

РЕГЕНЕРАЦИЯ МЕДИ ИЗ МЕДНОХЛОРИДНОГО РАСТВОРА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Икромов Д.И. Колмачихина Э.Б.

Уральский федеральный университет имени первого президента России

Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

dzhafarxon@list.ru

e.b.khazieva@urfu.ru

Аннотация. Цель данной работы – изучение процесса регенерации меди из меднохлоридного раствора травления печатных плат электрохимическим путем. В работе приведены методика исследования, результаты исследования, технико-экономическое обоснование проекта, дана характеристика процесса и применяемого оборудования.

Ключевые слова: травильный раствор, печатные платы, катионнообменная установка, аноды, катоды, катодная медь, мембрана.

RECOVERY OF COPPER FROM COPPER CHLORIDE SOLUTION OF PRINTED BOARDS

Ikromov J.I. Kolmachikhina E.B.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The purpose of this work is to study the process of copper regeneration from copperchloride etching solution of printed circuit boards by electrochemical means. The paper presents the research methodology, the results of the study, the feasibility study of the project, the characteristics of the process and the equipment used.

Key words: etching solution, printed circuit boards, cation exchange plant, anodes, cathodes, cathode copper, membrane.

Медь является одним из важнейших цветных металлов, имеет уникальное сочетание различных свойств: превосходная устойчивость к коррозии, высокая степень пластичности, привлекательные цвет и фактура, высокая теплопроводность и хорошая электропроводимость.

Большое количество меди используется в электронике, а в наше время электронику (мобильные телефоны, компьютеры и т.д.) без печатных плат представить невозможно. Печатная плата представляет собой плоское изоляционное основание, на одной или обеих сторонах которой расположены токопроводящие полоски металла (проводники) в соответствии с электрической

схемой. [1, 2] Благодаря платам можно добиться уменьшения габаритов устройства. При производстве плат образуются отработанные травильные растворы, которые нуждаются в переработке или регенерации. [3]

Целью исследования является извлечение меди из медно-хлоридного раствора машины травления электрохимическим способом на примере предприятия ЗАО «Техносвязь».

Эксперименты без использование катионнообменной мембраны

Предварительно проводили эксперименты по электроэкстракции меди в стандартной ячейке для определения базовых показателей процесса. Эксперименты провели при плотности тока $7,5 \text{ А/дм}^2$, варьируя продолжительность процесса.

На фотографиях катодных осадков (рисунок 1) видно, что с увеличением продолжительности увеличивались и частицы меди по крупности. В составе катодной меди помимо меди 72,9-93 %, присутствовали вредные примеси хлора и серы.

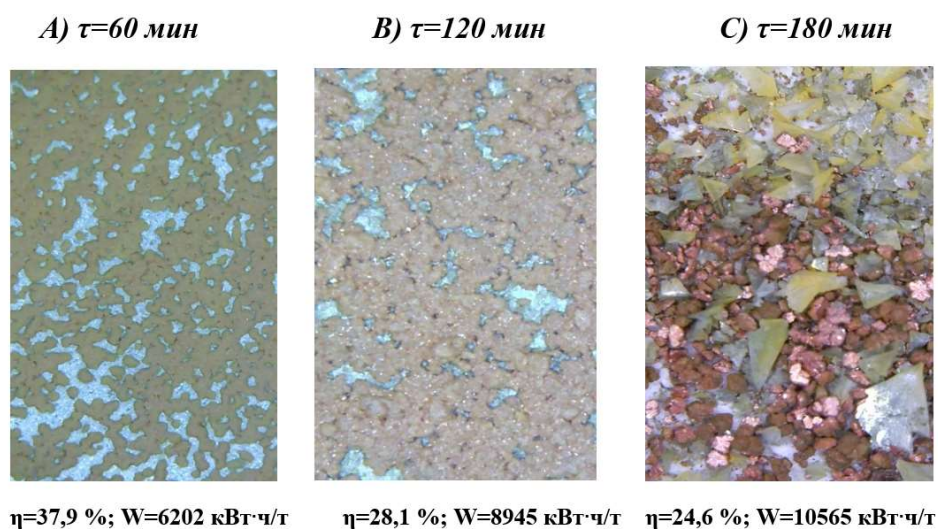
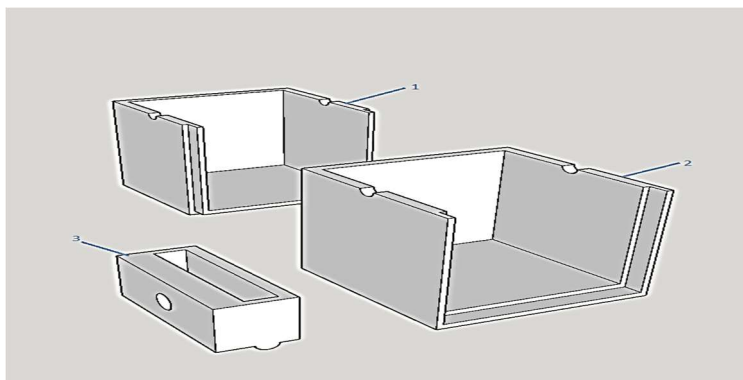


