

О.А. Маляревич, асп.; В.В. Яскельчик, ассист;
 А.А. Черник, доц., канд. хим. наук;
 А.В. Жук, студ. (БГТУ, Минск)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОРОШКОВ МЕДИ

Современное производство развивается в направлении создания малоотходных и безотходных технологий. Постепенно расширяются области применения порошковой металлургии. В данной сфере используются всевозможные металлические порошки, которые хороши своей высокой текучестью, а благодаря структуре и податливости прессованию, способны принимать сложную форму [1].

Порошки меди используются в производстве фильтров, деталей машин методом спекания, для нанесения износостойких, антифрикционных, коррозионностойких и противозадирных покрытий, для восстановления и упрочнения деталей машин горно-металлургической промышленности, автомобильного, трамвайно-троллейбусного и судового транспорта, энергетического и нефтегазового оборудования [2].

Наиболее часто для получения медных порошков используют кислотные электролиты. Поэтому в данной работе исследования проводили в электролитах, содержащих $130 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$, с варьированием содержания Cu^{2+} , г/дм^3 : 5,1; 7,7; 10,2; 12,8; 15,3. Анализировалось влияние технологических параметров на свойства и характеристики медных порошков (рисунок 1).

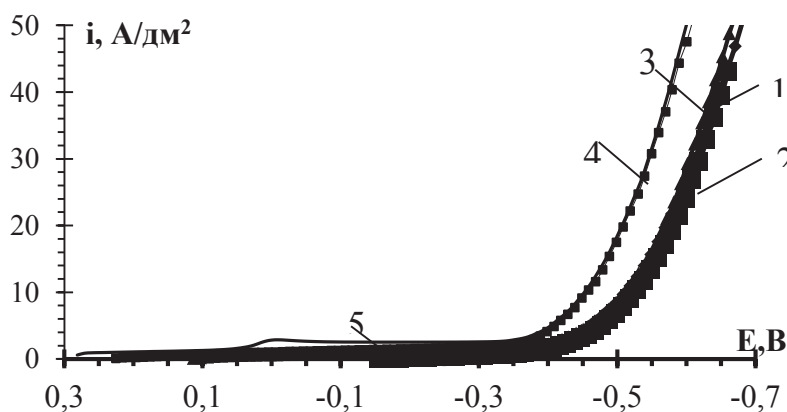
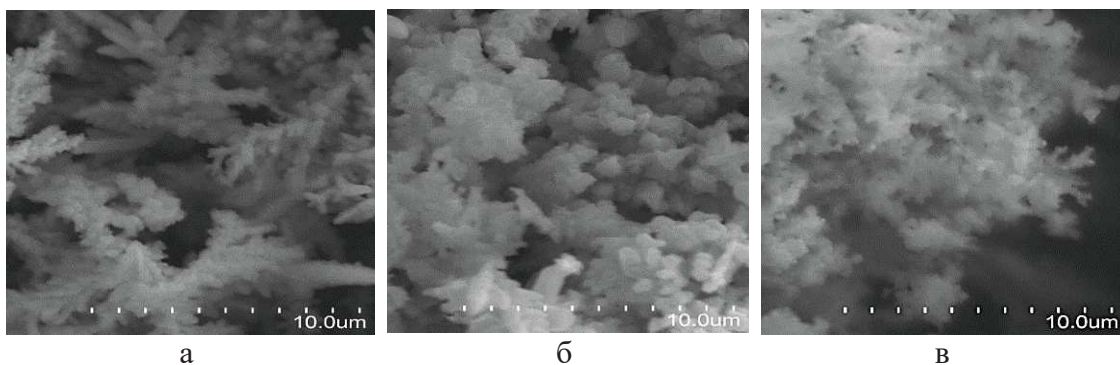


Рисунок 1 – Зависимость потенциала электрода от силы тока при различных концентрациях электролитов (катодные поляризационные кривые)
 1 – $5,1 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$; 2 – $7,7 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$; 3 – $10,2 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$; 4 – $12,8 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$;
 5 – $15,3 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$

Анализ катодных поляризационных кривых показывает, что повышение концентрации ионов меди в исследуемых растворах приводит

