

ЛИТЕРАТУРА

1. Малышев В.В., Ускова Н.Н., Габ А.И. // ЖНХ. 2002. Т. 49. № 11. С.1770.
2. Малышев В.В., Габ А.И., Соловьев В.В. // Новые технологии. 2003. № 2(3). С. 96.
3. Малышев В.В. // Защита металлов. 2001. Т. 37. № 3. С.244.

Настоящая работа частично финансирована Министерством науки и образования Украины в рамках украинско-французской программы «Днипро».

УДК 541.138

В.Б. Дроздович, доц.; П.Б. Кубрак, асп. (БГТУ, г. Минск)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕКУПЕРАЦИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ПУТЕМ СЕЛЕКТИВНОГО АНОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Одним из наиболее эффективных методов извлечения, концентрирования драгоценных, цветных металлов из вторичного сырья (радиоэлектронный лом, отходы) является электрохимический метод.

С точки зрения энергозатрат и кинетики электродных процессов наиболее целесообразно присутствие в электролитах низших валентных форм поливалентных металлов.

В настоящей работе продолжены исследования по растворению многокомпонентных композиций покрытие – драгметалл, основа – сплав меди (латунь, бронза) с целью получения, стабилизации низших валентных форм драгметаллов и предотвращения активного растворения материала основы. Учитывая, что до покрытия благородными металлами основа (латунь, бронза) модифицируется металлами подгруппы железа, кадмия, решалась задача предотвращения попадания в электролит, прежде всего этих примесей.

С этой целью проведены исследования влияния условий поляризации, присутствия окислителей, органических ПАВ, ингибиторов на кинетику анодного процесса. Ранее установлено, что наиболее эффективным электролитом для электрохимического разделения драгоценных (Au, Ag) и цветных (Cu, Sn, Zn и др.) металлов являются концентрированные растворы H_2SO_4 при анодной плотности тока более 3 A/дм^2 на истинную поверхность и температуре до $30-35^\circ\text{C}$.

Установлено, что такие органические добавки как бензотриазол, тиомочевина, этанол, 1,4-бутиндиол, моно-, ди- и триэтаноламин, другие производные бензола, которые используются в том числе при электрохимических полировках цветных металлов в концентрирован-

ных серноокислых электролитах подвергались деструкции с образованием труднорастворимых продуктов. Как следует из данных таблицы 1, максимальный ток растворения наблюдается для бензотриазола, что наиболее вероятно объясняется островковым характером его адсорбции на поверхности образцов. Такой характер ингибирования приводит к перераспределению анодного тока, т.е. резкому увеличению его на отдельных участках, что показали измерения анодного потенциала подвижным микрозондом. В свою очередь, максимальный ток деструкции характерен для 1,4-бутиндиола и тиомочевины даже при содержаниях менее 0,01%. Следует отметить, что токи пассивации в присутствии всех органических добавок близки, за исключением тиомочевины. Растворение непосредственно золотого покрытия наиболее четко проявляется в присутствии 1,4-бутиндиола и растет с увеличением содержания последнего.

Таблица 1 – Электрокинетические параметры образцов золотого покрытия на бронзовой основе в концентрированных серноокислых электролитах с добавками органических веществ при анодной поляризации

Вещество	Концентрация, масс. %	Ток растворения материала основы, А/дм ²	Ток окисления органической добавки, А/дм ²	Ток пассивации, А/дм ²	Ток растворения покрытия, А/дм ²
Бензо-триазол	3	1,75	0,95	0,1	0,1
Тиомочевина	0,01	1,45	1,15	0,5	0,5
Этанол	3	0,8	0,6	0,1	0,35
Триэтаноламин	50 мл/л	1,65	0,5	0,1	0,25
1,4-бутиндиол	0,1 М	0,25	1,2	0,15	0,75
1,4-бутиндиол	0,2 М	0,45	1,2	0,3	1,1

Среди исследованных окислителей наибольшую анодную поляризацию и пассивацию композиций проявили нитраты щелочных металлов. Для композиций серебряное покрытие на латунной основе достигнуто полное разделение фаз без образования растворимых форм компонентов основы. Полученные результаты подтверждают то, что при анодной поляризации многокомпонентных композиций решающее значение имеет адсорбция кислородсодержащих частиц, последующее образование активного кислорода и озона при потенциалах более двух вольт.

Таким образом, введение в электролит дополнительно окислителей позволяет проводить электрохимическое растворение драгме-

таллов при более низких анодных потенциалах, соответственно с синтезом низших валентных форм.

Наряду с этим, на катоде наблюдается восстановление нитрат-ионов. Установлено, что наибольшей электрокаталитической активностью при катодном восстановлении нитрат-ионов обладает платина. В области токов от 0,5 до 3 А/дм² катодный выход по току для разряда нитрат-ионов достигает более 10 %.

Таблица 2 – Электрокинетические параметры восстановления нитрат-ионов

Материал электрода	a	b	$i_0, \text{А/см}^2$	α^*z
Платина	-0,645	-0,067	$22,4 \cdot 10^{-10}$	0,88
	-0,846	-0,47	$1,3 \cdot 10^{-2}$	0,13
Золото	-0,309	-0,119	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,5
	-0,568	-0,354	$2,5 \cdot 10^{-2}$	0,2
Титан	-0,986	-0,15	$2,7 \cdot 10^{-7}$	0,4

Анализ электрокинетических параметров проводился по двум участкам тафелевской зависимости. Максимальное значение коэффициента b и тока обмена соответствует второму участку Pt и Au электродов. Температурно-кинетические исследования показали, что катодный разряд нитрат-ионов в значительной мере определяется химической стадией в целом многоступенчатого процесса.

Установлено, что для композиций золотое покрытие-основа бронза в паре наиболее коррозионностойким в концентрированных сернокислых электролитах, в том числе в присутствии ПАВ и окислителей является сплав титана марки ВТ1-0. Максимальный ток коррозии при комнатной температуре не превышал 6,2 мкА/см². Во всех случаях коррозионный процесс контролировался анодной стадией. С точки зрения промышленного разделения драгоценных и цветных металлов путем электрохимической переработки радиоэлектронного лома и отходов, проведенные исследования показали:

- возможность селективного выделения серебра на катоде в порошкообразной форме или в виде высокообогащенного шлама одновременно с анодным растворением многокомпонентных композиций;
- возможность селективного выделения золота в виде высокообогащенного дисперсного шлама;
- примеси цветных металлов могут быть извлечены в виде соединений, преимущественно сульфатов, и в последствии подвергнуты электроэкстракционной утилизации.

Полученные результаты положены в основу работы промышленных установок переработки радиоэлектронного лома и отходов.