Рисунок 1 – Осадок меди на катоде

В процессе электроэкстракции отмечали бурное выделение газообразного хлора на аноде. С увлечением продолжительности от 60 до 180 мин выход меди по току снижался с 37,9 до 24,6 %, а расход электроэнергии был свыше 6000 кВт·ч/т.

Эксперименты с использованием катионообменной мембраны

Последующие опыты проводили с использованием катионообменной мембраны. Использовали катионообменную мембрану марки МК-40. Двухкамерный электролизер изготавливали из ABSпластика с помощью 3D-печати (рисунок 2).



1 – анодная камера; 2 – катодная камера; 3 – крепление для анода и катода
Рисунок 2 – Схема двухкамерного электролизера:

Эксперименты проводили с использованием различных материалов катода и анода. В качестве анода использовали платинированный титан, свинец и графит; титановый и графитовый листы – в качестве катодов.

Главными принципами выбора наиболее подходящих материалов для электролиза были их доступность, а также достижение высоких значений выхода меди по току при низком расходе электроэнергии. Опыты по электроэкстракции меди из травильных растворов проводили в течение 30-120 мин при разных плотностях тока 2,5-12,5 А/дм², чтобы выбрать оптимальную плотность тока.

Начальное содержание меди в электролите составляло 165 г/дм³. Полученные после электроэкстракции растворы (католит) должны возвращаться в цикл травления после предварительной электрохимической регенерации. Для этого концентрация меди должна быть снижена до 80-100 г/дм³.

Результаты экспериментов с катионообменной мембраной

В опытах выбрана плотность 7,5 А/дм² в качестве оптимальной, так как с увеличением плотности увеличивается и расход электроэнергии. На рисунках 3 и 4 показаны изменения выхода меди по току и расхода электроэнергии при разной продолжительности электролиза и оптимальной плотности 7,5 А/дм² (катод-Ti, Анод-Pt/Ti).

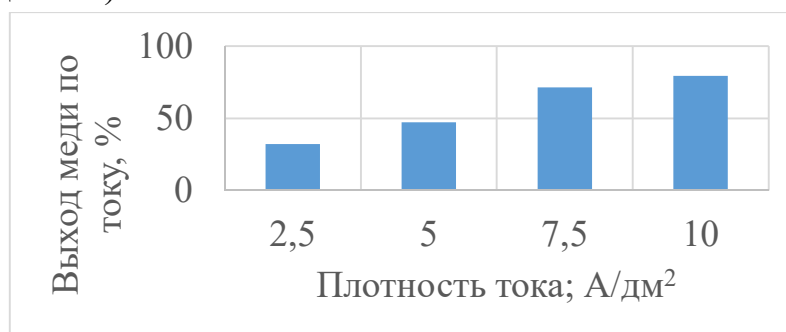


Рисунок 3 – Изменение выхода меди по току при использовании титанового катода и платинированного титана (Pt/Ti) в качестве анода при разных плотностях тока