к снижению концентрационной поляризации электродов. При этом поляризационные кривые смещаются в электроположительную область на 100 мВ. Это наиболее характерно для растворов с концентрацией 12,5 – 15,3 г/дм³ Cu²⁺ (рисунок 1, кр. 4–5). Также вследствие снижения диффузионных ограничений при повышении концентрации Cu²⁺ наблюдалось увеличение плотности диффузионного тока с 0,35 до 2,5 А/дм². Снижение диффузионных ограничений могло приводить к образованию более крупных частиц порошка меди. Понижение концентрации Cu²⁺ до 5,1 г/дм³ приводит к увеличению поляризации электродов, и соответственно, к увеличению вероятности образования новых зародышей и снижению размеров частиц получаемых порошков меди (рисунок 1, кр. 1–3). В результате образуются отдельные, не связанные друг с другом группы кристаллов в виде дендритов, которые растут в направлении силовых линий электрического поля, т. е. перпендикулярно к поверхности электродов.

Порошки меди, полученные при плотности тока 20 А/дм² из сернокислого электролита меднения с концентрацией 5,1 г/дм³ Cu²⁺ и 130 г/дм³ H₂SO₄ (рисунок 2а) имели структуру дендритов с размерами зерен микрокристаллов от 0,1 до 0,6 мкм. При плотности тока 20 А/дм² и концентрации 10,2 г/дм³ Cu²⁺ и 130 г/дм³ H₂SO₄ дендритов порошков меди не наблюдалось, но можно было выделить обособленные частицы порошков с размерами от 0,4 до 1,75 мкм (рисунок 2б).



**Рисунок 2 – Микрофотографии порошков меди при плотности тока 20 А/дм²:
а – 5,1 г/дм³ Cu²⁺, б – 10,2 г/дм³ Cu²⁺, в – 15,3 г/дм³ Cu²⁺.
Концентрация H₂SO₄ – 130 г/дм³**

На рисунке 2в представлена микрофотография порошка меди, полученного при плотности тока 20 А/дм² концентрации 15,3 г/дм³ Cu²⁺ и 130 г/дм³ H₂SO₄, из которых видно, что частицы меди связаны между собой. Поэтому возникла необходимость повышения рабочих плотностей тока (рисунок 3).

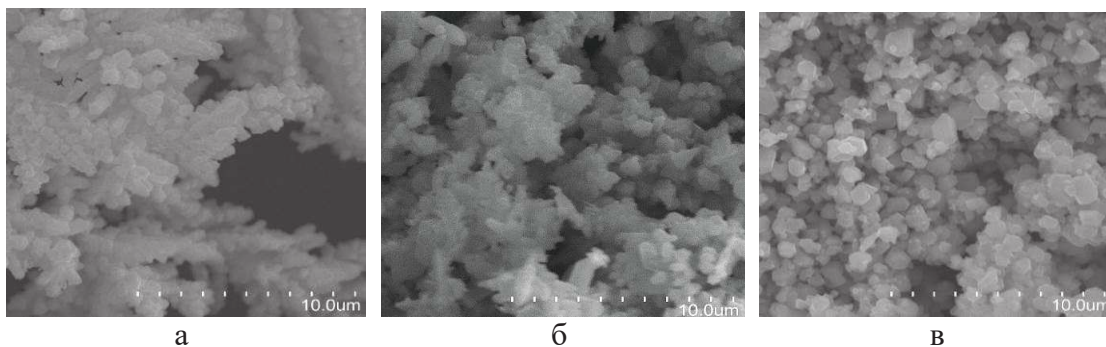


Рисунок 3 – Микрофотографии порошков меди, полученных при концентрации $10,2 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$, $130 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ и плотностях тока: а – 14 А/дм^2 , б – 20 А/дм^2 , в – 25 А/дм^2

Как следует из серии микроскопических исследований (рисунок 3), что повышение плотности тока с 14 до 25 А/дм^2 приводило к уменьшению дендритообразования и увеличению дисперсности частиц порошка меди.

В ходе исследования было установлено, что наибольшей дисперсностью ($0,2 - 1,4 \text{ мкм}$) обладает порошок меди, полученный в электролите состава $10,2 \text{ г/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ и $130 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ по достижении плотности тока 25 А/дм^2 . Такого рода закономерность подтверждается теоретическими данными и поляризационными измерениями, представленными на рисунке 1.

