

УДК 621.745; 621.791; 621.762.

М.В.Чичёткин (5 курс, каф.ИСиСМ), О.В.Толочко, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ Cu-Al₂O₃

Метод термического восстановления солей широко используется для получения агломерированных металлических порошков, имеющих внутренний размер зерен менее 100нм [1]. В данной работе приведены основные результаты по получению этим методом порошковых дисперсно-упрочненных сплавов системы Cu-Al₂O₃ – материалов, имеющих большое практическое значение [2].

Процесс приготовления порошка включал следующие стадии:

1. Приготовление 50% водного раствора солей, содержащих соли (Cu(NO₃)₂·3H₂O) и (Al(NO₃)₃·9H₂O);
2. Спрейная сушка водного раствора горячим воздухом;
3. Окислительный отжиг с целью разложения солей и получения соответствующих оксидов;
4. Восстановление оксидного порошка водородом;

При приготовлении раствора соотношение концентрация соответствующих солей в водном растворе рассчитывалось в соответствии с требуемым содержанием металлических компонентов получаемого сплава. Составы исследованных сплавов приведены в табл.1.

Таблица. 1. Составы сплавов Cu-Al₂O₃.

Номер образца	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Состав, вес.% Al ₂ O ₃	0,204	0,416	0,563	0,848	1,120	1,680	2,001

Спрейная сушка проводилась путем распыления водного раствора на вращающийся диск при расходе раствора – 80г/мин и скорости вращения диска до 11000 об/мин. Термическая обработка порошков после спрейной сушки проводилась в 2 стадии: (1) 400°С, 3 часа для удаления избыточной влаги и для полного разложения солей и (2) обработка в температурном интервале 500-1100°С в течение 30мин для формирования необходимой структуры частиц окиси алюминия.

Для того, чтобы определить размер и фазовый состав частиц оксида алюминия восстановленный порошок был растворен в 20% растворе азотной кислоты. Фотографии полученного осадка и результаты рентгеновского фазового анализа представлены на рис. 1. По результатам рентгеновского анализа осадок оксида алюминия имеет аморфную структуру. Структура оксида алюминия была сформирована путем второй термической обработки исходного порошка. Результаты экспериментов представлены на рис.2(б) кривыми 1-4. Видно, что γ -модификации оксида алюминия начинает формироваться только при повторной термической обработке оксидного порошка при 750°С. В результате такого рода экспериментов окончательно была установлена двухступенчатая термическая обработка оксидного порошка 400°С, 3час+850°С, 0.5часа.

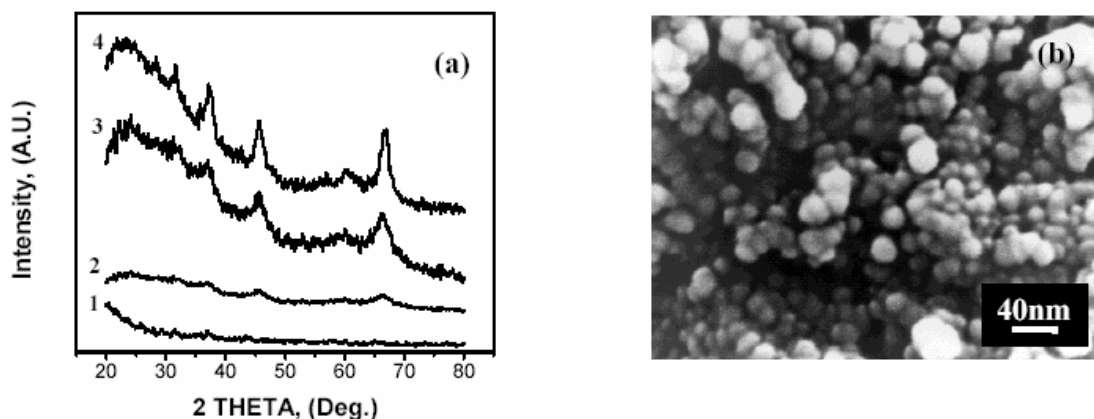


Рис. 1. Дифрактограммы (а) и характерная микрофотография (б) упрочняющих частиц оксида алюминия, полученные после двойной термической обработки порошка при 400°С, 3час+700°С,0.5часа (1), 400°С, 3h+750°С,0.5часа (2), 400°С, 3h+850°С,0.5часа (3 and б), 400°С, 3час+900°С,0.5часа (4).

Компактирование порошка проводилось путем прессования, спекания и горячей экструзии со степенью обжатия 93%. После экструзии были получены образцы дисперсно-упрочненной меди в виде стержней диаметром 5мм и длиной до 1 м, которые имели плотность более 99% теоретической.

Сравнение свойств образцов с промышленными аналогами показало, что при более высоком содержании оксида полученный сплав показывает сравнимые свойства, что дает возможность рекомендовать его для использования в сопоставимых условиях. Напр., образец С6 с содержанием γ - Al_2O_3 1,1вес.% имеет электропроводность 95% от стандартной, а предел прочности 386МПа, в то время как промышленный образец GlidCop® AL-15 [3] (0.3 вес.% α - Al_2O_3) – 93% и 392МПа, соответственно.

Таким образом, метод термического разложения солей позволяет получить композиционные порошковые материалы $\text{Cu}+\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, состоящие из агломерированных частиц размером 20-80мкм с внутренним размером частиц оксида алюминия 20-30нм. Компактные образцы из данного материала могут быть получены путем прямой экструзии с обжатием не менее 93%. Метод получения обуславливает высокую чистоту медной матрицы и равномерным распределением упрочняющих частиц оксида алюминия. При содержании оксида алюминия до 0.2-1.6 вес.‰: образцы имеют электрическую проводимость не менее 85% стандарта для чистой меди (95% для сплава с 1.1% оксида) и повышенные механические характеристики: твердость до 67HRB и прочность до 400МПа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Fine Particles – Synthesis, Characterization and Mechanism of Growth. Ed. by T.Sugimoto. Marcel Dekker, Inc. New York-Basel. 1996.
2. T.S. Srivatsan, N.Narendra, and J.D.Troxell: Mater. & Design, 2000, 21, (3), 191-198.
3. A Material for Today, a Technology for Tomorrow "GlidCop": SCM Metal Products Inc., Cleveland, OH, USA, 1988.