

**АНАЛИЗ ПРОДУКТА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА**

А. И. Кокорина, А.Я. Пак

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.Я. Пак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30, 634050

E-mail: aik48@tpu.ru

**ANALYSIS OF THE PRODUCT OF ELECTRIC ARC TREATMENT OF TUNGSTEN CARBIDE
BASED HARD METALS**

A.I. Kokorina, A.Ya. Pak

Scientific Supervisor: assistant professor, PhD A.Ya. Pak

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: aik48@tpu.ru

***Abstract.** In the present study, we prepared powdered tungsten carbide from hard materials with arc discharge atmospheric plasma. It is possible due to the self-shielding effect, which arises as a result of generation of carbon monoxide and carbon dioxide gas stream. These gases protect reaction zone against air oxygen. Received powders were investigated with X-Ray diffractometry and tungsten carbide particles were discovered in synthesized samples.*

Введение. Карбид вольфрама (*WC*) обладает рядом перспективных свойств, включая высокую температуру плавления (2600-2850 °С), высокую твердость, высокую электропроводность и теплопроводность, износостойкость, низкий коэффициент трения, термоустойчивость, химическое сопротивление коррозии и окислению, инертность к химическому воздействию кислот и щелочей, что позволяет применять его в различных областях: режущие инструменты, штампы, катализ различных реакций, бурение горных пород, обрабатывающая промышленность и др. [1-5]. Мировое годовое потребление вольфрама - основного ресурса для *WC*-составляет около 60 000 т. Это объясняется тем, что мировое потребление вольфрама увеличивается с ростом экономики и развитием технологий, а также ограниченностью вольфрамовых ресурсов во всем мире. Поэтому важно уметь перерабатывать вольфрамовые ресурсы, которые могли бы потенциально привести к уменьшению вольфрамсодержащих отходов и материалов, например, твердых сплавов для режущих инструментов. Существует множество способов переработки твердых сплавов: гидрометаллургия, полное растворение, пирометаллургические методы, механическое легирование, термохимическая реакция, реакция газ-твердое вещество, синтез горения, ионный обмен и т.д. [1-2, 4, 5]. Разработка простых способов извлечения вольфрама или карбида вольфрама из лома твердого сплава, как наиболее дорогих компонентов, является весьма актуальной. В настоящее время популярна группа способов получения карбида вольфрама, основанная на генерации плазмы. Одним из возможных известных источников плазмы является дуговой разряд. Метод, основанный на генерации плазмы дуги постоянного тока, в том числе в условиях воздушной газовой среды, активно развивается в последние годы [6-8].

Экспериментальная часть. В данной работе была проведена серия экспериментов по синтезу порошкового карбида вольфрама из твердого сплава в атмосферной плазме дугового разряда на электродуговом лабораторном стенде. К источнику тока подключались графитовые электроды, анод выполнен в форме цилиндрического стержня, катод – в форме тигля. Использовался коммерческий твердый сплав из карбида вольфрама (с небольшим содержанием кобальта). Разряд поджигался путем соприкосновения анода и катода. В ходе синтеза образовывались оксид и диоксид углерода, которые экранировали реакционную зону и продукты синтеза от кислорода воздуха, предотвращая их окисление. Электрические сигналы, соответствующие току разрядного контура и напряжению на дуговом разряде, подавались на цифровой осциллограф. Были проведены эксперименты с различной длительностью синтеза, т.е. различной длительностью поддержания дугового разряда. Полученные порошковые материалы собирались со стенок катода и размалывались в агатовой ступке.

Результаты. Порошковый продукт синтеза был analyzed методом рентгеновской дифрактометрии (Рис. 1) (рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD 7000s, $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$).

