

*к.т.н. Семирягин С.В.,  
к.х.н. Смирнова И.В.,  
Божанова Е.С.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ НА ПРИМЕРЕ $Pb^{2+}$ И $Y^{3+}$ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ**

*Наведені результати експериментальних досліджень залежностей електрохімічної поведінки іонів металів від різних факторів в інверсійній вольтамперометрії.*

***Ключові слова:** амальгамний метод, фон, деполяризатор, інверсійна вольтамперометрія, ртутно-плівковий електрод, розряд-іонізація, багатокомпонентні металовмісні відходи.*

*Приведены результаты экспериментальных исследований зависимости электрохимического поведения ионов металлов от различных факторов в инверсионной вольтамперометрии.*

***Ключевые слова:** амальгамный метод, фон, деполяризатор, инверсионная вольтамперометрия, ртутно-пленочный электрод, разряд-ионизация, многокомпонентные металлосодержащие отходы.*

**Постановка проблемы в общем виде.** Проблемы оптимального использования отходов и побочной продукции в черной металлургии и экономические предпосылки создания безотходной технологии и безотходного производства тесно связаны с определением точного состава отходов. Современная металлургия ставит перед аналитическим контролем сложные задачи, решить которые можно только при комплексном подходе к анализу, как к системе получения информации о химическом составе объектов металлургического производства. В первую очередь, это относится к многокомпонентным металлосодержащим отходам, которые могут служить вторсырьем, т.к. информация о наличии определенных ценных компонентов позволит разработать технологию их извлечения.

**Анализ последних достижений и публикаций.** При исследовании отходов титано-магниевого производства, которые представляют собой многокомпонентную смесь хлоридов, содержание металлов определялось методом инверсионной вольтамперометрии с амальгамными

электродами [1]. Особенности амальгамного метода и преимущества использованных электродов представлены в работах [2,3]. Следует отметить, что вольтамперометрическому определению металлов посвящено много работ. Тем не менее, в настоящее время проводятся обширные исследования по усовершенствованию различных вольтамперометрических (ВА) методик (инверсионная ВА, адсорбционная ВА, контактная ВА и т.д.) [4-6 и др.].

Преимущества вольтамперометрических методов:

- возможность определения веществ при их совместном присутствии без предварительного разделения;
- осуществление повторных определений при использовании одной и той же пробы;
- быстрота выполнения анализа;
- простота аппаратного оформления и возможность автоматизации.

Аналитические возможности вольтамперометрии очень широки. Она позволяет определять практически все катионы металлов из водных и неводных растворов, а также из расплавов электролитов.

Для определения следовых количеств металлов особенно удобен метод инверсионной вольтамперометрии. Инверсионные методы являются самыми чувствительными среди всех электрохимических методов и наиболее пригодны для анализа растворов металлов низких концентраций (до  $10^{-9}$ М) [7]. В инверсионной вольтамперометрии достаточно хорошо изучено электрохимическое поведение многих тяжелых металлов (Cd, Cu, Zn, Pb и др.). Но изучением электрохимического поведения редкоземельных элементов занимались мало. Поэтому представлялось интересным изучить влияние различных факторов на степень электрохимического концентрирования  $Y^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $In^{3+}$  и др. редких металлов, сравнить их поведение с уже изученными ионами тяжелых металлов при совместном присутствии, а также исследовать их взаимное влияние на степень электрохимического извлечения.

**Целью данной работы является** изучение электрохимического поведения ионов металлов на физико-химических моделях для определения их концентраций методом инверсионной вольтамперометрии с использованием ртутно-пленочных электродов.

**Изложение основного материала исследования и обоснование полученных научных результатов.** Нами изучено электрохимическое поведение ионов  $Pb^{2+}$  и  $Y^{3+}$  в водных системах в зависимости от концентрации фонового электролита.

Экспериментальные исследования проводились на многоканальном вольтамперном анализаторе МВА-2.

В качестве индикаторного (рабочего) электрода использовался ртутно-пленочный электрод на серебряной подложке со стержневым серебряным контактом ( $d=0,8$  мм).

Ртутная пленка наращивалась из насыщенного раствора нитрата ртути (I). Для проверки чистоты ртутной пленки электрод тщательно промывали дистиллированной водой, помещали в ячейку с индифферентным электролитом и регистрировали вольтамперную кривую. Если на вольтамперограмме отсутствовали пики, то ртутная пленка считалась чистой.

