

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.04.077>

УДК 519.6:628.337

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ КОАГУЛЯНТУ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЇ

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Видавець | Інститут електродинаміки Національної академії наук України |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Випуск   | № 4, 2019 (липень/серпень)                                  |
| Сторінки | 77 – 84                                                     |

### Автори

**А.П. Сафоник\***, докт.техн.наук, **О.В. Присяжнюк\*\***, канд.техн.наук  
Національний університет водного господарства і природокористування,  
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028, Україна,  
e-mail: safonik@ukr.net

\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-5020-9051>

\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0003-0003-3518>

*Розроблено підхід до моделювання процесу електрокоагуляції на основі узагальнення рівнянь руху нестискої рідини між електродами в неізотермічних умовах з урахуванням співвідношень між величинами параметрів, які характеризують домінування конвективних та масообмінних складових над дифузійними, а також впливу швидкості теплоутворення внаслідок електродного нагрівання на ефективність утворення коагулянту. Побудовано асимптотичне наближення розв'язків відповідних крайових задач та проведено дослідження впливу сили струму на концентрацію цільового компонента на виході з електрокоагулятора з використанням розробленої математичної моделі. Бібл. 14, рис. 5.*

**Ключові слова:** математичне моделювання, електрокоагуляція, електрофлотація, коагулянт, асимптотика, крайова задача.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Надійшла           | 30.01.2019 |
| Остаточний варіант | 25.03.2019 |
| Підписано до друку | 05.06.2019 |

УДК 519.6:628.337

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Издатель | Институт электродинамики Национальной академии наук Украины |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Выпуск   | № 4, 2019 (июль/август)                                     |
| Страницы | 77 – 84                                                     |

### **Авторы**

**А.П. Сафоник**, докт.техн.наук, **Е.В. Присяжнюк**, канд.техн.наук  
Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
ул. Соборная, 11, Ривне, 33028, Украина,  
e-mail: safonik@ukr.net

*Разработан подход к моделированию процесса электрокоагуляции на основе обобщения уравнений движения несжимаемой жидкости между электродами в неизотермических условиях с учетом соотношений между значениями параметров, характеризующих доминирование конвективных и массообменных составляющих процесса над диффузионными, а также влияния скорости теплообразования от электродного нагрева на эффективность образования коагулянта. Построено асимптотическое приближение решений соответствующих краевых задач и проведено исследование влияния силы тока на концентрацию целевого компонента на выходе из электрокоагулятора с использованием разработанной математической модели. Библ. 14, рис. 5.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, электрокоагуляция, электрофлотация, коагулянт.

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Поступила             | 30.01.2019 |
| Окончательный вариант | 25.03.2019 |
| Подписано в печать    | 05.06.2019 |

## Література

1. Hakizimana J., Gourich B., Chafi M., Stiriba Y., Vial C., Drogui P., Naja J. Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches. *Desalination*. 2017. Vol. 404. Pp. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.10.011>
2. Khandegar V., Saroha A.K. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent: A Review. *Journal of Environmental Management*. 2013. Vol. 128. Pp. 949–963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.043>
3. Safonyk A., Bomba A., Tarhoni I. Modeling and automation of the electrocoagulation

- process in water treatment. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Vol. 871. Pp. 451–463. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01069-0\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01069-0_32)
4. Versteeg H.K., Malalasekera W. An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method. New York, USA: Pearson Education, 2007. 503 p.
5. Sandoval M., Fuentes R., Walsh F.C., Nava J.L. Ponce de Leon C. Computational fluid dynamics simulations of single-phase flow in a filter-press flow reactor having a stack of three cells. *Electrochim Acta*. 2016. Vol. 216. Pp. 490–498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2016.09.045>
6. Enciso R., Padilla L., Ojeda C., Delgadillo J., Rodriguez I. Computational fluid dynamics characterization of a rotating cylinder electrochemical reactor using an RANS-RNG turbulence model. *International Journal of Electrochemical Science*. 2012. Vol. 7. Pp. 12181–12192.
7. Кулінченко В.Р., Ткаченко С.Й. Теплопередача з елементами масообміну (теорія і практика процесу). Київ: Фенікс, 2014. 917 с.
8. Naje A.S., Chelliapan S., Zakaria Z., Ajeel M.A., Alaba P.A. A review of electrocoagulation technology for the treatment of textile wastewater. *Reviews in Chemical Engineering*. 2016. Vol. 33. Pp. 263–292. DOI: <https://doi.org/10.1515/revce-2016-0019>
9. Alam R., Shang J. Electrochemical model of electro-flotation. *Journal of Water Process Engineering*. 2016. Vol. 12. Pp. 78–88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2016.06.009>
10. Chen, X., Chen, G. Electroflotation in Electrochemistry for the Environment. Springer Science+Business Media, LLC, 2010. Pp. 263–279. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-68318-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-0-387-68318-8_11)
11. Fukui, Y., Yuu, S. Collection of submicron particles in electro-flotation. *Chemical Engineering Science*. 1980. No 35(5). Pp. 1097–1105. DOI: [https://doi.org/10.1016/0009-2509\(80\)85098-6](https://doi.org/10.1016/0009-2509(80)85098-6)
12. Бомба А.Я., Каштан С.С., Пригорницький Д.О., Ярошак С.В. Методи комплексного аналізу. Рівне: НУВГП, 2013. 415 с.
13. Bomba A., Klymiuk Yu., Prysiazniuk I., Prysiazniuk O., Safonyk A. Mathematical modeling of wastewater treatment from multicomponent pollution by using microporous particles. Proc. 8<sup>th</sup> International Conference on Promoting the Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences MiTaNS'16 Sofia, Bulgaria, July, 4-9. 2016. Pp. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4964966>
14. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.

