

Л.В. Ляшок, проф. канд. техн. наук;  
И.Н. Колупаев, канд. техн. наук;  
Э.М. Исмагилова, магистрант;  
М.И. Протченко, магистрант  
НТУ «ХПИ» г. Харьков

## **РЕЦИКЛИНГ СЕРЕБРА ИЗ СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ**

Создание эффективных, экологически безопасных технологий выделения благородных металлов из вторичного сырья является актуальным направлением в современной технике. Так, в частности, выделение серебра из отходов ювелирной промышленности и электротехнического лома делает невозможным использование единой схемы переработки. Наличие тех или иных операций определяется для каждого вида сырья и предложенное решение должно обеспечивать максимальное извлечение драгоценного металла, получение необходимых технологических характеристик продукта и не вредить окружающей среде.

Разработку унифицированной схемы извлечения серебра из бедного и богатого сырья проводили с применением образцов – отходов электротехнического и ювелирного лома. Электрохимические процессы осуществляли с помощью источника постоянного и реверсного тока серии Б5 – 43 в режиме стабилизации тока или напряжения. Поляризационные измерения проводили на потенциостате ПИ – 50 – 1.1. Для измерения потенциалов применяли высокоомный вольтметр. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод. Значения потенциалов пересчитывали на нормальную водородную шкалу. Состав электролита для получения мелкодисперсного серебра:  $\text{AgNO}_3$  7 – 10 г/дм<sup>3</sup>;  $\text{HNO}_3$  3 – 5 г/дм<sup>3</sup>.

Микрофоторграфии полученных порошков подвергали статистическому анализу в среде пакета MATLAB с использованием специально разработанной программы.

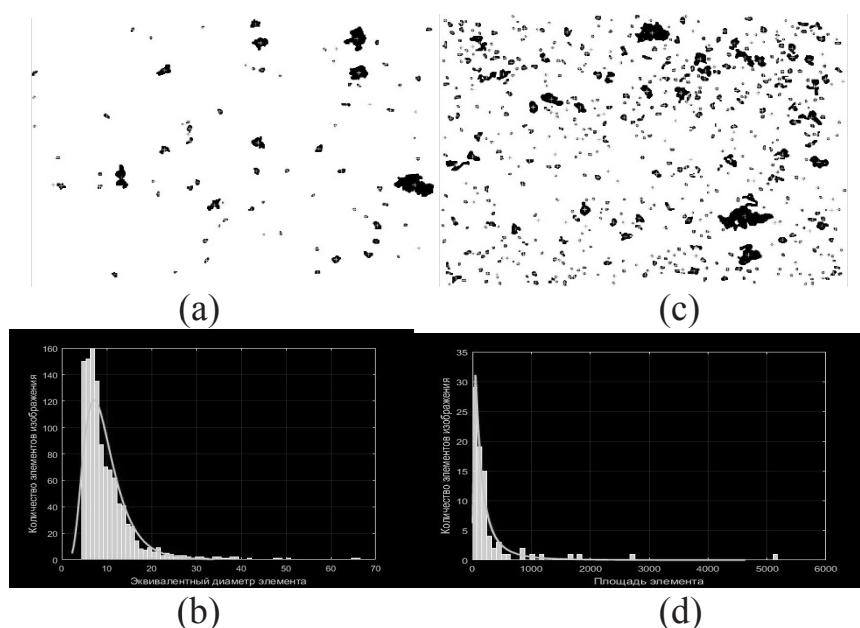
Антибактериальное действие модифицированного материала исследовали на грамположительных бактериях *Staphylococcus*.

Целью работы является: создание унифицированной схемы переработки отходов с низким и высоким содержанием серебра, исследование условий выделения мелкодисперсного порошка (1–3) мкм, а также использование его бактерицидных свойств.

