

## ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЯ ВОДИ ЗМІННИМ СТРУМОМ НАПРУГОЮ 220 В

Тетяна Аргатенко

Київський національний університет будівництва і архітектури,  
31, Повітрофлотський проспект, Київ, 03037, Україна  
канд. тех. наук., доцент, [argatenko.tv@knuba.edu.ua](mailto:argatenko.tv@knuba.edu.ua), [orcid.org/0000-0003-2516-2906](https://orcid.org/0000-0003-2516-2906)

DOI: 10.32347/2524-0021.2019.32.6-14

**Анотація.** Процес електрокоагуляції є одним з актуальних напрямків досліджень останнього десятиліття. На ефективність електрокоагуляції впливає ряд факторів, зокрема електричні параметри організації процесу: анодна щільність струму та робоча напруга. Використання постійного струму супроводжується явищем пасивації електродного блоку і, як наслідок, при незмінній величині напруги – зменшенням у часі величини струму у мережі електрокоагулятора. Була розглянута можливість модернізації конструкції електрокоагулятора та зміни в організації проведення самого процесу електрокоагуляції з метою мінімізації описаних складнощів. Досліджено роботу електрокоагулятора з серією відокремлених одна від одної пар біполярних електродів, розміщених за послідовною схемою. Вивчено електричні параметри роботи установки при змінному електричному струмі та з напругою побутової електромережі (220 В). Показано, що сумарна напруга, що подається на електрокоагулятор, для кожної окремої пари біполярних електродів ділиться пропорційно електричному опору прошарку води між ними. Для непроточного стану води в системі спостерігається певне зменшення в часі загального розрахованого електричного опору, що може бути пов'язаним з нагріванням води у кюветах від проходження електричного струму. Процес утворення електролітично генерованого коагулянту при біполярному розташуванні електродів відбувається у кожній окремій ємності, а що загальна маса утвореного коагулянту  $m_{\text{заг}}$  в даній схемі, що складається з  $n$  ємностей, буде еквівалентна виразу:  $m_{\text{заг}} \cong m_i \cdot n$ .

**Ключові слова:** електрокоагуляція, біполярні електроди, змінний струм, напруга 220 В.

### ВСТУП

Процес електрокоагуляції є одним з актуальних напрямків досліджень останнього десятиліття. Більшість опублікованих робіт стосується очищення питної води, комунальних, промислових та сільськогосподарських стоків. Вдосконалення конструкцій апаратів для електрокоагуляції дозволили останнім часом зробити цей процес одним з базових методів обробки стічних вод різних категорій [1-5].

При електрохімічній коагуляції гідроксиди металів (алюмінію, заліза) формуються внаслідок розчинення матеріалу

аноду з наступним гідролізом утворених іонів. Отримані таким чином гідроксиди мають підвищену активність та сорбційну здатність, що дозволяє зменшити дозу коагулянту в порівнянні з реагентним коагулюванням на 10...20% [6]. Це явище різними авторами пояснюється меншою кількістю зв'язаної води в структурі новоутворених сполук, більш розвиненою поверхнею, більшою щільністю та кращими седиментаційними властивостями [7], позитивним впливом електрофоретичного переміщення частинок в електричному полі на укрупнення домі-

шок та сприятливими умовами перемішування води бульбашками газоподібного водню [6].

На ефективність електрокоагуляції впливає ряд факторів, основними з яких слід вважати конструкцію апарату, матеріал електродів, анодну щільність струму, склад домішок та швидкість руху оброблюваної рідини, явище пасивації електродів тощо [6, 8].

Технології електрокоагуляційної очистки природних та стічних вод на практиці реалізуються у таких двох принципово різних напрямках: електрокоагуляція безпосередньо очищуваних вод; електролітичне генерування коагулянту у технічну воду з подальшим його дозованим додаванням в очищувану воду.

Водночас, як у першому, так і у другому різновиді електрокоагуляції зберігаються схожі рекомендації стосовно параметрів електричного навантаження електрокоагуляторів: напруга на електродах в межах 10...18 В (для постійного або змінного струму), щільність струму (у розрахунку на робочу площу аноду для постійного струму чи одного з електродів для змінного струму) до 20...50 мА/см<sup>2</sup>; тривалість прямої електрокоагуляції 15...20 хв., а генерування електролітичного коагулянту 10...12 хв.