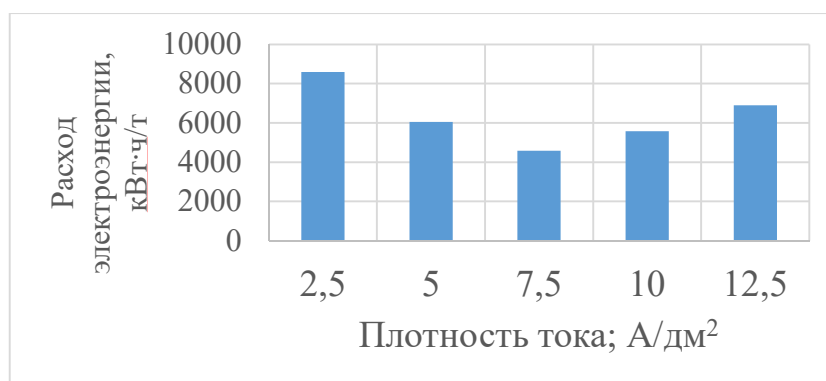


Рисунок 4 – Изменение расхода электроэнергии при использовании титанового катода и платинированного титана (Pt/Ti) в качестве анода при разных плотностях тока

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что чем выше продолжительность и плотность тока, тем выше выход меди по току. Напряжение на ванне снижалось в процессе электроэкстракции. Благодаря катионообменной мембране выделение газов на аноде практически не наблюдали, что является важным фактором.

Полученная катодная медь представляла собой компактный осадок, на поверхности которого осаждалась порошкообразная медь. (Рисунок 5)



Рисунок 5 – Катодная медь после электроэкстракции

Сравнивая показатели, полученные при электроэкстракции меди с использованием различных электродов, можно сказать, что оба варианта имеют свои достоинства и недостатки (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение использованных анодов и катодов

Материалы электродов	Pt/Ti анод	Свинцовый анод
Достоинства	Химически устойчивый; позволяет достигать высоких показателей выхода меди по току	Доступность, не растворяется в серной кислоте; в катодной меди не обнаружили примеси хлора

Недостатки	Повышается напряжение; Достаточно дорогой материал	Постепенное разрушение в электроэкстракции	механическое в условиях
-------------------	--	--	-------------------------

Заключение

В данной работе нами был рассмотрен электрохимический метод регенерации меди из отработанных растворов травления печатных плат. Используются самые различные материалы катода и анода. Предложен вариант переработки растворов травления с выделением металлической меди.

Электроэкстракция без катионообменной мембраны не позволяет достигать высоких показателей процесса: выход меди по току составлял 37,9 %, расход электроэнергии 6202 кВт·ч/т. Также отмечали интенсивное выделение газообразного хлора на аноде.

Библиографический список

1 Отчет исследования российского рынка печатных плат [Электронный ресурс] : – Режим доступа: URL: http://www.sovel.org/images/upload/ru/1285/Report_Russian_PCB_market_2018_demo, свободный. – Загл.с экрана. Дата обращения 31.05.2022.

2 Пат. 2905373 Рос.Федерация, МПК С 09 F 1/28. Технологические процессы травления металлов для формирования сложных изделий: № 2009101017 : заявл.31.03.2017: опубл. 11.01.2018 / Андреев Ю.С.; : заявитель и патентообладатель БГТУ. – 6 с.

3 Травители и методы травления [Электронный ресурс] : – Режим доступа: URL: https://studopedia.su/15_11868_traviteli-i-metodi-travleniya.html, свободный. – Загл.с экрана. Дата обращения 31.05.2022.