

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ОЗЕРА БАСІВ КУТ

М. В. Полюхович, А. В. Шевчук, О. І. Яким

здобувачі вищої освіти першого (бакалаврського) рівня 1 курсу спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»,
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Науковий керівник – д.т.н., професор О. М. Квартенко

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті наведено результати експериментальних досліджень щодо комплексного очищення води оз. Басів Кут методом електрокоагуляції. Встановлено, що використання методу дозволяє проводити очищення води від розчинених органічних сполук (до 50%), кольоровості (до 65%), амонійного нітрогену (до 73%) без підвищення загального солемісту. Проведені дослідження дозволили робити висновок, що застосування електрокоагуляції як самостійного методу для очищення прісних (250–300 мг/дм³), малокаламутних (35–45 мг/дм³), середньокольорових (80–90 гад. ПКШ) природних вод є не досить ефективним порівняно з реагентним методом.

Ключові слова: метод електрокоагуляції, розчинені органічні речовини, амонійний нітроген.

The article presents the results of experimental research on complex water purification of the lake. Basiv Kut by the electrocoagulation method. It was established that the use of the method allows for water purification from dissolved organic compounds (up to 50%), color (up to 65%), ammonium nitrogen (up to 73%) without increasing the total salinity. The conducted studies allowed us to conclude that the use of electrocoagulation as an independent method for cleaning fresh (250–300 mg/dm³), low-turbidity (35–45 mg/dm³), medium-colored (80–90 d.p.c.s.) natural waters is not sufficiently effective in comparison with the reagent method.

Keywords: electrocoagulation method, dissolved organic substances, ammonium nitrogen.

В природних поверхневих джерелах склад води знаходиться в постійній динаміці. Інтенсивність зміни її якості залежить від погодних умов, антропогенного навантаження, ефективності та швидкості процесів самоочищення. Таким чином, вибір найбільш ефективної технології очищення залежить від складу та концентрації забруднюючих домішок, а також витрат води.

Метою даного дослідження було визначити можливості використання методу електрохімічної коагуляції для очищення прісних (250–300 мг/дм³), малокаламутних (35–45 мг/дм³), середньокольорових (80–90 гад. ПКШ) природних вод на прикладі озера Басів Кут.

Для досягнення поставленої мети необхідно було визначити:

- витрату струму, необхідного для розчинення алюмінієвого аноду та отримання розрахункових доз коагулянту;
- ефективність процесу електрохімічного очищення води від розчинених органічних сполук та амонійного нітрогену.

Для досягнення поставленої мети дослідження було використано фотоколориметричний метод для визначення концентрацій іонів амонію, величин каламутності та кольоровості води, титрометричний метод для визначення гідрокарбонатної лужності, а також перманганатної окисності за методом Кубеля, потенціометричний метод для визначення величини рН [1–3].

Предметом досліджень є природна вода озера Басів Кут та електрохімічний метод її очищення.

Дослідження проводили в сертифікованій гідрохімічній лабораторії кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи Національного університету водного господарства та природокористування. Параметри якості вихідної води від 21.11.23 становили: температура 8° С; каламутність 35 мг/дм³; кольоровість 79 град. ПКШ.; рН 8,65; лужність 5,7 ммоль/дм³; солеміст 280 мг/дм³; Перманганатна окисність 11 мгО₂/дм³; Амонійний нітроген 0,42 мг/дм³.

Матеріали та прилади. Фотоелектроколориметр КФК-3; портативний випрямляч «Longwei»; металевий та алюмінієвий електроди; паперові фільтри «біла стрічка», іономір універсальний ЭВ-74 з використанням відповідно скляного /ЭСЛ-43-07/ та платинового /ЭПЗ-1/ електродів при постійній температурі 25,0±0,2° С.

Методика проведення досліджень. Проби води відбиралися на відстані 1,0 м від берега озера Басів Кут з глибини 50 см. В лабораторії воду розливали рівномірно в п'ять циліндрів. Об'єм води в кожному становив 500 мл (рис. 1). Кожна проба підлягала обробці в електричному полі в результаті електрохімічної коагуляції (рис. 2). Кількість речовини (*m*), яка утворюється при електролізі в результаті розчинення алюмінієвого аноду, визначали за формулою

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{n \cdot F}, \quad (1)$$

де *M* – 27 атомна маса алюмінію; *n* – валентність алюмінію; *F* 86500 – число Фарадея; *I* – сила струму (А); *t* – час обробки (с).