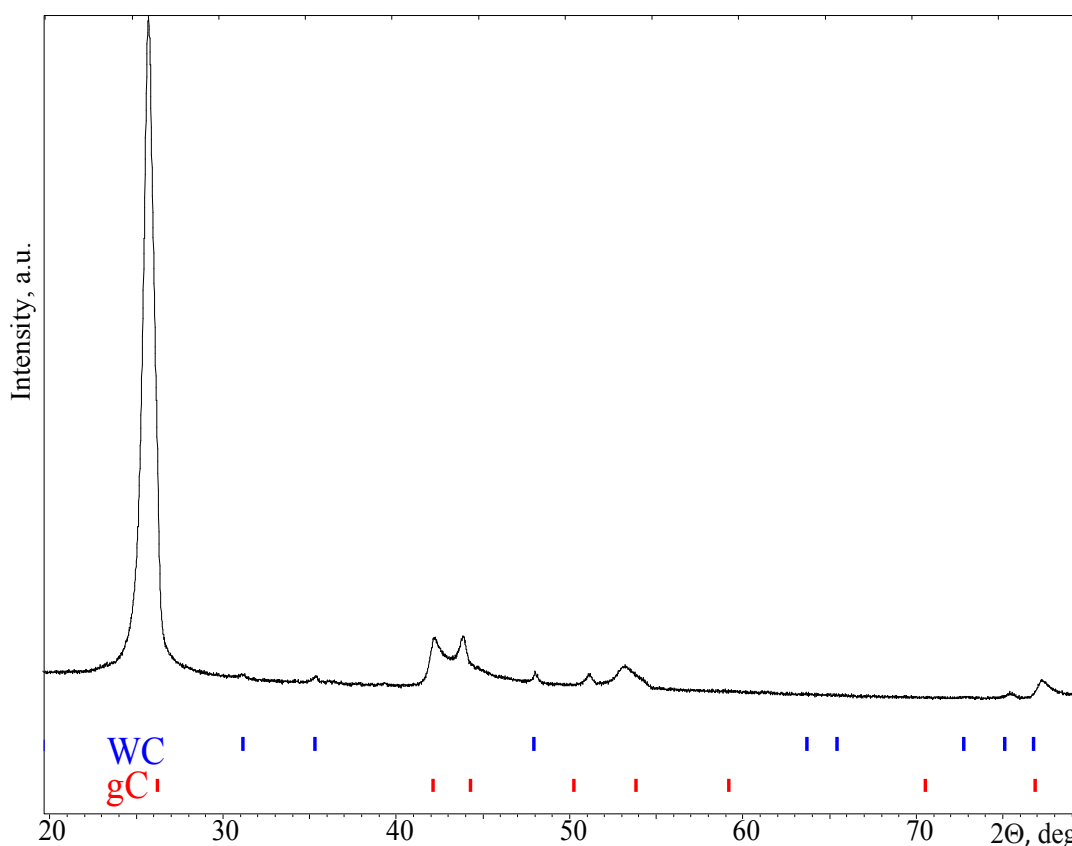


Рис. 1. Типичная картина рентгеновской дифракции полученного образца

В ходе анализа было установлено, что порошковый продукт синтеза содержит гексагональную модификацию карбида вольфрама и графит. Наличие графита объясняется эрозией графитовых электродов. Наличие порошкового карбида вольфрама в продукте синтеза является продуктом электродуговой обработки твердосплавного элемента на основе карбида вольфрама.

Заключение. В данной работе была проведена серия экспериментов по получению порошкообразного карбида вольфрама из твердого сплава. Образцы были получены в плазме дугового

разряда постоянного тока, инициированного в воздушной среде, что является основным пунктом новизны данной работы. Представляемая работа показывает возможность переработки отходов, содержащих твердосплавные элементы, в порошковые материалы.

Работа выполнена с поддержкой Российского научного фонда, проект № 19-79-00086

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Furberg A., Rickard A., Sverker M. Environmental life cycle assessment of cemented carbide (WC-Co) production // Anna Furberg, / Journal of Cleaner Production. – 2019. – №209. – С.1126-1138.
2. Kai-Fei Wang. Fabrication of ultrafine and high-purity tungsten carbide powders via a carbothermic reduction-carburization process // Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – №784. – С.362-369.
3. Huicong Zhang. Microstructure and growth mechanism of tungsten carbide coatings by atmospheric CVD // Surface & Coatings Technology. – 2018. – №344. – С.85-92.
4. Woo-Gwang Jung. Recovery of tungsten carbide from hard material sludge by oxidation and carbothermal reduction process // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 2014. – №20. – С.2384–2388.
5. Fenglong Sun, Zhongwei Zhao, Xingyu Chen. Recovery of WC and Co from cemented carbide scraps by remelting and electrodisolution // International Journal of Refractory Metals & Hard Materials. – 2018. – №80. – С.23-29.
6. Yahachi Saito, Matsumoto Takehisa, Nishikubo Keishi. Encapsulation of carbides of chromium, molybdenum and tungsten in carbon nanocapsules by arc discharge // Journal of Crystal Growth. – 1997. – №172. – С.163-170.
7. Pak A.Ya., Mamontov G. Ya. Boron carbide synthesis in low-voltage DC electric arc initiated in open air // Technical Physics Letters. – 2018. – Т.44., №7. – С.615-617.
8. Kuz'michev E.N., Nikolenko S.V., Balakhonov D.I. Preparation of Tungsten Carbide from Scheelite Concentrate using Concentrated Energy Fluxes // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2018. – Т.52., № 4. – С. 619-623.