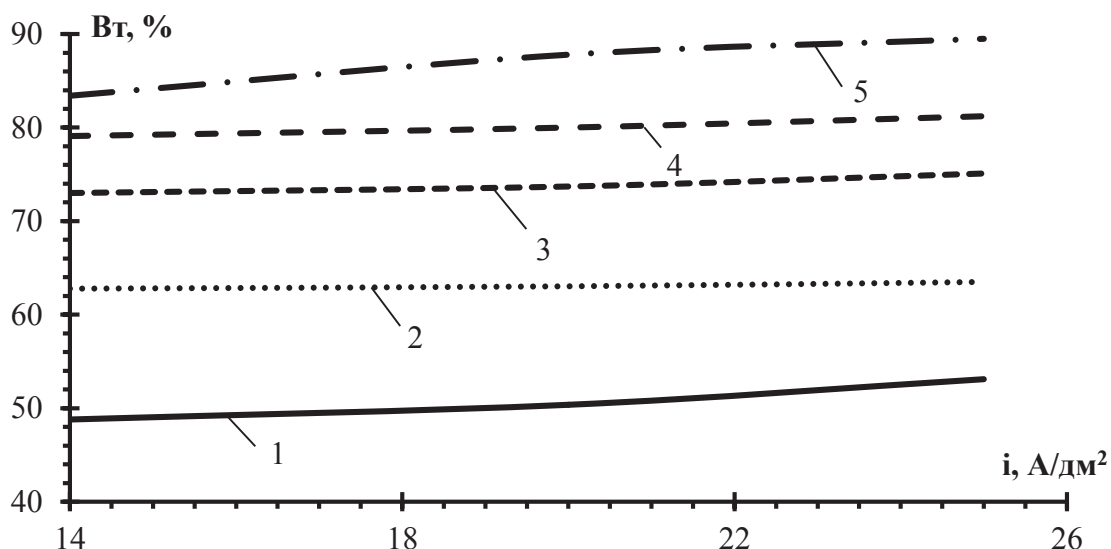


Рисунок 4 – Зависимость выхода по току от плотности тока порошка меди при H_2SO_4 130 г/дм^3 и концентрации Cu^{2+} , г/дм^3 : 1 – $5,1$; 2 – $7,7$; 3 – $10,2$; 4 – $12,8$; 5 – $15,3$

Установлено, что повышение плотности тока с 14 до 25 А/дм² в независимости от электролита не приводит к значительным изменениям выхода по току. Так при плотности тока 14 А/дм² в растворе с концентрацией Cu²⁺ 15,3 г/дм³ выход по току составил 84%, а при 25 А/дм² – 89,5%. Увеличение выхода по току с повышением концентрации связано со снижением диффузионных ограничений и облегчением подвода разряжающихся ионов меди к поверхности, где протекает электролитическое получение порошка меди. Увеличение концентрации электролита от 5,1 до 15,3 г/дм³ приводит к увеличению выхода по току в среднем с 50% до 86%.

Таким образом, варьируя концентрацию, плотность тока можно получить порошки меди различной дисперсности и гранулометрического состава. Повышение концентрации электролита способствует получению крупнодисперсных порошков меди (до 1,7 мкм), а при понижении концентрации наблюдается образование высокодисперсных порошков (0,2–0,4 мкм) с выходом по току, достигающим 52%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы порошковой металлургии / И.М. Федорченко, Р.А. Андриевский; Акад. наук УССР. Ин-т металлокерамики и спец. сплавов. – Киев, 1961. – 420 с.
2. Научные основы порошковой металлургии и металлургии волокна/ М.Ю. Бальшин. – М.: Металлургия, 1972. – 336 с.

УДК 541.124:542.952.6:547.313

В.П. Боуфал, инж.; М.А. Патенко, студ.;
А.В. Пянко, ассист.; А.А. Черник, доц.
(БГТУ, г.Минск)

СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПЛАВА НИКЕЛЬ-ЖЕЛЕЗО

В последнее время возникла необходимость в покрытиях, обладающих высокой коррозионной стойкостью в специфических условиях эксплуатации, высокой электропроводностью и многими другими свойствами. Для этой цели вместо чистых металлов применяют сплавы из двух и более компонентов. Сплав никель – железо находит широкое применение благодаря совокупности уникальных физико-механических и химических свойств, таких как: повышенная механическая прочность, устойчивость к воздействию высоких температур, высокая магнитная проницаемость, коррозионная стойкость, пластичность.