

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

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА ИЗ РАСТВОРА ВАННЫ УЛАВЛИВАНИЯ ПОСЛЕ СЕРНОКИСЛОГО МЕДНЕНИЯ

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 [1,2].

Данный метод очистки имеет ряд преимуществ перед остальными способами: упрощенная технологическая схема при эксплуатации производственных установок; легкая автоматизация их работы; меньшие производственные площади, необходимые для размещения очистных сооружений; возможность обработки растворов без предварительного разбавления; не увеличение содержания стоков и уменьшение количества осадков после обработки [2].

Эффективность процесса существенно зависит от массопереноса, концентрации ионов металлов, процессов, протекающих при проработке, плотности тока, материала и вида электродов, наличия или отсутствия динамического режима, энергозатрат и других факторов [1–4].

В работе исследовалось влияние нестационарных токовых нагрузок на процесс извлечения ионов меди из модельного раствора ванны улавливания после сернокислого меднения следующего состава: H_2SO_4 – 50–60 г/дм³, CuSO_4 – 50–60 г/дм³. Импульсные режимы электролиза задавали с помощью потенциостата ПИ-50-1.1 с программатором ПР-8. В качестве катодов использовали медные пластины.

Кинетические характеристики процесса осаждения меди из разбавленных электролитов сформированы преимущественно перенапряжениями диффузии. Кроме того, в разбавленных электролитах на перенапряжение диффузии оказывает влияние поляризационное сопротивление, которое линейно зависит от плотности тока. В связи с этим для уменьшения удельных энергозатрат на процесс выделения меди необходимо элиминировать диффузионные ограничения посредством применения импульсного

электролиза. Для определения параметров импульсного электролиза была получена катодная поляризационная кривая осаждения меди (рисунок 1) из исследуемого раствора.

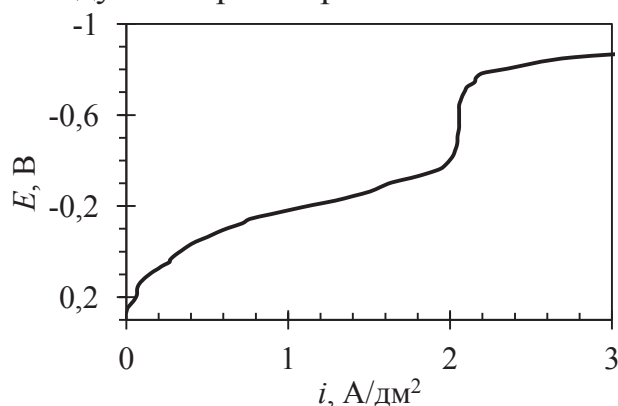


Рисунок 1 – Катодная поляризационная кривая осаждения меди из модельного раствора ванны улавливания

Осаждение меди характеризуется линейным ростом плотности тока при смещении потенциалов от стационарного 0,27 В, что вероятно связано с электрохимической природой замедленной стадии. Выход по току для меди при плотности тока 0,25 А/дм² достигает 75 %. Диффузионные ограничения процесса осаждения меди проявляются при потенциалах меньших –0,1 В (рисунок 1). При дальнейшем сдвиге потенциалов в электроотрицательную область наблюдается предельный ток в области потенциалов от –0,4 до –0,6 В, что сопровождается осаждением крупнокристаллических осадков переходящих в дендриты и порошкообразные отложения с выделением водорода.

Следует отметить, что все значение выхода по току мед в импульсном режиме электролиза при скважности 0,5 больше чем значения для стационарного электролиза при той же эффективной плотности тока (0,25 А/дм²). Это указывает на частичное исключение диффузионных ограничений осаждения меди при данных параметрах импульсного электролиза. Максимальное значение выхода по току меди достигает 98 % и наблюдается при длительности паузы 10 с (рисунок 2). Резкое падение выхода по току меди при длительности импульса 100 с связано с увеличением доли электричества, затрачиваемого на реакцию выделения водорода в условиях быстрого уменьшения концентрации ионов меди в приэлектродной области.

При уменьшении скважности импульса до 0,33 максимальное значение выхода по току наблюдается при длительности паузы 2 с (рисунок 3), что наиболее вероятно связано с ростом плотности тока в импульсе, и следовательно быстрым обеднением приэлектродного пространства ионами меди при больших временах паузы.

Следует отметить, что при извлечении меди с наложением импульсного тока при малых паузах (рисунок 3) выход по току меди имеет меньшее значение, чем в условиях стационарного электролиза при эффективной плотности тока $0,25 \text{ А/дм}^2$. Это может быть связано с тем, что катодная плотность тока в импульсе в 3 раза больше чем при стационарном электролизе.