Авторами досліджень процесу електрокоагуляції рекомендуються робочі діапазони електричних параметрів роботи установок. Зокрема, в роботі [8] досліджено електрокоагуляцію нафтовмісних стоків при робочій щільності струму 20...30 мА/см<sup>2</sup> та з напругою на електродах 3...12 В. Для отримання максимальної кількості металу, на думку дослідників [7], щільність струму має становити 10...21 мА/см<sup>2</sup> при робочій напрузі 8...10 В. Оптимальною автор [6] вважає щільність струму до 15 мА/см<sup>2</sup> для алюмінієвих та 10 мА/см<sup>2</sup> для залізних анодів. Обробка стічних вод спиртових заводів показала максимальну ефективність електрокоагуляції при щільності струму 17,9 мА/см<sup>2</sup> [9]. Дослідження процесу об-

робки стоків звалищ показали необхідність відносно високої анодної щільності струму – до 75 мА/см<sup>2</sup> [10].

Основними недоліками процесу електрокоагуляції вважаються значна непродуктивна втрата металу електродів та енергозатрати [11]. Теоретично при витраті електроенергії 26,8 А·год в розчин переходить 9 г алюмінію або 28 г заліза [12]. Фактичні витрати електроенергії виявляються більшими від теоретично розрахованих внаслідок затрат на нагрівання води, поляризацію електродів, подолання опору оксидних плівок, що утворюються на поверхні анодів (явище пасивації) тощо [11].

Дослідженню явища пасивації електродів та винаходженню методів її запобігання присвячено ряд наукових публікацій. Зокрема, автори [13] рекомендують періодичну продувку електрокоагулятора стислим повітрям, [11] передбачають використання віброплатформи під час роботи апарату, [6] – переключення полюсів струму до 4 разів за годину.

Вказані діапазони напруги передбачають для змінного струму обов'язкову наявність трансформатора (від 220 В у мережах побутового електропостачання), а для постійного струму – пристрою для перетворення змінного струму (випрямляч) з набором регуляторів напруги (реостатів, опорів тощо).

Крім того, як було вказано вище, використання постійного струму неминуче супроводжується явищем пасивації електродного блоку і, як наслідок, при незмінній величині напруги – зменшенням у часі величини струму у мережі електрокоагулятора.

Вказані проблеми змусили автора розглянути можливості модернізації конструкції електрокоагулятора та зміни в організації проведення самого процесу електрокоагуляції з метою мінімізації описаних вище складнощів, що супроводжують цю технологію.

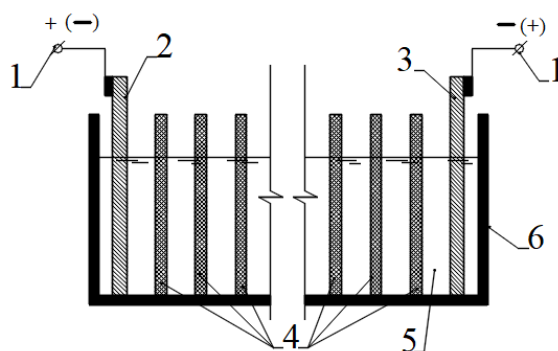
Нами було поставлене завдання:

- відмовитись від використання постійного струму (з випрямлячем та додатковими регуляторами параметрів електромережі);
- зробити базовим варіант використання в якості джерела для електрокоагулятора виключно побутової електромережі змінного струму без трансформування напруги від 220 В до потрібного рівня живлення електродів електрокоагулятора в діапазоні 10...18 В.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Поставлене завдання було реалізовано шляхом розташування електродних блоків електрокоагулятора за дещо удосконаленою біполярною схемою. На рис. 1 показано класичне розташування електродів при їх біполярному з'єднанні. Важливою особливістю цієї конструкції є обов'язкове повне перекриття електродами поперечного перерізу апарату. У такому випадку усувається можливість т.зв. «непродуктивного перетікання» електричного струму між електродами, що не складають біполярної пари.

Нами було проведено контрольний експеримент для з'ясування зв'язку між електричним опором міжелектродного простору для пари біполярних електродів та втратою потенціалів на них.

