

УДК 621.9.025.728.78 + 54.061

К.Е. Сметанина, П.В. Андреев, Е.А. Ланцев, Н.В. Малехонова
(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОРОДНОСТИ ФАЗОВОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ ПОРОШКОВ WC + 10% Co

Твердые сплавы на основе карбида вольфрама являются перспективными материалами для различных применений в тяжелой промышленности благодаря удачному сочетанию таких свойств, как высокая твердость, высокая температура плавления, химическая устойчивость к коррозии и окислению. При этом сплавы из чистого карбида вольфрама характеризуются высокой хрупкостью [1].

Твердые сплавы получают путем спекания порошков карбида вольфрама с различными добавками. Например, добавление кобальта, позволяет снизить хрупкость карбида вольфрама.

Исходные порошки карбида вольфрама получают, в частности, методом плазмохимического синтеза [2]. Этот метод позволяет получать порошки с уровнем дисперсности $30 \div 80$ нм.

Наиболее перспективным методом изготовления твердых сплавов является метод электроимпульсного плазменного спекания (ЭИПС) порошков. Идея метода заключается в нагреве порошка до температуры спекания в контролируемой среде с одновременным приложением давления [3]. Спекание осуществляется в графитовых пресс-формах.

Во время спекания происходит взаимодействие кобальта с вольфрамом и углеродом (см. рис. 1).

Дефицит углерода, вызванный окислением поверхности порошка, приводит к появлению в керамике η -фазы, негативно влияющей на износостойкость и трещиностойкость сплавов. В результате диффузии углерода, например, с графитовых деталей в процессе спекания образец может не содержать η -фазу в поверхностном слое. В этом случае на некотором расстоянии от поверхности эта фаза может существовать. Для проверки выдвинутой гипотезы была исследована зависимость концентрации η -фазы от глубины для образцов, полученных в разных режимах спекания.

В качестве объекта данного исследования выступал порошок карбида вольфрама, полученный методом плазмохимического

синтеза: через газовую фазу в среде углеводорода происходило восстановление порошка оксида вольфрама WO_3 .

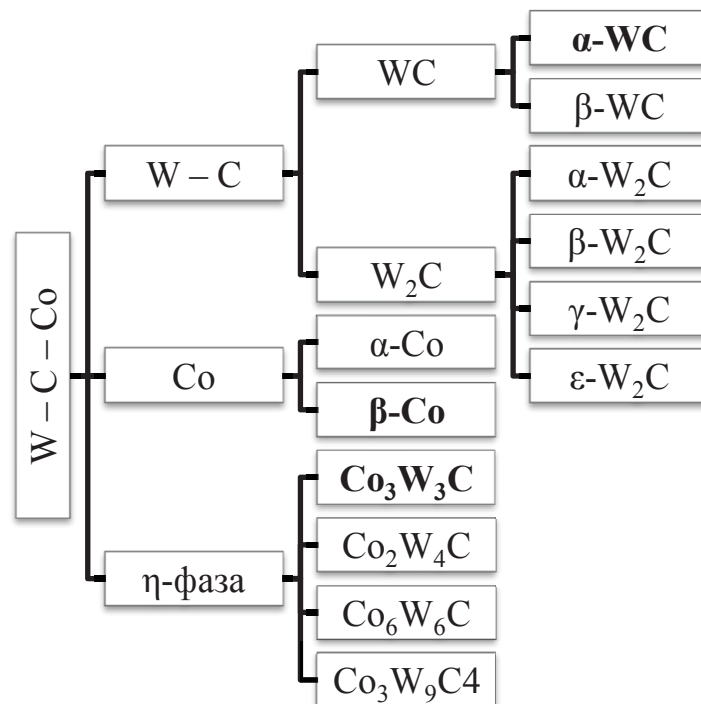


Рис. 1. Фазовое многообразие в системе W – C – Co

Кобальт (в количестве 10% масс.) наносился на поверхность частиц карбида вольфрама методом осаждения из раствора его солей с последующим восстановлением водородом.

