

Е.В. Михедова¹, мл.н.с.; А.А. Черник¹, доц.;
И.М. Жарский¹, проф.; А.И. Лось²
(¹БГТУ, ²РУП «МТЗ», г. Минск)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ ОТРАБОТАННОГО СЕРНОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО МЕДНЕНИЯ

Отработанные электролиты и сточные воды представляют собой сырье, содержащее различные цветные металлы, в том числе цинк, медь, которые не производятся в РБ, поэтому возврат металлов из отработанных электролитов и промывных вод позволяет решить проблемы ресурсосбережения и импортозамещения. Цветные металлы (Zn, Cu) могут быть извлечены в виде компактных соединений, порошкообразных металлов.

Одним из перспективных методов извлечения металлов из отработанных электролитов и промывных вод как по реализации в гальваническом производстве, так и в аппаратном исполнении является электролиз, который позволяет получать металлы в наиболее концентрированном виде и требует минимальных затрат энергии для их дальнейшей переработки.

При переработке отработанных рабочих растворов электролизом возможно снижение содержания экологически опасных ионов металлов в отработанных электролитах перед сбросом на очистные сооружения более чем в 10 раз. Электрохимическое извлечение металлов из промывных вод, позволяет довести концентрацию ионов металла до 0,1–0,5 г/л. Метод дает возможность обрабатывать стоки без их предварительного разбавления, не увеличивая солевой состав очищенных сточных вод, что позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения. Переработка отработанных электролитов и промывных вод промышленных предприятий электролизом, позволяет вернуть в производство ценные продукты (извлеченные в виде компактного осадка металлы могут быть использованы повторно, например, в качестве материала анодов) [1].

Извлечение меди проводилось из отработанного раствора сернокислого меднения следующего состава: CuSO_4 – 100 г/л, H_2SO_4 – 34 г/л. В качестве вспомогательного электрода использовали графит.

На рисунке 1 представлены катодные поляризационные кривые из отработанного раствора сернокислого меднения на катодах различной природы, снятые в потенциостатическом режиме.

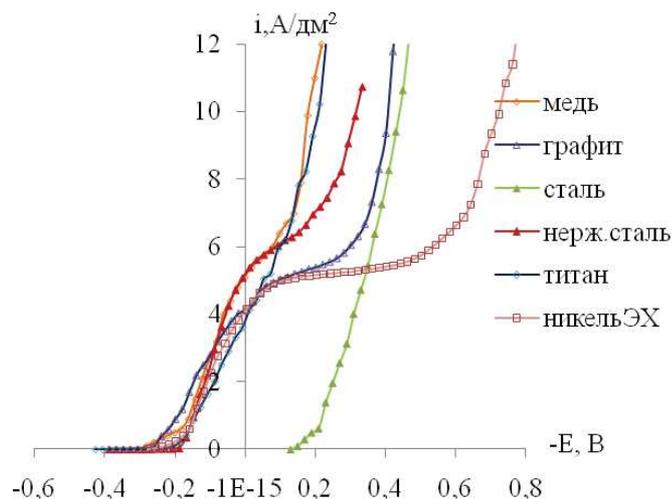


Рисунок 1 – Потенциостатические поляризационные кривые в исследуемом электролите на катодах различной природы

По мере наращивания площади металла медью потенциал электрода смещается в более электроотрицательную область и выходит на участок, которому соответствует предельный диффузионный ток. Дальнейшая поляризация электродов приводит к увеличению плотности тока вследствие выделения водорода. Однако поляризационная кривая электрода из углеродистой стали значительно отличается, что связано с химическим восстановлением меди на стальной поверхности вследствие значительной разности окислительно-восстановительных потенциалов этих двух металлов. Установлено, что наиболее подходящей плотностью тока для извлечения ионов Cu^{2+} является плотность тока до $4,5 \text{ A/dm}^2$ так как дальнейшее ее увеличение будет приводить к образованию рыхлых осадков меди из-за наличия предельной диффузионной области на поляризационных кривых.

При выборе материалов электродов учитывали следующие факторы:

- устойчивость и поведение данного материала в кислой среде;
- минимальное напряжение на электролизере;
- механическая прочность;
- стоимость материала.

На рисунке 2 представлены поляризационные зависимости катода из медной сетки в отработанном растворе сернокислого меднения в процессе извлечения меди, в качестве анода использовали ОРТА.