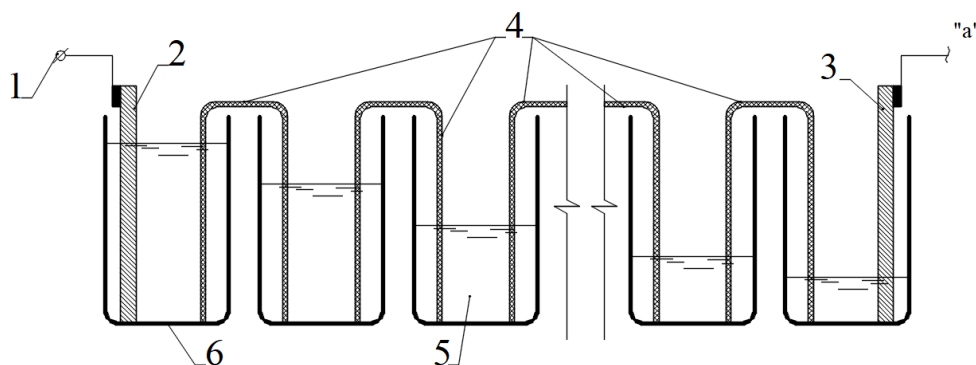


**Рис. 1.** Класичне біполярне розташування електродів електрокоагулятора  
1 – клеми джерела електричного струму; 2, 3 – струмопідвідні електроди; 4 – біполярні електроди; 5 – оброблювана рідина; 6 – корпус

**Fig. 1.** Classical electrocoagulation bipolar electrode arrangement  
1 – terminal sources of electric current; 2, 3 – current electrodes; 4 – bipolar electrodes; 5 – the treated fluid; 6 – the case

Також планувалося визначити ступінь стабільності в часі величини сили струму в мережі електрокоагулятора (наявність явища пасивації електродів). Схема цього експерименту наведена на рис. 2., а схема електрозабезпечення – на рис. 3.

Для розміщення біполярних електродів було використано скляні кювети з різним об'ємом води, що давало змогу гарантовано отримувати різний електричний опір води між електродами у різних кюветках (5).

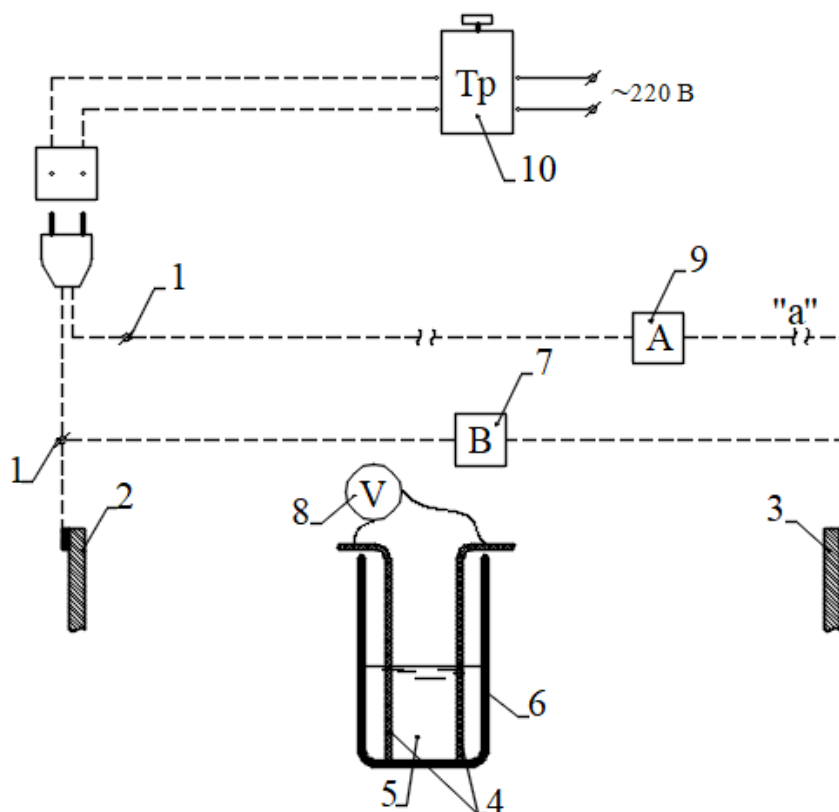


**Рис. 2.** Принципова технологічна схема експерименту

1 – клемма джерела електричного струму  $U = 220$  В; 2, 3 – струмопідвідні електроди; 4 – біполярні електроди; 5 – водопровідна вода; 6 – кювети з різним об'ємом води; «а» – див. рис.3