Розрахункова залежність між силою струму та кількістю утвореного електрохімічним способом алюмінієвого коагулянту наведено в (табл. 2). Наступним кроком було 20-хвилинне відстоювання дослід жувальних проб.

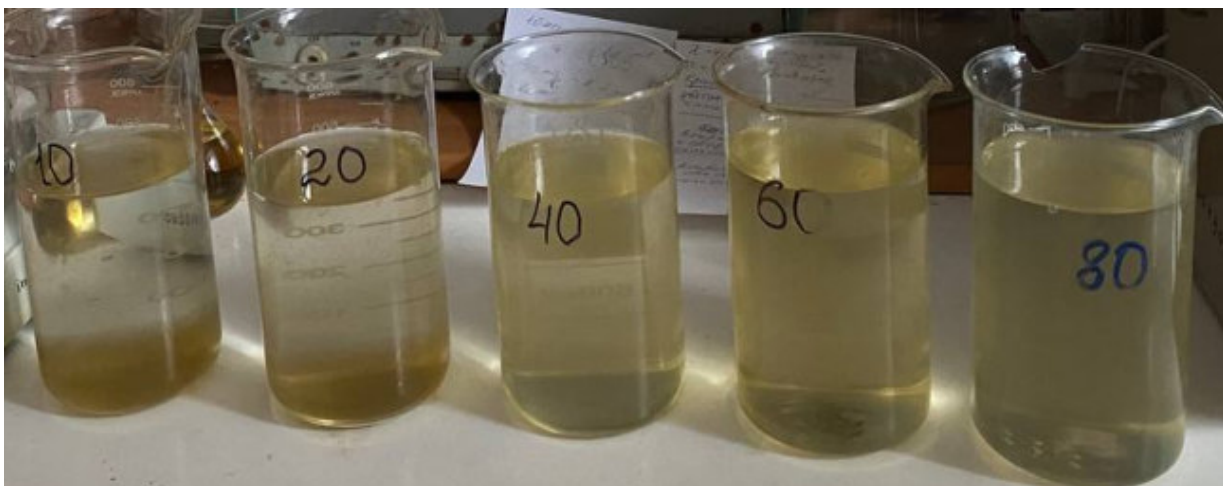
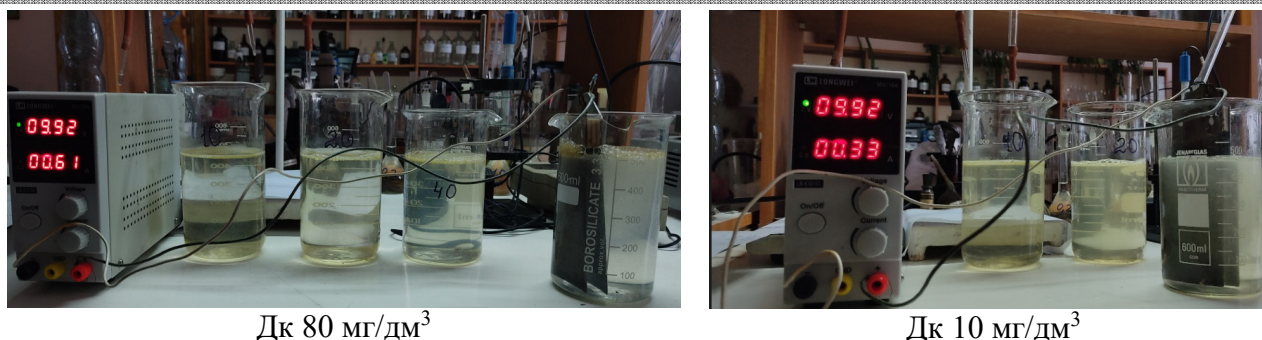


Рис. 1. Проби води оз. Басів Кут від 21.11.23 після обробки в електролізері (при різних концентраціях коагулянту отриманого електрохімічним методом)



Дк 80 мг/дм³

Дк 10 мг/дм³

Рис. 2. Результати досліджень процесу очищення води оз. Басів Кут методом електрохімічної коагуляції при різних величинах струму I, А

Таблиця 1

I, А	0,33	0,35	0,37	0,6
Дк, мг/дм ³	10	20	40	80

Відстояну частину проб фільтрували через «білу стрічку» з наступним відбором необхідних об'ємів фільтрату для визначення відповідних параметрів води (табл. 2).

