

Тихоступ Дарина,  
учениця 9 Б класу Ліцею № 19 м. Житомира,  
вихованка гуртка "Юний хімік" ЖМЦНТТУМ  
Науковий керівник: Ващук Олена,  
вчитель біології і хімії Ліцею № 19 м. Житомира,  
Керівник гуртка ЖМЦНТТУМ  
[lenaschool2005@gmail.com](mailto:lenaschool2005@gmail.com)

## ЕЛЕКТРОЛІЗ ЗАМОРОЖЕНИХ РОЗЧИНІВ ЯК МЕТОД ДОБУВАННЯ МЕТАЛІВ

**Ключові слова:** заморожені розчини, концентрування, електроліз, переробка відпрацьованих гальванічних елементів

Останнім часом актуальним стає вивчення можливості проходження реакцій у заморожених розчинах, особливостей протікання хімічних перетворень та фізико-хімічних процесів, що відбуваються у таких системах.

Збереження екологічної рівноваги та раціональне використання природних ресурсів є однією з найважливіших проблем сьогодення. Серед багатьох полутантів, небезпечними забрудненнями середовища є йони важких металів, які містяться у гальванічних виробках.

Відтак, актуальним є вивчення особливостей протікання процесів у заморожених розчинах та дослідження можливості використання методики проведення електролізу у заморожених системах для переробки відпрацьованих гальванічних елементів.

**Метою роботи** напрацювання методики переробки елементів живлення з застосуванням електролізу заморожених розчинів.

**Об'єкт дослідження:** заморожені багатокомпонентні системи.

**Предмет дослідження:** дослідження особливостей електролізу заморожених розчинів отриманих при розчиненні компонентів відпрацьованих елементів живлення.

Заморожені розчини мають особливі структури через те, що при заморожуванні вода перетворюється в лід, а розчинені речовини концентруються в рідких мікрообластях, які залишаються між кристалами льоду. У заморожених розчинах на поверхні розділу між кристалами льоду та рідкою фазою відбуваються складні фізико-хімічні процеси, зумовлені локальною концентрацією розчинених речовин, зміною структури води та поведінкою іонів і молекул. Це утворює специфічне середовище, що суттєво впливає на фізико-хімічні процеси в замороженому стані [17]. Коли розчин заморожується, лід утворюється поступово, витісняючи розчинені речовини до залишкової рідкої фази. Це може призвести до локального пересичення рідкої фази, що створює умови для інтенсивного осадження речовин або утворення нових хімічних сполук [15]. Виходячи з цього, заморожені розчини можна використовувати для концентрування певних компонентів системи.

З метою вироблення методики утилізації відпрацьованих гальванічних елементів, було здійснено спроби проводити вилучення металів шляхом електролізу із заморожених систем.

**Підготовка сировини.** Подрібнюємо батарейку, окремо виділяємо корпус. Внутрішні компоненти батарейки поміщаємо у водний розчин, підкислений оцтовою кислотою. Для приготування цього розчину використовуємо 125 мл води і 50 мл оцту (9%).

У цей розчин занурюємо внутрішній вміст батарейки. Визначаємо рН розчину, рН = 4,5.

**Заморожування розчинів.** Електроліз проводили у системах за різних температурних режимів.

Частину дослідів проводили за температури 22°C. Розчин заморожували при температурі -1°C, -5°C, -10°C, -15°C. Витримували у морозильній камері протягом 6 годин. Розчини відфільтрували. Електроліз проводили протягом 1 години при силі струму 1 А. У якості електродів використовували мідні пластинки.