**Fig. 2.** Schematic diagram of the experiment

1 – terminal sources of electric current  $U = 220$  В; 2, 3 – current electrodes; 4 – bipolar electrodes; 5 – tap water; 6 – cuvettes with a different amount of water; "a" – see. Fig. 3



**Рис. 3.** Схема електрозабезпечення експерименту

1 – клеми; 2, 3 – струмопідвідні електроди; 4 – біполярні електроди; 5 – вода; 6 – кювета; 7 – вольтметр загальномережевий; 8 – мобільний вольтметр; 9 – амперметр; 10 – автотрансформатор

**Fig. 3.** Scheme of electrical supply experiment

1 – terminals; 2, 3 – current electrodes; 4 – bipolar electrodes; 5 – water; 6 – cuvettes; 7 – network voltmeter; 8 – mobile voltmeter; 9 – ammeter; 10 – autotransformer

В якості електродів (4) було використано зігнуті (як це показано на схемі) фрагменти алюмінієвого дроту діаметром 2,2 мм, занурені своїми кінцями у сусідні кювети. Таким чином забезпечувався безперервний послідовний електричний ланцюг між струмопідвідними електродами (2, 3). Це гарантувало сталу (у кожному окремому досліді) величину струму в експериментальній мережі. Вольтметр (7) вимірював загальну напругу на струмопідвідних електродах, а мобільний вольтметр (8) давав змогу визначати напругу на парах електродів в окремих кюветах.

Було проведено 4 серії дослідів («А», «Б», «В», «Г»). У перших трьох серіях на струмопідвідні електроди (2, 3) подавалася різна напруга: у серії «А»

$U_{\text{заг}} = 170$  В; у серії «Б»  $U_{\text{заг}} = 185$  В; у серії «В»  $U_{\text{заг}} = 200$  В. Усього було задіяно 10 послідовно розташованих кювет. У кожну наступну кювету (починаючи від електроду 2) додавався менший об'єм води  $W = 45 \dots 18$  см<sup>3</sup>, що забезпечувало поступове зменшення висоти шару води  $h$  у кожній наступній кюветі від 59 до 24 мм. Біполярні електроди (4) було занурено у кожну пару сусідніх кювет таким чином, щоб вони торкалися дна ємності. Це забезпечувало повну відповідність між довжиною зануреної у воду частини електроду і висотою шару рідини у кюветі  $h$ . Ця умова, у свою чергу, впливала на послідовне (від першої до десятої кювети) збільшення електричного опору міжелектродного прошарку води. Оскільки

загальна напруга подавалась на струмопі-  
двідні електроди, а кожна кювета у лан-  
цюжку електричної схеми була відокрем-  
лена від попередньої і наступної, тому ве-  
личина сили електричного струму, який  
проходив через кожену пару електродів у  
кюветі  $I_i$ , була однаковою для цієї мережі.  
Тобто  $I_i = I_{\text{заг}}$ .

Згідно із законом Ома для кожної пари  
електродів в окремій кюветі зберігалось  
класичне співвідношення між напругою  
на цій парі електродів  $U_i$ , електричним

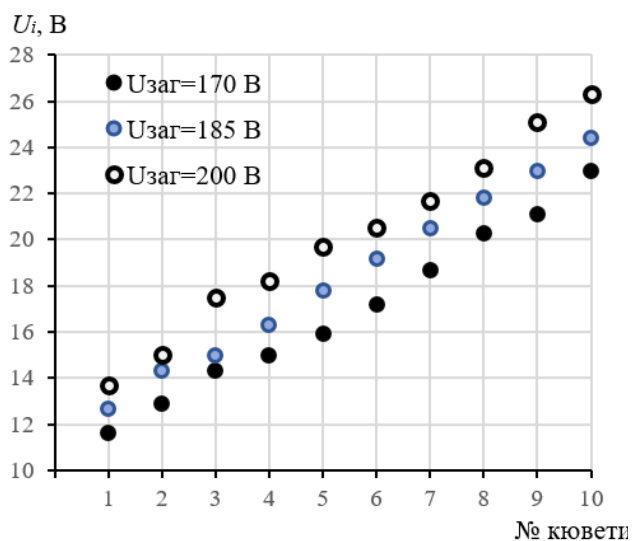
опором прошарку рідини між цими елек-  
тродами  $R_i$  та силою електричного  
струму, що проходить через воду в кю-  
веті  $I_i$ :  $I_i = U_i / R_i$ . Таким чином, при ста-  
лому  $I_i = I_{\text{заг}}$  і змінному  $R_i$  в кожній кюветі  
змінювалась і величина  $U_i$  на кожній парі  
біполярних електродів в загальній ме-  
режі:  $U_i = I_i \cdot R_i$  (що більший опір, то бі-  
льша напруга).

