

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА И МАРГАНЦА ИЗ АКТИВНОЙ МАССЫ ОТРАБОТАННЫХ МАРГАНЦЕВО-ЦИНКОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

В настоящее время, наиболее часто применяется, технология переработки МЦ ХИТ, которая заключается в сортировке, дроблении, сепарации и отделении стальной составляющей. Остальная активная масса включает соединения цинка, марганца, графита, которые подвергаются захоронению. Данные отходы имеют второй класс опасности и не могут быть захоронены на полигонах промышленных отходов. В связи с этим существует необходимость в разработке технологии переработки активной массы в виде готовых продуктов или уменьшения класса опасности до четвертого.

Для исследования процесса переработки марганцево-цинковых источников тока, рассмотрены отработанные солевые и щелочные источники тока. Для выщелачивания активной массы применялся 10% раствор  $H_2SO_4$ .

Процесс выщелачивания проводили в растворах 10 %-ной  $H_2SO_4$  в течение 10 мин. Для этого навеску массой 10 г помещали в раствор кислоты объемом  $250\text{ см}^3$ . Анализ электролитов после выщелачивания на содержание ионов цинка, марганца и железа осуществляли титриметрически. Растворение проводилось 1 час без интенсификации. Затем растворы фильтровались с помощью воронки Бюхнера и колбы Бунзена. Нерастворенная активная масса в виде осадка на фильтровальной бумаге подвергалась рентгенофазовому анализу, а очищенный электролит собирался в емкость.

Были получены 2 электролита. Два на основе 10%  $H_2SO_4$  (далее 10%  $H_2SO_4$  сол.эл., 10%  $H_2SO_4$  щел.эл.).

Следующим этапом было извлечение порошка цинка на катоде и диоксида марганца на аноде из электролитов при различных условиях электролиза. Катодом служила алюминиевая проволока, а анодом свинец. Алюминиевая проволока была выбрана так как с нее проще снимается порошок цинка и в ходе электролиза порошок может отделиться и осесть на дно электролизера.

Во время электролиза через определенное время отбиралась проба электролита для определения содержания цинка и марганца. После проведения электролиза была определена конечная концентра-

ция цинка и марганца в электролите.

Осаждение марганца в виде осадка невозможно, однако марганец можно осадить в виде диоксида марганца на аноде по реакции:



Проведение электролиза двух электролитов на основе серной кислоты при плотности тока  $5 \text{ А/дм}^2$ ,  $20 \text{ А/дм}^2$  для получения порошка цинка на катоде и ЭДМ на аноде, при расчете выходов по току и удельных затраты электроэнергии, были получены графические зависимости, которые представлены на рисунке 1.

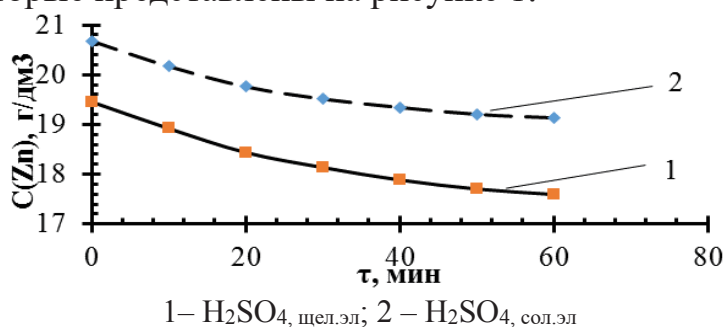


Рисунок 1 – а) зависимость концентрации от времени электролиза

На основании полученных данных можно сделать вывод, что проводить осаждение цинка и ЭДМ из данных электролитов возможно. Концентрация цинка снижается со временем уменьшая выход по току и увеличивая удельные затраты электроэнергии. Анализ диоксида марганца показал, что частицы имеют размер 6–7 мкм, что характерно для ЭДМ-2, который в дальнейшем можно повторно использовать для производства МЦ ХИТ.



Рисунок 2 – Фотография MnO<sub>2</sub>, полученного при электроэкстракции из 10 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> щел.эл+сол.эл

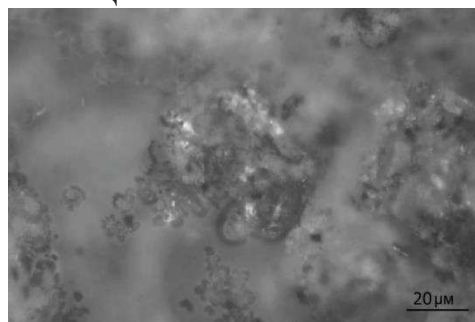


Рисунок 3 – Фотография порошка цинка полученного при электроэкстракции из 10 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> щел.эл+сол.эл

По полученным данным (рисунки 2 и 3) видно, что при электролизе с меньшей плотностью тока, частицы диоксида марганца имеют размер 1–2 мкм, что характерно для ЭДМ-1. Размер зерен порошка цинка не зависит от изменения плотности тока и имеет размер от 20 до 30 мкм.

Таким образом, переработка активной массы отработанных марганцево-цинковых химических источников тока методом электрохимического извлечения порошков цинка на катоде, а диоксида марганца аноде из 10% раствора серной кислоты в значительной степени позволят перевести ионы цинка и марганца в готовые продукты, такие как порошок цинка и диоксид марганца.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Химические источники тока: Справочник / под редакцией Н. В. Коровина и А. М. Скундина. - М.: Издательство МЭИ, 2003. – 740 с.
2. Алкалиновые батарейки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80aabsug3boo.xn--plai/elementpitanija/83-alkalinovye-batareyki.html>. – Дата доступа: 23.09.2019.
3. Печенова, Г. Г. Электрохимическое извлечение цинка из щелочного электролита выщелачивания активной массы отработанных марганцево-цинковых химических источников тока / Г.Г. Печенова, А.А. Черник, И.В. Каврус; – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2021. – 251 с.

УДК 621.357.7:541.135

И.А. Черник, асп.; А.А Черник, доц.; И.И. Курило доц.  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ КАТОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СВЯЗКИ Ni-Fe**

Импульсный режим электролиза имеет ряд преимуществ по сравнению со стационарным электролизом. При этом в ряде случаев требуемые характеристики покрытий могут быть достигнуты только при электролизе импульсным или реверсным током. Применение импульсного режима позволяет проводить осаждение таких металлов и сплавов, которые на постоянном токе не осаждаются или осаждаются, но с очень малым выходом по току. Кроме того, возможно получение мелкозернистых блестящих осадков при высоких плотностях тока без использования блескообразующих добавок, так как применение нестационарных токов позволяет в ряде случаев управлять ориентацией и размером кристаллов, влиять на морфологию поверхности осадков и количество примесей в них, а также на выход по току и на соотношение компонентов в сплавах.

Никель-алмазные покрытия применяются для получения абра-