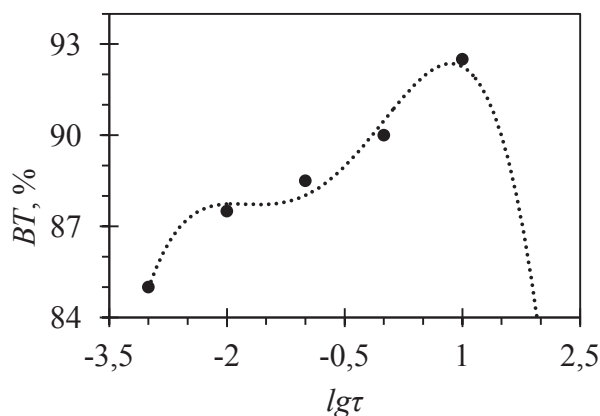


Рисунок 2 – Зависимость выхода по току меди от логарифма времени паузы при скважности импульса 0,5 ($i_{эф}=0,25 \text{ А/дм}^2$)

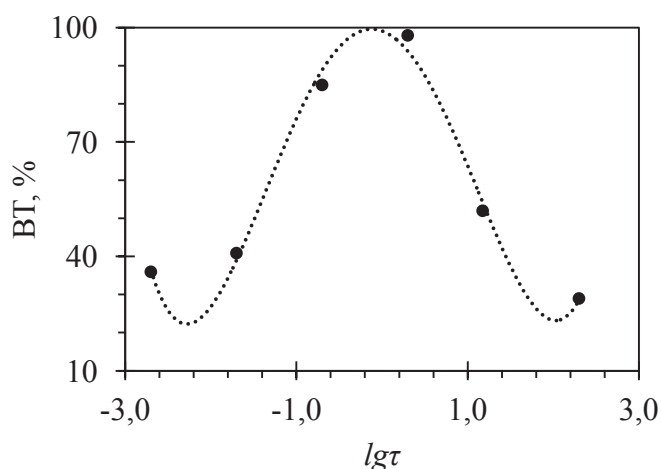


Рисунок 3 – Зависимость выхода по току меди от логарифма времени паузы при скважности импульса 0,33 ($i_{эф}=0,25 \text{ А/дм}^2$)

Использование скважности 0,165 при импульсном электролизе для исследованного электролита позволяет достичь выхода по току меди порядка 75 % при длительности паузы 5 с (рисунок 4), что сопоставимо с выходом по току в стационарном электролизе при данной эффективной плотности тока.

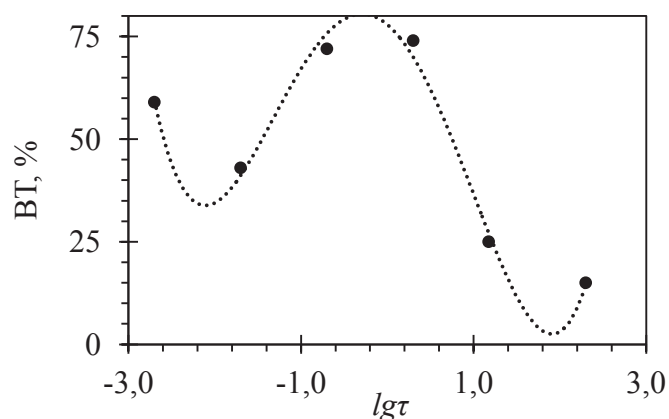


Рисунок 4 – Зависимость выхода по току меди от логарифма времени паузы при скважности импульса 0,165 ($i_{\phi}=0,25$ А/дм²)

Плотность тока в импульсе для скважности 0,165 приближается к значению предельного тока осаждения меди, что обуславливает малые величины выхода по току при больших и малых длительностях паузы.

Таким образом, с целью снятия диффузионных ограничений при восстановлении ионов меди в разбавленных растворах путем подбора параметров нестационарности установлено, что наилучшие результаты были достигнуты при использовании импульсного электролиза со скважностью 0,5 и временем паузы 10 с ($i_{эф} = 0,25$ А/дм²). Данные технологические параметры позволяют достичь выхода по току меди порядка 98 % для растворов из ванн улавливания после сернокислого гальванического меднения с содержанием ионов Cu^{2+} концентрацией 20 г/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. – М.: Глобус, 1998. 302 с.
2. Белобаба А.Г., Маслий А.И., Бочкарев Г.Р., Пушкарева Г.И. Глубокое извлечение Cu и Zn из промывных растворов процесса хроматирования цинка // Гальванотехника и обработка поверхности. 2004. № 3. С.30–34.
3. Виноградова А.В., Кладити С.Ю., Виноградов С.С. Регенерация цинка из ванны улавливания после цинкования в сернокислом, цинкатном и аммиакатном электролитах // Гальванотехника и обработка поверхности. 2009. № 2. С.49–56.
4. Виноградова А.В., Кладити С.Ю., Виноградов С.С. Регенерация меди из ванны улавливания после меднения из сернокислого электролита // Гальванотехника и обработка поверхности. 2010. Т. 18. № 4. С. 49–56.