Відповідні дані цього експерименту  
наведено в табл.1 і на рис. 4.

**Таблиця 1.** Результати контрольного експерименту  
**Table 1.** The results of the control experiment

№ кю- вети	Об'єм води, $W$ , $\text{cm}^3$	Висота шару води, $h$ , мм	Напруга на електродах в кюветах, $U_i$ , В по серіях		
			«А»	«Б»	«В»
1	2	3	4	5	6
1	45	59	11,6	12,7	13,7
2	42	53	12,9	14,3	15,0
3	40	50	14,3	15,0	17,5
4	37	47	15,0	16,3	18,2
5	34	44	15,9	17,8	19,7
6	30	38	17,2	19,2	20,5
7	28	35	18,7	20,5	21,7
8	24	30	20,3	21,8	23,1
9	21	27	21,1	23,0	25,1
10	18	23	23,0	24,4	26,3

*Примітка.* Сила струму в мережі становила по серіях:  $I_A = 8,2$  мА;  $I_B = 9,1$  мА;  $I_V = 10,1$  мА; розрахований загальний опір мережі:  $R_A \cong 20730$  Ом;  $R_B \cong 20330$  Ом;  $R_V \cong 19800$  Ом.



**Рис. 4.** Динаміка напруги на біполярних елек-  
троддах у послідовно розташованих  
кюветах

**Fig. 4.** Dynamics voltage bipolar electrodes in  
successive cuvettes

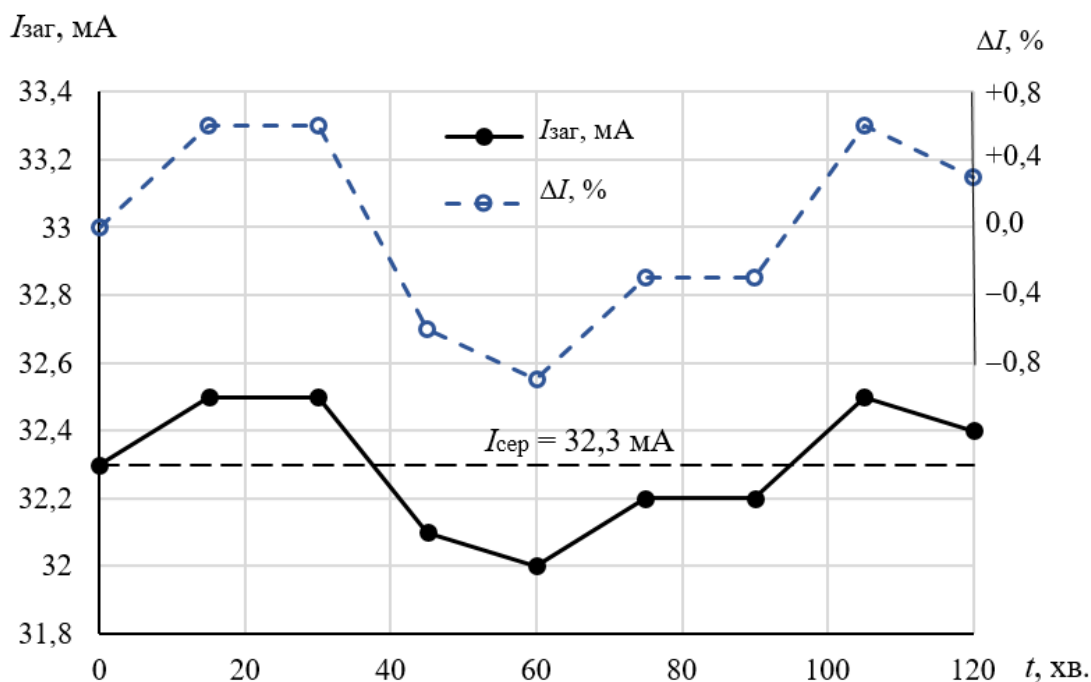
Для виявлення наявності або відсутності явищі пасивації електродів було проведено серію «Г» дослідів. В цій серії усі кювети були заповнені водою в об'ємі 50 см<sup>3</sup>, а загальну тривалість проходження електричного струму в мережі

було доведено до двох годин з поточним контролем динаміки сили струму  $I_{заг}$ . Результати серії «Г» подано у табл. 2 та на рис. 5.

