

# КОМБИНИРОВАННЫЙ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НАНОПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ВОЛЬФРАМА

Малышев В.В., Кущевская Н.Ф., Шахнин Д.Б., Бошицкая Н.В.<sup>(1)</sup>, Ле Тхи Май Хыонг<sup>(2)</sup>  
Университет «Украина»

ул. Хорива 1г, Киев 04071, Украина, [victor\\_malyshev@mail.ru](mailto:victor_malyshev@mail.ru)

<sup>(1)</sup>Институт Проблем Материаловедения им.И.Н.Францевича НАН Украины  
ул. Кржижановского 3, Киев-142, 03680, Украина

<sup>(2)</sup>Институт химии природных соединений Вьетнамской академии наук и технологий  
18 Хванг Квок Вьет Рд., Чау Джай Дист., Ханой, Вьетнам

Для синтеза нанопорошков заданного состава на основе вольфрама был использован комбинированный химико-металлургический метод, сочетающий осаждение гидроксидов металлов из растворов соответствующих солей с последующим водородным восстановлением полученного промежуточного продукта.

Определены условия взаимодействия твердой вольфрамовой кислоты с растворами солей железа, никеля и кобальта. Установлено, что наиболее точные результаты по химическому составу наноконпозиций на основе вольфрама можно получить, если концентрации растворов находятся в интервале 5-75 г/л.

В таблице представлены результаты рентгенофазового анализа полученного продукта на основе вольфрама.

Таблица

Фазовый состав промежуточного продукта на основе вольфрама

Фаза	Содержание, об. %
WO <sub>3</sub>	64,12
W <sub>20</sub> O <sub>58</sub>	21,98
NiO	2,02
NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	3,36
FeWO <sub>4</sub>	1,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,72
WOCl <sub>3</sub>	0,34
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	2,54

Анализ полученных экспериментальных данных фазового состава позволяет предположить, что механизм взаимного влияния одного компонента на другой различен. Понижение температуры металлизации оксидов железа, никеля, кобальта связано, по-видимому, с уменьшением площади взаимных контактов отдельных частиц этих фаз, а также с понижением парциального давления воды в объеме восстанавливаемой шихты в рассматриваемом температурном диапазоне (200-500 °С) вследствие присутствия оксида вольфрама. Кроме того,

вольфрамовая кислородсодержащая составляющая является, по-видимому, препятствием к укрупнению частиц железа, никеля и кобальта, что также может приводить к снижению температуры восстановления железной, никелевой и кобальтовой составляющих. Последние, в свою очередь, могут влиять на электронную структуру исходной оксидной системы вольфрама, сокращая индукционный период зародышеобразования и ускоряя процесс металлизации оксида вольфрама.

В эксперименте опробовано несколько температурных режимов водородного восстановления для синтеза порошков состава W - 7,2%, Ni - 1,8%, Fe - 1%, Co - 1%. Такие параметры восстановления, как температура и продолжительность восстановления, варьировались в диапазоне 923-1173К на протяжении 1-2 ч. Рентгеновским анализом установлен следующий фазовый состав восстановленного нанопорошка сплава на основе вольфрама, об. %: W - 87,72; γ-Fe - 2,63; Fe-Ni - 0,88; Ni - 6,14; Co - 0,88. Химический состав восстановленного нанопорошка сплава на основе вольфрама следующий, масс. %: Fe - 1,8; Ni - 7,2; Co - 1,1; W - остальное.

Электронно-микроскопические исследования показали, что материал представляет собой плотные агломераты, средний размер которых составляет 300 – 400 нм, размер отдельных частиц 100 нм. Удельная поверхность порошка на основе вольфрама, определенная методом БЭТ, составила 0,9 м<sup>2</sup>/г, что соответствует среднему размеру частиц (при плотности материала 18,6 г/см<sup>3</sup>) около 300 нм.

Выполнение данной работы было частично профинансировано Государственным агентством по вопросам науки, инноваций и информатизации Украины в рамках совместного вьетнамско-украинского проекта (договор № М/39-2013 от 15 мая 2013 г.)