Спекание порошка осуществлялось на установке “Dr. Sinter model SPS-625” в вакууме ($V=50^\circ/\text{мин}$, $P=70$ Мпа) при $T=1050^\circ$. Для оценки повторяемости два образца из трех спекались с дегазационной выдержкой при 850°C в течение 10 минут, что способствует удалению с поверхности частиц порошка адсорбированного кислорода.

Для послойного рентгеновского фазового анализа (РФА) с поверхности спеченных образцов посредством механической шлифовки удалялись слои приблизительно одной толщины, затем проводилась полировка поверхности образцов с помощью алмазной пасты до дисперсности частиц $1/0$ мкм.

Рентгенодифракционные эксперименты проводились на порошковом дифрактометре “Shimadzu XRD-7000” ($\text{CuK}\alpha$, $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$). Оптимальные условия съемки были выбраны на основе проведенных ранее исследований [4]: “режим широкой щели” в диапазоне углов $30 - 80^\circ$ с шагом сканирования 0.04° и временем экспозиции 3 с.

На основании полученных экспериментальных данных были построены зависимости отношения интенсивностей аналитических

пиков $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C} - (511)$ и $\text{WC} - (111)$ от суммарной величины удаленного слоя (см. рис. 2).

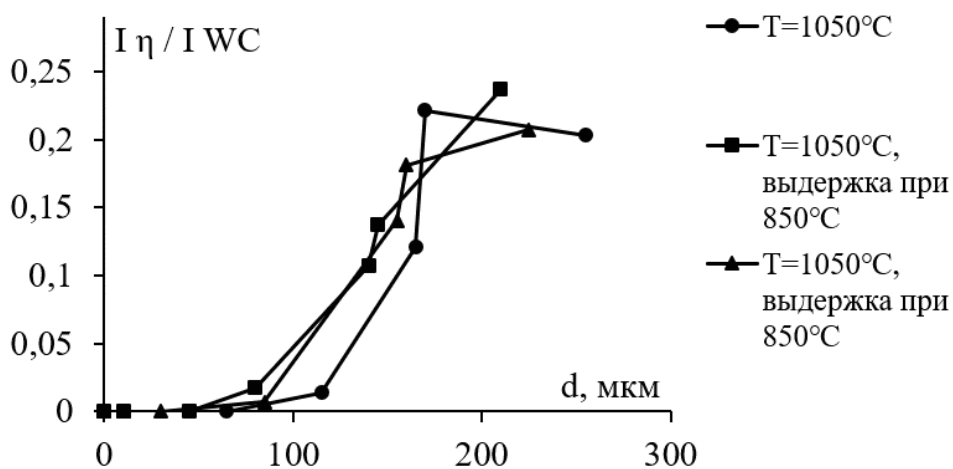


Рис. 2. Распределение отношения $I_{\eta(511)} / I_{WC(111)}$ по глубине исследуемых образцов

Анализ полученных данных показывает, что для исследуемых образцов глубина диффузии углерода составила не превышает 100 мкм. Проведение изотермической выдержки не привело к изменениям в фазовом составе спеченных образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ в рамках гранта №18-73-10177.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлов А.С., Гусев А.И. Физика и химия карбидов вольфрама. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 272 с.
2. Благовещенский Ю.В., Исаева Н.В., Благовещенская Н.В. и др. Методы компактирования наноструктурных вольфрам-кобальтовых сплавов из нанопорошков, полученных методом плазмохимического синтеза / Перспективные материалы. 2015. №1. С. 5-21.
3. Tokita M. Spark Plasma Sintering (SPS) Method, Systems, and Applications (Chapter 11.2.3). In Handbook of Advanced Ceramics (Second Ed.). Ed. Shigeyuki Somiya, Academic Press. 2013. P. 1149-1177.
4. Андреев П. В. Рентгеновское исследование фазового состава мелкозернистых керамических материалов на основе карбида вольфрама / П. В. Андреев, К. Е. Сметанина, Е. А. Ланцев // Заводская лаборатория: Диагностика материалов. 2019. №85 (8). С. 37–42.