Таким чином, були проведені дослідження щодо використання електрохімічного методу для очищення води озера Басів Кут від розчинених органічних сполук та амонійного нітрогену.

Визначені витрату струму необхідного для розчинення алюмінієвого аноду та отримання розрахункових доз коагулянту для очищення води.

Таблиця 2

Результати досліджень ефективності використання електрохімічного методу для очищення води оз. Басів Кут від 21.11.23

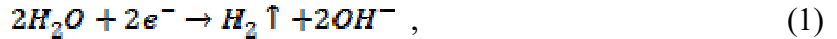
Параметри якості води	Вихідна вода	Дози коагулянту				ДсанПіН 2.2.4-171- 10
		Д ₁ =10	Д ₂ =20	Д ₃ =38	Д ₅ =80	
Кольоровість	79	62	50	46	30	20
Ефективність очищення, %	-	21,5	36,7	41,77	62	-
pH	8,65	9,0	8,95	8,9	8,85	6,5–8,5
Лужність	5,7	6,0	5,8	5,6	5,2	
Перманганатна окисність	10,56	7,68	7,2	7,2	6,4	5
Ефективність очищення, %	-	27,3	31,8	31,8	39,4	-
Амонійний нітроген	0,42	0,35	0,28	0,23	0,12	0,5
Ефективність очищення, %	-	16,7	33,3	45,2	71,4	-
Індекс стабільності	0,84	1,61	1,54	1,49	1,39	-

Основними забруднюючими речовинами природних водойм є органічні речовини як природного (гумінові кислоти), так і антропогенного походження (амонійний нітроген), які можуть знаходитися у стабільних станах, зокрема розчиненому або колоїдному.

Ефективними методами, які дозволяють змінювати дисперсний стан домішок є обробка води розчином коагулянту або використання електрокоагуляції. Електрокоагуляція – це

комплексний процес укрупнення домішок при обробці води в електричному полі в результаті електрохімічної коагуляції. Електрокоагуляція протікає за рахунок електрохімічного розчинення у воді електродів. Як матеріал електродів використовували алюміній (рис. 2). При напрузі на електродах більше потенціалу води (1,22В) і розчинення металу протікають наступні реакції:

✓ на катоді



✓ на аноді – розчинення металу в воді



В результаті анодної реакції у воду надходять високо заряджені іони заліза і алюмінію. Крім того продукти катодної і анодної реакції реагують між собою:



Утворюються малорозчинні гідроксиди алюмінію, як і при коагуляції алюмінієвими коагулянтами.

Швидкість розчинення електродів залежить від витрати струму:

$$i = \frac{J}{F_{\text{эл}}}, \text{ А/м}^2.$$

J – величина струму електролізу, А; $F_{\text{эл}}$ – площа анода (катода).

Для алюмінієвих електродів оптимальними є витрати струму для катода $i_{\text{к}} = 10 - 35 \text{ А/м}^2$; анодна – $i_{\text{А}} = 20 - 150 \text{ А/м}^2$.

Висновки. За результатами проведених досліджень було встановлено, що застосування електрокоагуляції як самостійного методу для очищення прісних (250–300 мг/дм³), малокаламутних (35–45 мг/дм³), середньокольорових (80–90 гад. ПКШ) природних вод є не досить ефективним порівняно з реагентним методом.

1. МВВ № 081/12-0106-03 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера (0,1–50 мг/дм³). Розроблено Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем Мінприроди України, Державною екологічною інспекцією Мінприроди України. 2. ДСТУ ISO 9963-1:2007. Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT). 3. МВВ 081/12-0317-06. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань водневого показника (рН) електрометричним методом (1–10 од.рН). Розроблено Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (УкрНДІЕП).