**Таблиця 2.** Динаміка  $I_{заг}$  при  $U_{заг} = 220$  В ( $W = 50$  см<sup>3</sup>)

**Table 2.** Dynamics  $I_{gen}$  at  $U_{gen} = 220$  V ( $W = 50$  cm<sup>3</sup>)

№ КЮВЕТИ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h$ , мм	52	46	49	48	45	49	52	52	50	50
$U_i$ , В	21,2	22,0	22,3	22,0	21,9	22,2	22,5	22,4	23,0	20,5
$t$ , хв.	0	15	30	45	60	75	90	105	120	
$I_{заг}$ , мА	32,3	32,5	32,5	32,1	32,0	32,2	32,2	32,2	32,5	32,4
$\Delta I$ , %	0	+0,6	+0,6	-0,6	-0,9	-0,3	-0,3	-0,3	+0,6	+0,3



**Рис. 4.** Динаміка  $I_{заг}$  за 2 год роботи електрокоагулятора

**Fig. 4.** Dynamics  $I_{gen}$  for 2 hours of electrocoagulator operation

У цій серії висота шару води  $h$  у кюветах знаходилась у межах від 46 мм (кювета №2) до 52 мм (кювети №1, 7, 8). Відповідно, напруга на біполярних електродах (при  $U_{заг} = 220$  В) змінювалась від

найменшої 20,5 В (кювета №10) до найбільшої 23,0 В (кювета №9). У момент подачі зовнішньої напруги 220 В на струмопідвідні електроди (2, 3) величина струму  $I_{заг}$  становила 32,3 мА. Далі за програмою експерименту величина  $I_{заг}$  фіксувалась

через кожні 15 хв. впродовж 2 год. Спостерігалась періодична незначна зміна  $I_{\text{зар}}$  в межах від найменшого значення 32,0 мА (на 60-й хвилині досліду) до найбільшого значення 32,5 мА (на 105-й хвилині). Середнє значення  $I_{\text{сер}}$  відповідало величині 32,3 мА. Поточні відхилення  $I_{\text{зар}}$  від  $I_{\text{сер}}$  ( $\Delta I$ , %), розраховані за виразом

$$\Delta I = \frac{I_{\text{зар}} - I_{\text{сер}}}{I_{\text{сер}}} \cdot 100\%$$

були в межах від +0,6% до -0,9% і могли свідчити виключно або про частковий нагрів води в кюветах, або про періодичне відокремлення від поверхні електродів бульбашок газової фази, що утворилися у процесі електрокоагуляції. Таким чином, впродовж двох годин роботи системи явище пасивації фактично не спостерігалось. Цілком прогнозовано, що в умовах проточного руху води в аналогічних конструкціях біполярного з'єднання електродів можна не очікувати достатньо помітного явища пасивації.

## ВИСНОВКИ

Змінний струм напругою, що відповідає побутовим потребам (220 В), може використовуватись для електролітичного генерування коагулянту при біполярному розміщенні дротяних електродів у послідовно розташованих ємностях, які унеможливають перетікання струму між електродними блоками, що не складають біполярну пару. Така конструкція електродних блоків дозволяє отримувати у кожній окремії ємності падіння потенціалу прямо пропорційне електричному опору між кожною парою біполярних електродів.

Для непроточного стану води в системі спостерігається певне зменшення в часі загального розрахованого електричного опору, що може бути пов'язаним з нагріванням води у кюветах від проходження електричного струму.

В умовах проточного руху води в електрокоагуляторах з біполярними електродними блоками із алюмінієвого дроту при загальній напрузі змінного електричного струму 220 В явище пасивації у помітному прояві спостерігатись не повинно.

Сумарна напруга  $U_{\text{зар}}$ , що подається на електрокоагулятор, для кожної окремої пари біполярних електродів  $U_i$  ділиться пропорційно електричному опору прошарку води між ними:  $U_i = U_{\text{зар}} \cdot (R_i/R_{\text{зар}})$ .

