$), высокой температурой плавления ($2620\text{-}2740 \text{ }^\circ\text{C}$), а также, высоким сопротивлением некоторым типам излучения [1]. Данные свойства соединения карбида бора позволяют использовать его в различных отраслях промышленности [2-4].

В настоящее время получение карбида бора основано на методах карботермическое восстановление оксида бора, плазменного распыления, кристаллизации из расплава и др. [5-6]. Недостатком данных методов остается низкая производительность и высокая стоимость получения порошков на основе карбида бора из-за получения специальной защитной среды или вакуума.

Аналогом этих методов может выступать метод синтеза, реализуемый в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока; применяемый сегодня для синтеза углеродных наноструктур [7] и карбида бора [8]. Данный метод не предполагает наличие специальной защитной среды или вакуума для проведения синтеза.

Метод синтеза в атмосферной плазме дугового разряда заключается в следующем: в графитовый тигель-катод засыпается исходная смесь порошков углерода и бора; далее, при помощи графитового электрода (анода) инициируется электроразрядный процесс (рис. 1).

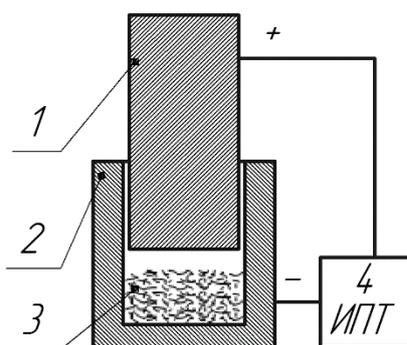


Рисунок 1. Схема синтеза порошкового карбида бора в атмосферной плазме дугового разряда. 1 – графитовый анод; 2 – графитовый тигель – катод; 3 – синтезируемый порошковый продукт, содержащий карбида бора B_{13}C_2 ; 4 – источник постоянного тока.

Главным преимуществом такого метода является высокая производительность получения порошка карбида бора, а также отсутствие необходимости в использовании защитной среды или вакуума, поскольку в полости графитового тигля-катада при горении дугового разряда генерируется газообразный оксид углерода CO , который предотвращает

окисление получаемого порошка на основе карбида бора кислородом атмосферного воздуха. Однако, бор, является материалом с низкой электрической проводимостью, реализация данного метода является затруднительной т.к., при реализации синтеза данным методом, невозможно стабильное горение дуги поскольку она проходит через синтезируемый продукт. В связи с последним, требуется модернизация данного метода, которая позволит стабилизировать данный процесс.

В настоящей работе была изменена схема зарядного контура для электродугового метода, которая позволяет стабилизировать горение дуги, а также исключить попадание нежелательного катодного депозита в синтезированный продукт – карбид бора $B_{13}C_2$ (B_4C). Порошковый продукт, содержащий карбид бора $B_{13}C_2$ (B_4C) был получен в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока при горизонтальном расположении электродов (рис. 2).

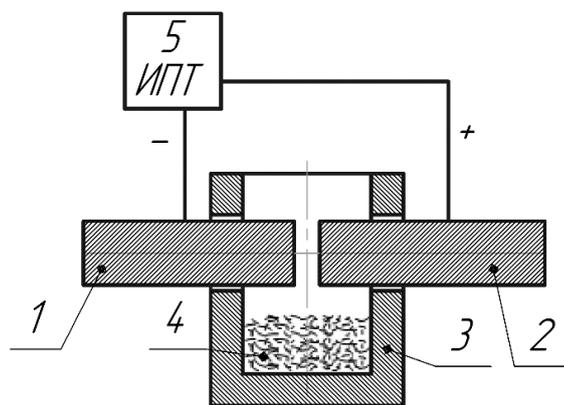


Рисунок 2. Схема синтеза порошкового карбида бора в атмосферной плазме дугового разряда при горизонтальном расположении электродов: 1 – графитовый катод; 2 – графитовый анод; 3 – графитовый тигель; 4 – синтезируемый порошковый продукт, содержащий карбида бора $B_{13}C_2$; 5 – источник постоянного тока.

Отличием данного метода осуществления синтеза от уже существующего [8], является наличие отдельного катода, который снимает эту задачу с тигля. В результате этого, появляется постоянство электроразрядного промежутка между анодом и катодом, а также уменьшение попадания катодного депозита в синтезируемый порошковый продукт содержащий карбид бора $B_{13}C_2$.

Список литературы:

1. Андриевский Р. А. Микро-и наноразмерный карбид бора: синтез, структура и свойства //Успехи химии. – 2012. – Т. 81. – №. 6. – С. 549 – 559.
2. V. Domnich [et al.] Boron carbide: structure, properties, and stability under stress //Journal of the American Ceramic Society. – 2011. – Vol. 94, № 11. – P. 3605 – 3628.
3. S. Sasaki [et al.] Thermoelectric properties of boron-carbide thin film and thin film based thermoelectric device fabricated by intense-pulsed ion beam evaporation //Science and Technology of Advanced Materials. – 2005. – Vol. 6, №2. – P. 181.
4. J. C. LaSalvia [et al.] Ballistic impact damage observations in a hot-pressed boron carbide //Ceramic Engineering and Science Proceedings. – 2009. – Vol. 30, №5. – P. 45.
5. P. Foroughi, Z. Cheng Understanding the morphological variation in the formation of B_4C via carbothermal reduction reaction //Ceramics International. – 2016. – Vol. 42, №14. – P. 15189-15198.

6. A. Mishra [et al.] Synthesis of low carbon boron carbide powder using a minimal time processing route: Thermal plasma //Journal of Asian Ceramic Societies. – 2015. – Vol. 3, №4. – P. 373-376.

7. Y. Su, H. Wei, T. Li, H. Geng, and Y. Zhang Low-cost synthesis of single-walled carbon nanotubes by low-pressure air arc discharge //Mater. Res. Bull. – 2014. – Vol.50. – P.23-25.

8. Pak A. Y., Mamontov G. Y. Boron Carbide Synthesis in Low-Voltage DC Electric Arc Initiated in Open Air //Technical Physics Letters. – 2018. – Vol. 44, №7. – P. 615-617.