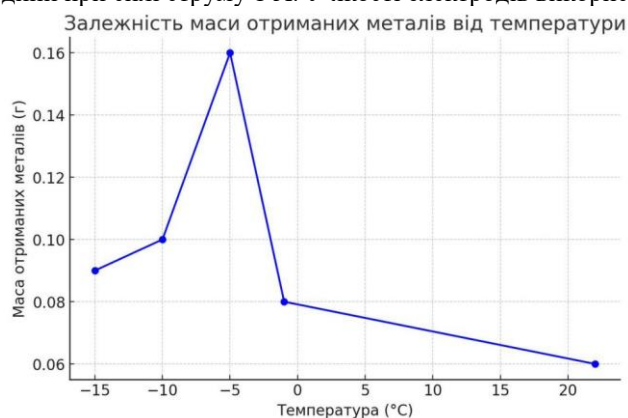


Рисунок 1. Залежність маси отриманих металів від температури заморожування систем

Таблиця 1.

**Зведена таблиця результатів електролізу розчинів за різних температурних режимів**

Температура приготування розчину, °С	рН розчину	Сила струму, А	Час експерименту, хв	Маса пластинки до електролізу, г	Маса пластинки після електролізу, г	Маса отриманих металів, г
+22 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,300г	2,360г	0,06 г
-1 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,350г	2,43 г	0,08 г
-5 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,468г	2,628 г	0,16 г
-10 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,505г	2,605 г	0,10г
- 15 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,520г	2,610г	0,09г

## ВИСНОВКИ

1. Проведено теоретичне вивчення особливостей хімічних перетворень та фізико-хімічних процесів, що відбуваються у заморожених розчинах, енергетичних ефектів, що супроводжують фазові зміни.
2. Досліджено особливостей електролізу заморожених розчинів отриманих при розчиненні компонентів відпрацьованих елементів живлення при рН = 4,5.
3. Встановлено, що заморожування багатокомпонентних систем сприяє концентруванню катіонів металів у рідкій фазі і збільшенню кількості вилученого металу.
4. Встановлено, що найбільшу кількість металів вилучено при температурі заморожування розчину до -5<sup>0</sup>С протягом 6 годин.
5. Встановлено, що навіть незначне заморожування розчину (до температури системи -1<sup>0</sup>С) сприяє збільшенню виходу металів під час електролізу з 0,06 г до 0,08 г (33%).
6. Вважаємо, що напрацьована методика вилучення металів з відпрацьованих гальванічних елементів шляхом заморожування розчинів цих відходів може бути використана для переробки полутантів. Відтак, варто продовжувати дослідження заморожених розчинів, відпрацьовання методики та визначення оптимальних параметрів температурного режиму та електролізу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Євсєєва, М. В. Електрохімічні процеси. Теорія та практикум : навчальний посібник / М. В. Євсєєва, А. П. Ранський, О. А. Гордієнко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. 111 с
2. Яворський, В.Т. Утилізація цінних компонентів із відпрацьованих малих джерел електричного струму / В. Т. Яворський, Г. І. Зозуля, Р. Л. Буклів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2014. №17(787). С. 117-121.
3. Яцемирський В.К. Фізична хімія. Підручник для студентів ВНЗ. Київ. Ірпінь. ВТФ "Перун". 2007. 512с.
4. *Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Henry S. White Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2001. 850 p.
5. Yakun Wang, Ziwei Song, Liwen Zhang, Deming Dong, Zhuojuan Li, Heyang Sun, Liting Wang, Zhiyong Guo. Distribution and photodegradation of typical nonsteroidal anti-inflammatory drugs in an ice-water system: Simulation of surface waters with an ice cover // Journal of Chemical Education. Volume 202, 20 May, 2003. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623009812?via%3Dihub>
6. Richard E. Pincock, Tomas E. Kiovsky. Kinetics of Reactions in Frozen Solutions // Journal of Chemical Education. Volume 43, Number 7, July, 1966. p.358 - 360
7. [https://ecosoft.ua/ua/blog/ochistka-vody-zamorazhivaniem/?srsltid=AfmBOoqKiMPJEGd2vuxAmeD\\_F7pVX4cP4ixEEf6oR1tczpaS7HJGWWe0](https://ecosoft.ua/ua/blog/ochistka-vody-zamorazhivaniem/?srsltid=AfmBOoqKiMPJEGd2vuxAmeD_F7pVX4cP4ixEEf6oR1tczpaS7HJGWWe0)