Процес утворення електролітично генерованого коагулянту при біполярному розташуванні електродів відбувається у кожній окремії ємності масою  $m_i$  відповідно до закону Фарадея [14] у кількості, прямо пропорційній добутку сили струму  $I_i$  на тривалість процесу  $t$ . Можна припустити, що загальна маса утвореного коагулянту  $m_{\text{зар}}$  в даній схемі, що складається з  $n$  ємностей, буде еквівалентна виразу:  $m_{\text{зар}} \cong m_i \cdot n$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Mickley M.** Pretreatment Capabilities and Benefits of Electrocoagulation / Mickley, Michael // Defense technical information center. 2004, 67 p.
2. **Hakizimana J. N.** Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches / Jean Nepo Hakizimana, Bouchaib Gourich, Mohammed Chafi, Youssef Stiriba, Christophe Vial, Patrick Drogui, Jamal Naja // Desalination, 2017, 404. P.1-21.
3. **Vijayakumar V.** Heavy Metal Removal by Electrocoagulation Integrated Membrane Bioreactor / Vinduja Vijayakumar, Keerthi, Natesan Balasubramanian // CLEAN - Soil, Air, Water, 2015. 43 (4). P. 532-537.
4. **Butler E.** Electrocoagulation in Wastewater Treatment / Erick Butler, Yung-Tse Hung, Ruth Yu-Li Yeh and Mohammed Suleiman Al Ahmad // Water, 2011. 3 (2). P. 495-525.
5. **Bellebia S.** Color Removal from Acid and Reactive Dye Solutions by Electrocoagulation and Electrocoagulation/Adsorption Processes / Bellebia S., Kacha Z., Boubberka A., Bouyakoub Z., Derriche Z. // Water Environment Research, 2009. 81 (4). P. 382-393.
6. **Мосин О. В.** Технологический расчет установок электрокоагуляции воды // СОК, 2014. 4. URL: <https://www.c-ok.ru/articles/tehnologicheskij-raschet-ustanovok-elektrokoagulyacii-vody>
7. **Сапрыкина М. Н.** Новая разработка аппарата электрокоагуляционной очистки воды



от микромицетов / Сапрыкина М. Н. // Химия и технология воды, 2012. 34 (5). С. 407-417.

8. **Каратаев О. Р.** Очистка сточных вод электрохимическими методами / Каратаев О. Р., Шемсутдинова З. Р., Хафизов И. И. // Вестник Казанского технологического университета, 2015. 18 (22). С. 21-23.

9. **Khandegar V.** Treatment of Distillery Spentwash by Electrocoagulation / Khandegar V., Saroh Anil K. // Journal of Clean Energy Technologies, 2014, 2 (3). P. 244-247.

10. **Tezcan Un U.** Electrocoagulation of Landfill Leachate with Monopolar Aluminum Electrodes / Tezcan Un U., Oduncu E. // Journal of Clean Energy Technologies, 2014. 2 (1). P.15-17.

11. **Электрокоагулятор.** Очистка сточных вод методом электрокоагуляции // ГК Транс-ЭкоПроект URL: <http://enviropark.ru/course/info.php?id=68>

12. **Яковлев С. В.** Технология электрохимической очистки воды / Яковлев С. В., Краснобородько И. Г., Рогов В. М. Л.: Стройиздат, 1987. 312 с.

13. **Мельник Е. С.** Оптимизация процессов электрокоагуляции сточных вод гальванического производства / Е. С. Мельник, Л. Д. Пляшук // Вісник СумДУ. Серія. Технічні науки. 2009. 1. С. 200-204.

14. **Антропов Л. И.** Теоретична електрохімія. К.: Либідь, 1993. 540 с.

## REFERENCES

1. **Mickley, M. (2004).** *Pretreatment Capabilities and Benefits of Electrocoagulation.* Defense technical information center. doi:10.21236/ada433998

2. **Hakizimana, J. N., Gourich, B., Chafi, M., Stiriba, Y., Vial, C., Drogui, P., & Naja, J. (2017).** Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches. *Desalination*. 404, 1-21. doi:10.1016/j.desal.2016.10.011

3. **Vijayakumar, V., Keerthi, & Balasubramanian, N. (2015).** Heavy metal Removal by Electrocoagulation Integrated Membrane Bioreactor. *CLEAN - Soil, Air, Water*, 43 (4), 532-537. doi:10.1002/clen.201300555