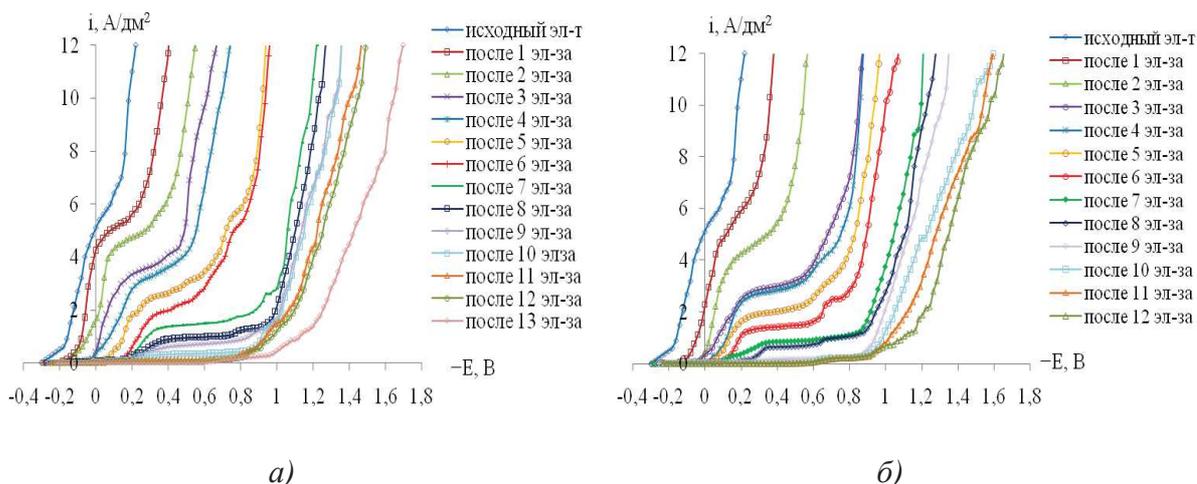


Рисунок 2 – Катодные потенциостатические поляризационные кривые, снятые в процессе извлечения меди с анодами различной природы: а) ОРТА; б) свинец

По мере извлечения в растворе уменьшается концентрация ионов меди, что приводит к уменьшению предельного диффузионного тока, осаждению рыхлых порошкообразных осадков и увеличению доли электричества, затрачиваемого на процесс выделения водорода. Данные поляризационных измерений позволили подобрать рабочие плотности тока на электролизере в процессе извлечения меди по мере уменьшения концентрации ионов в растворе.

Проработку электролита осуществляли циклами в гальваностатическом режиме при комнатной температуре. Время проработки рассчитывали для осаждения 1 г металла. Процесс вели при постепенном снижении плотности тока. Во время электролиза измеряли напряжение на ванне, по окончании каждой проработки рассчитывали выход по току и степень извлечения меди, количество пропущенного электричества, контролировали значение рН. Остаточную концентрацию ионов металла в исследуемом растворе определяли гравиметрическим и титрометрическим методами. В качестве катода использовалась медная сетка, в качестве вспомогательного электрода ОРТА и свинец, процесс проводили с перемешиванием.

По мере проработки отработанного сернокислого электролита меднения наблюдалось снижение выхода по току меди, что связано с уменьшением концентрации ионов меди в объеме раствора и увеличением скорости выделения водорода. Для поддержания приемлемого выхода по току металла и получения компактного осадка меди, плотность тока в процессе электролиза необходимо постепенно снижать. Среднее напряжение на ячейке в процессе

извлечения меди с анодами ОРТА составило 2,5–3,3 В, со свинцовыми анодами – 2,0–3,1 В.

При уменьшении концентрации ионов меди в растворе ниже 0,6 г/л происходит значительное уменьшение катодного выхода по току меди (рисунок 3). Таким образом, при уменьшении концентрации ионов меди в растворе ниже данного значения дальнейшая проработка раствора нецелесообразна.

Из зависимости, представленной на рисунке 4, также можно сделать вывод о нецелесообразности проведения процесса извлечения меди прямым электролизом из отработанного раствора сернокислого меднения при уменьшении концентрации ионов в растворе ниже 0,6 г/л.

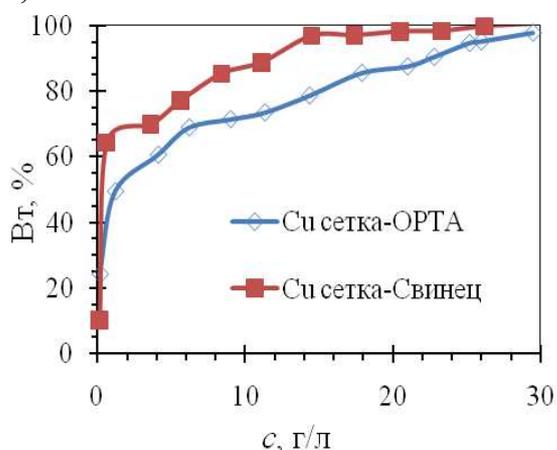


Рисунок 3 – Зависимость выхода по току меди от начальной концентрации в растворе

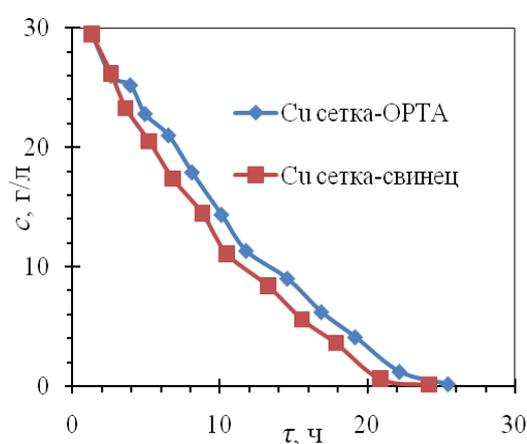


Рисунок 4 – Зависимость конечной концентрации ионов меди в отработанном растворе сернокислого меднения от времени его проработки

Установлено, что электрохимическое восстановление цинка целесообразно проводить до остаточной концентрации 0,6–1,2 г/л, далее использовать химическую доочистку раствора. Установлено, что применение в качестве катода медной сетки позволяет извлекать металл с высокой скоростью, при высоких значениях выхода по току, минимальных энергозатратах и максимальной эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. – М.: Глобус, 1998. 302 с.