

a *б*
Рис. Зависимость степени конверсии от:

a – массового соотношения H₂O : CaO и *б* – температуры термообработки

Установлено, что содержание водорастворимых солей в продуктах, термообработанных при 600–650 °С, находится на уровне 0,1–0,2%. Показано, что полученный продукт окрашивает песчано-цементные изделия, при этом повышает их механическую прочность.

Список литературы

1. G. Vuxbaum, G. Pfaff. Industrial Inorganic Pigments, Germany: Wiley-VCH, (2005) : 313.
2. В. А. Салоников. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук: 05.17.01, БГТУ. Минск, 2001.

Получение порошка Ni–Sn–Zn методом контактного вытеснения из раствора

А. А. Кудачо^{2,1}, Т. Н. Воробьева^{1,2}

¹Научно-исследовательский институт физико-химических проблем,

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

e-mail: anton1995chem@gmail.com

Порошки сплава Ni–Sn востребованы для получения износостойких, твердых, коррозионноустойчивых, обладающих способностью к пайке покрытий в машино- и приборостроении, в электронике, для восстановления изношенных деталей. Применение порошковых припоев в смеси с флюсами в виде паст позволяет снизить трудоемкость процессов пайки, дозировать материал и механизировать операции пайки. Как для получения покрытий, так и для пайки порошки должны иметь определенный химический, фазовый и гранулометрический состав,

обеспечивающий при использовании по назначению образование интерметаллидов Ni_3Sn_4 , Ni_3Sn_2 и Ni_3Sn .

Промышленные методы получения порошков металлов и сплавов основаны на распылении расплава металла газом, водяным паром высокого давления, реже – на восстановлении оксидов металлов. Все они материало- и энергозатратны. Описан метод низкотемпературного синтеза из раствора порошка Ni–Sn с магнитными свойствами и наночастиц Ni–Sn для изготовления анодов в литий-ионных аккумуляторах восстановлением ионов металлов борогидрид-ионами [1, 2]. Недостатки метода химического восстановления из раствора – сложность управления соотношением металлов в порошке, включение в его состав бора, а также нестабильность растворов. Более просты, экономичны и менее энергоемки процессы контактного вытеснения, используемые для извлечения металлов в гидрометаллургии. Однако контактное осаждение олова на никель не описано. Вероятно, осуществление такого процесса затруднительно вследствие небольшой разности стандартных электродных потенциалов металлов ($\Delta E^\circ \approx 0,1$ В), а также невозможности использования как кислых, так и щелочных растворов из-за растворимости металлов в кислотах и гидролиза соединений олова в нейтральных и щелочных средах.

В данной работе для контактного осаждения олова на порошок никеля был использован прием «внутреннего электролиза». Для этого сначала порошок никеля выделяли цинком из раствора $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ (100 г/дм^3 , pH $1,2 \pm 0,1$) при температуре 50°C и мольном соотношении $Ni^{2+} : Zn = 1 : 1$. Затем после промывки порошок никеля, содержащий остаточный цинк, помещали в раствор $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ($11,3 \text{ г/дм}^3$, pH $1,2 \pm 0,1$) при температуре 50°C и перемешивании. Остаточный цинк инициировал выделение олова. Варьировали время осаждения никеля (t_{Ni}) при заданном времени осаждения олова ($t_{Sn} = 10$ мин) или время осаждения олова при заданном $t_{Ni} = 3$ мин.

Элементный состав порошка определяли методом энергодисперсионного рентгеновского микроанализа (EDX), структуру – сканирующей электронной микроскопией (СЭМ), фазовый состав – рентгенофазовым анализом (РФА).

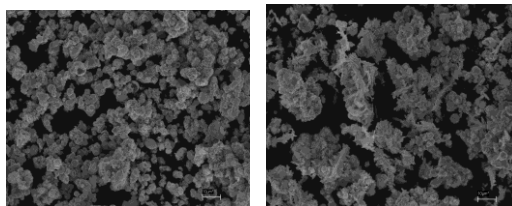
Результаты EDX-анализа порошков приведены в таблице, из которой следует, что увеличение t_{Ni} приводит к возрастанию доли никеля в порошке от 38 до 86 ат. %; доля цинка при этом уменьшается от 24 до 8,8 ат. %. В случае варьирования t_{Sn} при заданном t_{Ni} доля металлов в порошке меняется незначительно (соотношение атомных долей Ni : Sn : Zn $\approx 46 : 37 : 17$). Этот факт свидетельствует, что происходит осаждение довольно герметичной оболочки олова на ядре Ni–Zn, которое практически завершается в течение 0,5 мин, когда доля цинка еще достаточно велика.

Судя по данным [3], порошок такого состава может быть пригоден для пайки.

Таблица. Доля металлов в порошках Ni–Sn–Zn в зависимости от t_{Ni} и t_{Sn} , ± 6 ат. %

Металл	t_{Ni} (мин) при $t_{Sn} = 10$ мин				t_{Sn} (мин) при $t_{Ni} = 3$ мин			
	0,5	5	10	20	0,5	5	10	20
Ni	38,1	67,3	61,7	85,8	50,5	43,1	44,5	47,4
Sn	37,9	22,5	29,8	6,8	33,8	39,9	40,6	33,9
Zn	24,0	10,2	8,5	7,4	15,7	17,0	14,9	18,7

Рентгенограмма порошка состава $Ni_{44,5}Sn_{40,6}Zn_{14,9}$ содержит интенсивные пики фаз металлического олова, Ni_3Sn_4 , Ni_3Sn_2 и $NiZn_3$, а также пики фаз SnO_2 , Sn_3O_4 и ZnO малой интенсивности. По данным СЭМ-исследования порошки состоят в основном из округлых частиц размером 1–8 мкм, наряду с



a

б

Рис. СЭМ фотографии порошков Ni–Sn–Zn:

a – $t_{Ni} = 5$ мин, $t_{Sn} = 10$ мин;

б – $t_{Ni} = 3$ мин, $t_{Sn} = 5$ мин

которыми изредка встречаются игольчатые, пластинчатые и дендритообразные частицы (рис.). Частицы объединены в агломераты неправильной формы. При этом в порошках с высоким содержанием олова (30–40 ат. %) отдельные агломераты могут достигать 40 мкм.

Список литературы

1. К. Dhanapal, V. Narayanan, A. Stephen. J. Magn. Mater. (2016), 406: 103.
2. V. Milanova [et al.]. J. Chem. Technol. Metall. (2017), 52 (3) : 542.
3. J. Chang, S.-K. Seo, H. M. Lee. J. Electron. Mater. (2010), 39 (12) : 2643.

Разработка и исследование термостойких теплоизолирующих композиционных материалов на основе твердых связующих

К. Н. Лапко^{1,2}, А. Н. Кудлаш^{1,2}, Д. Н. Бойба², Д. В. Лаппо¹, Л. А. Журихо¹

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

²НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, *e-mail*: lapkokn@bsu.by