4. **Butler, E., Hung, Y-T., Yeh, R. Y-L., & Al Ahmad, M. S. (2011).** Electrocoagulation in

Wastewater Treatment. *Water*, 3 (2), 495-525. doi:10.3390/w3020495

5. **Bellebia, S., Kacha, Z., Bouberka, A., Bouyakoub, Z., & Derriche, Z. (2009).** Color Removal from Acid and Reactive Dye Solutions by Electrocoagulation and Electrocoagulation / Adsorption Processes. *Water Environment Research*, 81 (4), 382-393. doi:10.2175/106143008X357200

6. **Mosin, O. V. (2014).** Tekhnologicheskij raschet ustanovok elektrokoagulyatsii vody. *Plumbing, Heating, Air Conditioning (SOK)*, 4. Retrieved from <https://www.c-o-k.ru/articles/tehnologicheskij-raschet-ustanovok-elektrokoagulyatsii-vody>

7. **Saprykina, M. N. (2012).** Novaya razrabotka apparata elektrokoagulyatsionnoy ochistki vody ot mikromitsetov. *Khimiya i tekhnologiya vody*, 34 (5), 407-417. [in Russian]

8. **Karatayev, O. R., Shemsutdinova, Z. R., & Khafizov, I. I. (2015).** Ochistka stochnykh vod elektrokhimicheskimi metodami. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 18 (22), 21-23. [in Russian]

9. **Khandegar, V., & Saroh, Anil K. (2014).** Treatment of Distillery Spentwash by Electrocoagulation. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2 (3), 244-247. doi:10.7763/JOCET.2014.V2.133

10. **Tezcan, Un U., Oduncu, E. (2014).** Electrocoagulation of Landfill Leachate with Monopolar Aluminum Electrodes. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2 (1), 15-17. doi:10.7763/JOCET.2014.V2.82

11. **Elektrokoagulyator. (2019).** Ochistka stochnykh vod metodom elektrokoagulyatsii // GK TransEkoProyekt. Retrieved from <http://enviropark.ru/course/info.php?id=68>

12. **Yakovlev, S. V., Krasnoborod'ko, I. G., & Rogov V. M. (1987).** *Tekhnologiya elektrokhimicheskoy ochistki vody.* Leningrad: Stroyizdat. [in Russian]

13. **Mel'nyk, E. S., & Plyashchuk, L. D. (2009).** Optymyzatsyya protsessov élektrokoahulyatsyy stochnykh vod hal'vanycheskoho proyzvodsta. *Visnyk SumDu. Seriya. Tekhnichni nauky*. 1, 200-204. [in Russian]

14. **Antropov, L. I. (1993).** *Teoretychna elektrokimiya.* Kyiv: Lybid. [in Ukrainian]



## Electrocoagulation of water AC 220V

*Tetiana Arhatenko*

**Abstract.** The process of electrocoagulation has been one of the current areas of research for the last decade. The effectiveness of electrocoagulation is influenced by a number of factors, including the electrical parameters of the process organization: anode current density and operating voltage. The use of direct current is accompanied by the phenomenon of passivation of the electrode block and, as a consequence, with a constant value of voltage - a decrease in the amount of current in the network of the electrocoagulator. The possibility of modernizing the design of the electrocoagulator and changing the organization of the process of electrocoagulation in order to minimize the described difficulties was considered. The work of the electrocoagulator with a series of separated pairs of bipolar electrodes arranged according to the serial scheme is investigated. The electrical parameters of operation of the installation at alternating electric current and with the voltage of the household electricity supply (220 V) were studied. It is shown that the total voltage applied to the electrocoagulator for each individual pair of bipolar electrodes is divided in proportion to the electrical resistance of the water layer between them. For non-flowing water, the system has a certain decrease in the time of the total calculated electrical resistance, which may be due to the heating of the water in the cells from the passage of electric current. The process of formation of an electrolytically generated coagulant at the bipolar location of the electrodes occurs in each individual tank, and that the total mass of the formed coagulant  $m_{gen}$  in this scheme, consisting of  $n$  vessels, will be equivalent to the expression:  $m_{gen} \cong m_i \cdot n$ .

**Key words:** electrocoagulation, bipolar electrodes, alternating current, voltage 220 V

*Стаття надійшла до редакції 25.11.2019*