

11. Файгль, Ф. Капельный анализ неорганических веществ: в 2-х кн. / Ф. Файгль, В. Ангер. – М., Мир, 1976. – Кн. 1. – 390 с. – Кн. 2. – 320 с.

УДК 669.21/.23 :621.9.047:544.6

Попова А.Н., студ.,
Котова А.А., студ.,
Токач Ю.Е., канд. техн. наук, доц.
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

К ВОПРОСУ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ

Серебряные месторождения, несмотря на большое количество серебряных минералов, в природе встречаются очень редко. Как попутный металл серебро концентрируется в основном в свинцово-цинковых, полиметаллических и золоторудных месторождениях. В работе охарактеризованы основные методы определения содержания благородных металлов, проанализированы электрохимические методы выделения благородных и редких металлов из растворов.

Ключевые слова: электрохимические процессы, редкие металлы, очистка

Электрохимическое выделение металлов из водных растворов их соединений лежит в основе гидроэлектрометаллургических процессов, т.е. процессов извлечения металлов из руд (электроэкстракция) и их очистки (рафинирование) при помощи электролиза.

Гидроэлектрометаллургическим путем получают и очищают такие металлы, как медь, никель, цинк, кадмий, олово, свинец, серебро, золото, марганец и др. Гидроэлектрометаллургия позволяет получать технически чистые металлы и в ряде случаев вести успешную переработку бедных руд.

Электрохимические процессы занимают особую нишу в технологии получения редких и платиновых металлов. Это обусловлено их полифункциональностью, малым расходом химических реагентов, возможностью гибкого управления процессами и проведения химических реакций, которые проблематично осуществить иными способами. Вместе с тем прикладная электрохимия имеет ряд ограничений [1].

Разработка новых высокоэффективных процессов позволит устранить ограничения электрохимических методов. Создание трехмерных электродов (подвижных, насыпных, проточных из углеродных материалов и др.), обладающих высокоразвитой поверхностью и интенсивным массообменом - не только значительно увеличивают скорость электрохимических процессов, но и позволяют с

высоким выходом по току извлекать редкие, цветные и благородные металлы из разбавленных растворов до сбросных концентраций. Проведение электролиза при контролируемом потенциале дает возможность производить глубокую очистку электролитов от примесей и осуществлять разделение близких по химическим свойствам металлов.

Ограничения электрохимических методов, связанные с невозможностью выделения из водных растворов электроотрицательных редких металлов (Li, La, Ce, Nd, Ti, Zr, Nb и др.) и металлов, склонных к катодной пассивации (Mo, W, Ta) устраняют, применяя методы электролиза в неводных или расплавленных средах. При электролизе расплавов можно растворять на аноде и выделять на катоде многие металлы и сплавы, осуществлять электрохимическое рафинирование и электроэкстракцию металлов, наносить гальванические покрытия, проводить переработку вторичного сырья. Так, переработка дезактивированных алюмопалладиевых катализаторов по технологической схеме получения первичного и рафинированного алюминия позволяет одновременно производить алюминий высокой чистоты и извлекать 98,99% палладия, без дополнительных затрат на создание специального оборудования и без нарушения показателей процесса получения алюминия.

Электролиз в неводных, органических средах используют не только для выделения указанных металлов, но и для синтеза самих органических соединений. При этом технологические показатели процессов электрохимического синтеза могут значительно превышать показатели традиционных методов. Например, при прямом электрохимическом синтезе триэтилфосфата из белого фосфора в спиртовых растворах содержание основного вещества в образующемся продукте составляет 99,5% , выход по фосфору более 90%, а выход по току 80%.

Создание комплексных технологий, объединяющих экстракционные и электрохимические методы, новое и многообещающее направление. Органичное сочетание этих двух мощных методов выделения, разделения и очистки в рамках единого процесса позволяет достигать качественно новых результатов в технологии редких и платиновых металлов и повышает экологические показатели технологии в целом. Однако при разработке таких комплексных технологий следует иметь в виду, что экстрагенты, попадающие в промышленные растворы при экстракции, оказывают значительное, зачастую негативное влияние на протекание электродных процессов. Так, присутствие органических восстановителей и

экстрагентов в солянокислых растворах затрудняет выделение платиновых металлов, которые в этих средах образуют устойчивые комплексы, особенно это относится к выделению родия и иридия. Но если создавать определенную кислотность и вводить в электролит небольшие количества органических веществ, то можно добиться глубокой очистки иридийсодержащих растворов от примесей благородных и неблагородных металлов осаждением их на катоде [2].

