

диртизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 21 с.

УДК 544.6.018.47-039.6

Е.М. Мороз асп.; А.А. Черник доц., канд. хим. наук;  
И.М. Жарский проф., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ЦИНКОВАНИЯ И ПРОМЫВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Развитие современных технологий обработки поверхности и нанесения гальванических покрытий не всегда соответствует развитию технологий утилизации и регенерации рабочих растворов. Применение технологий, использующих отстаивание, электрокоагуляцию, ионообменные фильтры является достаточно громоздкими, сложными в монтаже, требует значительных эксплуатационных затрат на расходные материалы, приводит к значительным затратам воды, образованию большого количества гальванических шламов [1]. С другой стороны, отработанные электролиты можно перерабатывать для регенерации ценных компонентов, таких как Zn (II). Возврат металла позволит снизить нагрузку на очистные сооружения, вернуть в производство ценные продукты, в некоторой степени решить проблемы ресурсосбережения и импортозамещения. Наиболее эффективным методом восстановления цинка из отработанных растворов как по реализации в гальваническом производстве, так и в аппаратурном исполнении является электролиз [2–4].

В связи с этим промышленная переработка отработанных электролитов цинкования и промывных вод ванны улавливания с последующим извлечением цинка является актуальной задачей.

В качестве объекта исследования был взят отработанный электролит цинкования, применяемый на РУП «МТЗ», следующего состава, г/л:

$ZnCl_2$  – 40–50

$NH_4Cl$  – 190–200

блескообразователь А – 30–40

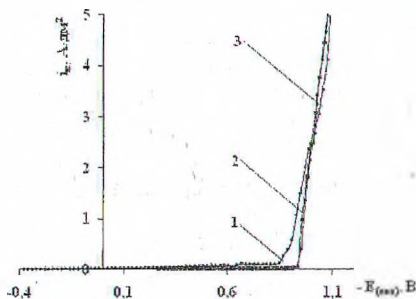
блескообразователь В – 5–15

блескообразователь С – 5–15.

Извлечение ионов металла осуществляли в двухкамерной ячейке с катионообменной мембраной КМ-40 (рисунок 1). В качестве анолита использовали раствор  $Na_2SO_4$ , католита – отработанный электролит цинкования. В качестве материала катода использовали электроосажденный цинк, анода – графит.

Извлечение цинка проводили циклами в гальваностатическом режиме при ступенчатом снижении плотности тока с  $1,2 \text{ А/дм}^2$  до  $0,1 \text{ А/дм}^2$  и комнатной температуре. Корректировку значений pH осуществляли раствором HCl до значений 5–5,5. Остаточную концентрацию ионов металла в исследуемом растворе определяли гравиметрическим и титрометрическим методами.

Для подбора материала катода проводили поляризационные измерения (рисунок 2). В качестве материала катода использовали электроды из графита, стали, электрохимически осажденного цинка. Было установлено, что материал электрода не оказывает значительного влияния на ход катодного процесса. Бестоковые потенциалы на данных электродах составляют:  $0,378 \text{ В}$ ,  $-0,271 \text{ В}$ ,  $-0,746 \text{ В}$  соответственно для графита, стали, электрохимически осажденного цинка. Катодный процесс на графите протекает с меньшей поляризацией  $E = -0,828 \text{ В}$ , на стали и цинке осаждение металла наблюдается при  $E = -0,938 \text{ В}$  и  $E = -0,934 \text{ В}$  соответственно. По прошествии некоторого времени электролиза поверхность электрода покрывается слоем цинка, вид материала основы полностью нивелируется.



**Рисунок 2 - Потенциостатические поляризационные кривые в отработанном электролите цинкования для различных материалов катода**

Исходя из поляризационных кривых предельный ток диффузии  $\text{Zn}^{2+}$  составляет  $2,5 \text{ А/дм}^2$ . Область плотностей тока, где цинк осаждается в виде компактного осадка, находится до  $1,2 \text{ А/дм}^2$  (рисунок 2).

В процессе электролиза наблюдалось снижение выхода по току цинка, что обусловлено уменьшением концентрации катионов металла в объеме раствора и увеличением скорости выделения водорода в течение всего эксперимента. Для поддержания приемлемого выхода по току металла, плотность тока в процессе электролиза постепенно

снижали до 0,1 А/дм<sup>2</sup>. Металл осаждался в виде мелкокристаллического, компактного, плотносцепленного с поверхностью осадка.

В ходе эксперимента рассчитывалась степень извлечения цинка. В процессе проработки электролита степень извлечения металла достигала 40 %. Значение параметра с течением времени снижалось, ввиду уменьшения концентрации  $Zn^{2+}$  и снижения плотности тока.

В работе установлено, что применение мембранного электролиза при постепенном снижении плотности тока позволяет эффективно извлекать цинк из отработанного электролита цинкования. Как следует из полученных данных, за 13 ч электролиза, с количеством пропущенного электричества около 30 Ач/л, происходит снижение концентрации цинка с 24,84 г/л до 1,31 г/л, при этом расход электроэнергии составляет 62,89 кВтч/кг.

### ЛИТЕРАТУРА

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

2 Виноградова А.В., Кладити С.Ю., Виноградов С.С. Регенерация цинка из ванны улавливания после цинкования в серноокислом, цинкатыном и аммиакатыном электролитах // Гальванотехника и обработка поверхности. 2009. № 2. С.49 – 56.

3 Тураев Д.Ю. Опыт применения метода мембранного электролиза в гальваническом производстве на участке цинкования и кадмирования // Гальванотехника и обработка поверхности. 2006. № 3. С.28 – 33.

4 Тураев Д.Ю. Извлечение катионов тяжелых металлов из кислых растворов методом мембранного электролиза // Химия и химическое производство. 2008. № 3. С. 59 – 64.

УДК 621.785

Галынская Н.А., ст. науч. сотр., канд. техн. наук;

Кухарева Н.Г., доц. канд. техн. наук,

Петрович С.Н., ст. науч. сотр.; Стасевич Г.В., ст. науч. сотр.

(БНТУ, г. Минск)

## **РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ НАСЫЩАЮЩИХ СРЕД ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОБОРИСТЫХ ДИФУЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ**

Соблюдение требований экологической безопасности производства и окружающей среды при нанесении гальванических покрытий влечет за собой значительные экономические затраты. Кроме того, для сложнопрофильных изделий весьма проблематичным является достижение равномерности наносимых гальванических покрытий. Поэтому