

РЕКУПЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО ЩЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ЦИНКОВАНИЯ

Процесс цинкования занимает первое место по объемам производства среди гальванических покрытий в РБ. В связи с этим, на таких крупных предприятиях страны как ОАО «МАЗ» и РУП «МТЗ», количество отработанного электролита цинкования, сбрасываемого на очистные сооружения, может составлять 1 м^3 в неделю. В настоящее время основным промышленным способом утилизации металлсодержащих растворов является реагентный метод, что приводит к образованию значительного количества гальванических шламов. При этом электролиты можно рассматривать как сырье, содержащее различные цветные металлы, в том числе Zn (II). Ввиду этого представляют интерес такие методы утилизации отработанных растворов, которые позволили бы обеспечить максимальную рекуперацию цинка. Наиболее эффективным методом восстановления цветных и тяжелых металлов является селективный электролиз. При переработке отработанных электролитов промышленных предприятий электрохимическим методом возможно снижение содержания экологически опасных ионов металлов до норм ПДК, очищенную воду можно использовать для технических целей. Извлеченные в виде компактного осадка металлы могут быть использованы повторно, например, в качестве материала анодов. Таким образом, при извлечении металлов в товарный продукт можно реализовать замкнутый цикл безотходного производства, что позволит в некоторой степени решить проблемы ресурсосбережения и импортозамещения.

На предприятиях Республики Беларусь наиболее распространенными электролитами для нанесения цинковых покрытий являются аммиачно-хлоридный и цинкатный электролиты. Поэтому в качестве объекта исследования рассматривали отработанный цинкатный электролит, применяемый на ОАО «МАЗ», следующего состава, г/л: ZnO – 8 – 12, NaOH – 90 – 120, блескообразователь А1-ДМ – 10 – 12. В работе исследовалась возможность применения электролиза для извлечения цинка из отработанного электролита цинкования.

Для подбора материала электродов проводили ряд поляризационных измерений, при этом учитывали следующие факторы: устойчивость и поведение данного материала в среде электролита, минимальное напряжение на электролизере, механическую проч-

ность и стоимость материала. В качестве материала катода изучали графит, сталь, титановую сетку, электрохимически осажденный никель и электрохимически осажденный цинк. В качестве материала анода – графит, сталь и никель, осажденный из низкотемпературного электролита никелирования. Результаты катодных поляризационных кривых показали, что минимальная поляризация наблюдается на электроде из титановой сетки. Наименьшая анодная поляризация наблюдается на никеле. Согласно проведенным исследованиям, извлечение цинка из отработанного щелочного электролита цинкования проводили со следующими парами электродов (таблица 1):

Таблица 1 – Пары электродов, используемые для проведения ряда электролизов в отработанном цинкатном электролите

Материал катода	Материал анода
Ti сетка	сталь
Ni пенометалл	сталь
Сталь	сталь
Ti сетка	электрохимически осажденный никель
Ni пенометалл	электрохимически осажденный никель

По данным катодных поляризационных измерений установлено, что наиболее подходящей плотностью тока для извлечения Zn^{2+} следует считать плотность тока до $2,0 \text{ А/дм}^2$, выше этой плотности тока происходит интенсивное выделение водорода, что отрицательно сказывается на значениях выхода по току металла.

Проработку рабочего электролита осуществляли циклами в гальваностатическом режиме при комнатной температуре. Время проработки рассчитывали для осаждения 1 г металла. В ходе электролиза плотность тока постепенно снижали с $2,0$ до $0,6 \text{ А/дм}^2$. Извлечение цинка осуществляли в динамическом режиме при использовании катодов из Ti сетки и Ni пенометалла.

Во время проработок электролита измеряли напряжение на ванне, по окончании каждой проработки рассчитывали выход по току и степень извлечения цинка, количество пропущенного электричества, контролировали значение pH. Остаточную концентрацию ионов металла в исследуемом растворе определяли гравиметрическим и титриметрическим методами. Результаты исследований представлены в таблице 2. В ходе проработок щелочного электролита цинкования не наблюдалось существенного изменения значений pH, раствор не корректировали по данному показателю.

В процессе электролизов рабочего электролита наблюдалось снижение выхода по току цинка, что обусловлено уменьшением концентрации ионов металла в объеме раствора и увеличением скорости

выделения водорода. Для поддержания приемлемого выхода по току цинка, плотность тока в процессе проработок постепенно снижали с 2,0 до 0,6 А/дм².

Таблица 2 – Сравнительная характеристика показателей эксперимента при извлечении цинка из отработанного цинкатного электролита

Показатель	Ti сетка/ Сталь	Ni пенометалл/ Сталь	Сталь/ Сталь	Ti сетка/ ЭХ никель	Ni пенометалл ЭХ никель
$C_0(\text{Zn}^{2+})$, г/л	10,08	10,08	10,08	10,08	10,08
$C_k(\text{Zn}^{2+})$, г/л	0,12	0,16	0,43	0,41	0,23
$\tau_{\text{эл-эв}}$, ч	18,6	13	15,12	17	11
$V_{\text{тср}}(\text{Zn}^{2+})\%$	25,56	39,61	18,14	42,57	29,87
$S_{\text{ср}}(\text{Zn}^{2+})\%$	43,98	50,49	34,61	35,4	41,56
$U_{\text{ср}}$, В	3,04	2,56	3,14	2,43	3,14
Q , Ач	1,81	1,13	1,75	1,10	1,43
W , Втч/г	25,61	33,27	30,75	11,44	28,48

В работе установлено, что применение электролиза позволяет эффективно извлекать цинк как из щелочного отработанного электролита цинкования, при этом конечный продукт представляет собой металлический цинк, пригодный для реализации. Рекуперация отработанного цинкатного электролита электрохимическим методом не создает вторичного загрязнения отработанного раствора.

УДК 539.16

Л.С. Ещенко, проф., д-р техн. наук; Г.М. Жук, мл. научн. сотр.;
А.А. Цюхай, студ. 5к.; О.Ю. Федорова, студ. 5 к. (БГТУ, г. Минск)

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПИГМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТИЗИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ

Известно, что гальванические шламы можно использовать в качестве добавок при производстве бетона, керамзита, асфальта, пигментов, катализаторов и других материалов. Поскольку соединения железа преобладают в шламах, то их целесообразно перерабатывать на коричневые и красные пигменты. Для получения таких пигментов с требуемыми укрывистостью, интенсивностью цвета, его чистотой и яркостью содержание Fe_2O_3 в сухих шламах должно быть не менее 50 мас. %, молярное соотношение $\text{Fe}_2\text{O}_3 : (\text{Me} + \text{Me}_2\text{O}_3) = 1 : (0,1-0,3)$ в соответствии с критерием химического соответствия [1]. Одним из направлений в решении проблемы использования гальваношламов как сырья для получения пигментных материалов может явиться химиче-