Решение многих электрохимических проблем невозможно без разработки и внедрения оригинальных конструкций электролизеров, в том числе и с ионообменными мембранами. Важным достижением последних лет следует считать создание достаточно мощных многофункциональных электрохимических комплексов, которые позволяют проводить исследования электродных процессов и поддерживать с высокой точностью технологические параметры: силу тока, потенциал электрода при проведении промышленного электролиза.

Надо отметить, что некоторые технологические процессы, разработанные еще в начале XX столетия, до сих пор не получили должного применения в технологии. К ним относятся процессы с контролируемым потенциалом, которые широко используют в аналитической химии. Применение их в промышленности позволило бы многие технологии перевести на новый качественный уровень.

До настоящего времени на пути развития таких технологий стояло такое существенное препятствие, как отсутствие способа измерения потенциала электрода под током (при значениях токов, близких к промышленным). Эта проблема была решена совместно инновационным предприятием «Тетран» и МИТХТ им. М.В. Ломоносова разработан способ измерения потенциала рабочего электрода под током и создан электрохимический исследовательско-технологический комплекс (ЭИТК) для его реализации. Сущность этого способа заключается в измерении потенциала электрода, находящегося под током, величина которого отвечает промышленным значениям (десятки и сотни ампер), при кратковременном его отключении, в получении зависимости изменения потенциала во времени с последующей обработкой данных для нахождения значения потенциала электрода.

Данный способ измерения потенциала позволяет решить ряд задач:

- 1) повышение точности измерения потенциала электрода под током;
- 2) компенсация погрешности измерения, обусловленной зарядом двойного электрического слоя;

3) расширение диапазона токов, в пределах которого производится измерения потенциала электрода;

4) прецизионное измерение потенциала электрода при получении поляризационных кривых в различных условиях (температура, состав электролита, скорость перемешивания, поверхность электрода и т.д.);

5) автоматизированное измерение потенциала электрода;

6) измерение потенциала электрода в технологических процессах электрохимических производств с целью их автоматизации.

С помощью ЭИТК можно получать ранее недоступную технологическую информацию - зависимость скорости изменения потенциала во времени.

Применение электрохимических процессов с контролируемым потенциалом позволяет в одном аппарате осуществлять разделение металлов с выделением их в металлическом виде.

Таким образом, комбинирование электрохимических процессов с другими непрерывными процессами, в частности с экстракционными, позволяет создавать уникальные высокоэффективные экологически чистые технологии переработки первичного и вторичного сырья. Есть все основания утверждать, что внедрение в химическую технологию электролиза при контролируемом потенциале позволит значительно расширить область применения электрохимических способов получения продукции при повышении ее качества [3].

Роль металлов платиновой группы, особенно редких платиновых металлов, с каждым годом становится все более значимой. Широкий спектр областей применения редких платиновых металлов, где они не имеют приемлемой альтернативы, служит побудительным мотивом для направленного поиска новых технологических решений.

Библиографический список

1. Токач Ю.Е. Электрохимические методы очистки сточных вод / Токач Ю.Е., Афонина А.В. // Междунар. науч.-практ. конф. «Экология и рациональное природопользование как фактор устойчивого развития» Сборник докладов, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2014. - С. 163-166.

2. Пат. РФ 2404927. Кондратьев В.В., Елисеева С.Н. Способ извлечения благородных металлов из водных растворов и устройство для его реализации. Опубл. 27.11.2010. Бюл. № 33.

3. Воробьева С.В. Лабораторные методы определения благородных металлов в рудах, продуктах горно-металлургического производства и сплавах. / С.В. Воробьева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 18 с.