Унифицированная схема переработки сырья позволяет использовать электрохимический метод выделения серебра в виде мелкодиспе-

рного порошка с регулируемой дисперсностью. Наиболее весомыми факторами, определяющими морфологию и характеристики порошков (дендритность, гранулометрический состав и др.) являются: катодная плотность тока, материал катода, форма и состояние его поверхности, природа иона, который разряжается, его концентрация, состав электролита, температура, гидродинамические условия.

Использование нестационарных режимов способствует образованию мелкокристаллических, однородных по гранулометрическому составу частиц серебра. После обработки микрофотографий полученного порошка определили размер его частиц (1 – 3) мкм, что удовлетворяет поставленной цели.



**Рисунок 1 – (a,b): AgNO<sub>3</sub> 10 – 15 г/дм<sup>3</sup>; Режим потенциостатический; плотность тока: 10 – 15 А/дм<sup>2</sup> ; HNO<sub>3</sub> 3 – 5 г/дм<sup>3</sup>; (c,d): AgNO<sub>3</sub> 7 – 10 г/дм<sup>3</sup>; HNO<sub>3</sub> 3 – 5 г/дм<sup>3</sup> плотность тока: 10 – 15 А/дм<sup>2</sup>; Режим – импульсный.**

Таким образом, мелкокристаллический порошок серебра, согласно данному процессу получения, состоит из порошковых фракций, имеющих особо малый размер, присутствие которых не предусмотрено в стандартных порошках металла. Данные частицы имеют низкую степень агрегации и показывают очень высокий уровень дисперсности.

Мелкодисперсное серебро использовали для модификации традиционных медицинских материалов для придания им более эффективных биоцидных свойств.

Таким образом, проведенные исследования позволили предложить унифицированную схему переработки серебросодержащих от-

ходов, которая позволяет максимально извлекать серебро и выделять его в виде мелкодисперсного порошка чистотой 99,99%;

Исследовано влияние различных факторов на дисперсность катодных осадков серебра. Обоснован режим получения мелкодисперсного осадка серебра (1 – 3) мкм;

Показана возможность использования бактерицидных свойств полученных порошков серебра для модификации медицинских материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байрачный Б. И. Редкие рассеянные и благородные элементы. Технология производства и использования: учебник / Б. И. Байрачный, Л. В. Ляшок. – М.: НТУ «ХПИ», 2007. – 288 с.

2. Переработка вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы. Производственно–практическое издание / Научный редактор Ю.А. Карпов /.– М.: Гиналмазолото, 1996.

3. Потапов А.А., Андреев Н.А. Связь технологических характеристик медного порошка и структуры дендритов с условиями электролиза при постоянном перенапряжении // Порошковая металлургия.– 1990.– №2.– С.1–8.

4. Кунтий О.И. Электрохимия и морфология дисперсных металлов Львов 2008 – 208 с.

УДК 541.13

Л.И. Степанова, доц., канд. хим наук;  
С.С. Перевозников, научн. сотр.; К.В.Скροцкая, инж.  
НИИ ФХП БГУ, г. Минск  
Т.В. Богдашич, нач. отдела. печ. плат;  
А.Л. Пархимович, нач. техбюро фотогальванохимии  
ОАО «Минский часовой завод»

#### **РАСТВОР ТРАВЛЕНИЯ ОЛОВЯННОГО МЕТАЛЛОРЕЗИСТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Для селективного удаления олова с поверхности медных проводников печатных плат ранее [1, 2] в качестве оптимального был предложен раствор ( $\text{HNO}_3$  – 5.0, ион  $\text{Fe(III)}$  – 0.18, хлорид-ион – 0.22, бензотриазол (БТА) – 0.07, стабилизатор-ингибитор (СИ) – 0.015 моль/л), существенно отличающийся от предлагаемых в литературе [3] как концентрацией основных компонентов (азотной кислоты и соли железа) и ингибитора коррозии меди (бензотриазол), так и природой стабилизатора-ингибитора, в качестве которого по литературным