В качестве электрода сравнения использовался хлорсеребряный электрод.

Удаление кислорода из раствора и перемешивание раствора осуществляли пропуском аргона или азота через электролитическую ячейку. Скорость подачи газа регулировалась газовым редуктором.

Перед началом каждой серии опытов обязательно ставили «холостой» опыт с индифферентным электролитом для контроля чистоты фона и посуды.

В качестве фонов использовались растворы KCl в интервале концентраций  $0,25 \dots 2,5$  М. Исследовали электрохимическое поведение ионов тяжелых металлов на примере  $Pb^{2+}$  и  $Y^{3+}$ .

Выбор условий эксперимента (потенциал накопления, время накопления, начальный потенциал, скорость развертки) и снятие кривой осуществляли с использованием программы IVA, разработанной сотрудниками НИПКИ «Параметр» [8].

В результате исследований было выяснено:

1. В водных системах нет выраженной зависимости анодного тока  $Y^{3+}$  от концентрации металла. Это может объясняться природой d-металла Y и d-сжатием, которое способно ингибировать процесс разряда-ионизации при низких концентрациях Y.

2. С увеличением концентрации фонового электролита аналитический сигнал (анодный ток) тоже увеличивается, достигая максимальных значений при концентрации фона  $2 \dots 3$  М. Это, вероятно, обусловлено уменьшением толщины двойного электрического слоя, что в свою очередь катализирует процесс разряда-ионизации.

3. С увеличением концентрации фонового электролита число переноса  $\beta$  принимает значение больше 0,5. Это свидетельствует о том, что стадия анодного растворения металла вносит основной вклад в процесс разряда-ионизации.

**Выводы.** Изучение электрохимического поведения ионов тяжелых металлов при различных условиях вольтамперометрии (природа и концентрация фонового электролита, потенциал накопления, время накопления, скорость развертки) дает возможность разобраться в сложном

механизме процесса разряда-ионизации на ртутно-пленочных электродах, что имеет большое значение для разработки технологий электрохимического извлечения малых количеств металлов из отходов металлургического производства.

### **Библиографический список**

1. Божанова Е.С. Амальгамное извлечение металлов из отходов / Е.С. Божанова, С.В. Семирягин // Зб.тез доповідей Третьої Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення» 17-19 березня 2009. - ДонНУ. – 2009 - С. 123.

2. Смирнова И.В. Закономерности влияния объемных и поверхностных химических стадий в инверсионной вольтамперометрии хелатов и их использование в анализе некоторых пищевых продуктов: дис. ... кандидата хим.наук : 02.00.02 / Ирина Владимировна Смирнова. - Томск, 1996. –132с.

3. Семирягин С.В., Смирнова И.В., Божанова Е.С. Использование электролиза в металлургических технологиях/ С.В. Семирягин, И.В. Смирнова, Е.С. Божанова // Сборник научных трудов ДонГТУ. – Алчевск 2009. – №28- С.232-238.

4. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: учеб. пособие для вузов / [В.Б. Алесковский, В.В Бардин, М.И.Булатов и др.]; под. ред. В.Б. Алесковского –Л.: Химия, 1988.– 376 с.: ил.

5. Ф.Выдра, К. Штулик, Э. Юлакова Инверсионная вольтамперометрия / Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э.; пер. с чешск. В.А.Немова ; под ред. Б.Я. Каплана. – М. :Изд-во «Мир»,1980.— С. 274.

6. Сечина А.А. Возможность совместного определения осмия и рения в молибденовых рудах / А.А. Сечина, Л.Г. Гольц, Н.А. Колпакова // Материалы XVIII Междун. Черняевской конф. по химии, аналитике и технологии платиновых металлов - Москва. - 2006 - С. 82-83.

7. Карпов Ю.А. Аналитический контроль в металлургическом производстве: уч. пос. / Карпов Ю.А., Савостин А.П., Сальников В.Д. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2006. – 352с.

8. Идентификация параметров кинетики массообменных процессов в жидких многокомпонентных гетерофазных системах: ГБ 173, №ГР 0109U002510.

**Рекомендовано к печати д.т.н., проф. В.А. Луценко**