

## КІНЕТИКА ДЕЕМУЛЬГАЦІЇ ВОДО-ОЛИВНИХ СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕАГЕНТІВ НА ОСНОВІ ЕСТЕРІВ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ

© В.В. Савченко<sup>1</sup>

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Куртичова, 2, Україна

К.О. Дорошенко<sup>2</sup>

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ВУГЛЕХІМІЧНИЙ ІНСТИТУТ (УХІН)», 61023, м. Харків, вул. Весніна, 7, Україна

<sup>1</sup> Савченко Віталій Володимирович, аспірант кафедри технології переробки нафти, газу і твердого палива, ORCID: 0009-0006-0333-1253, e-mail: [korbinity@gmail.com](mailto:korbinity@gmail.com)

<sup>2</sup> Дорошенко Кристина Олександрівна, мол. наук. співр. хімічного відділу, ORCID: 0009-0005-1683-4346, e-mail: [ho@ukhin.org.ua](mailto:ho@ukhin.org.ua)

У статті обґрунтовано актуальність розробки нових деемульгаторів, адаптованих до природи емульсії. Як перспективну альтернативу традиційним реагентам запропоновано та випробувано складні естери на основі гумінових кислот. У статті представлено результати дослідження кінетики руйнування стійких водо-оливних емульсій типу «вода в оливі» із використанням нового деемульгатора на основі естерів гумінових кислот (реагент «Е») у порівнянні з промисловим блок-кополімерним еталоном «ПМ-1441». Модельні емульсії були стабілізовані вугільним концентратом, що забезпечувало високу агрегативну стійкість. Методом оптичної мікроскопії та аналізу цифрових зображень досліджено динаміку зміни питомої міжфазної поверхні у часі. Підтверджено існуючі погляди, що процес деемульгації проходить три послідовні стадії: коалесценцію, формування кластерів та утворення дренажних каналів. Розрахунок констант швидкості за рівняннями першого порядку показав, що реагент «Е» на початковій стадії забезпечує вищу швидкість коалесценції ( $k = 0,0526$ ). Виявлено, що використання «ПМ-1441» супроводжується утворенням вторинної фракції наддрібних крапель, які не піддаються швидкому злиттю, що не було враховано у оцінці параметрів коалесценції. Попри високу початкову швидкість дії нового реагенту, у роботі підкреслено, що інтенсивна кінетика на перших етапах не є вичерпним показником загальної технологічної ефективності, оскільки «швидкі» деемульгатори часто обмежуються лише первинною дестабілізацією системи. Отримані дані є базою для подальшої оптимізації складу гумінових реагентів з метою досягнення максимальної глибини зневоднення важкої вуглеводневої сировини.

Ключові слова: кінетика, коалесценція, емульсія, нафтові продукти, продукти коксування, мікроскопія.

Автор для листування В.В. Савченко, e-mail: [korbinity@gmail.com](mailto:korbinity@gmail.com)

Рукопис надійшов до редакції 26.02.2026

Прийнято до публікації 30.03. 2026

Опубліковано 17.04.2026

### Як цитувати:

1. Савченко В.В. Кінетика деемульгації водо-оливних систем із застосуванням реагентів на основі естерів гумінових кислот / В.В. Савченко, К.О. Дорошенко // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 2. – С. 12-18. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-2-12-18>

2. Savchenko, V. V. & Doroshenko, K. O. (2026). Kinetyka deemuulhatsii vodo-olyvnykh system iz zastosuvanniam reahentiv na osnovi esteriv huminovykh kyslot. *Vuhlekhimichnyi Zhurnal*, (2), 12–18. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-2-12-18>

### Як отримати повний текст статті:

- протягом 2-х років від дати опублікування – за запитом на e-mail: [post@ukhin.org.ua](mailto:post@ukhin.org.ua)

- після 2-х років від дати опублікування – вільний доступ у базі даних «Наукова періодика України» НБУ ім.

Вернадського за посиланням:

[http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=URN&P21DBN=URN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhj](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=URN&P21DBN=URN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhj)

Ця стаття ліцензується відповідно до міжнародної ліцензії Creative Commons Attribution 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

### Бібліографічний список

1. Sarmas-Farfan J. Demulsification Kinetics of Water-in-Oil Emulsions of Ecuadorian Crude Oil: Influence of Temperature and Salinity / J. Sarmas-Farfan, A. Diaz-Barrios, T.E. Lehmann, V. Alvarado // *Energies*. – 2025. – No. 18. – P. 3115. <https://doi.org/10.3390/en18123115>.
2. Krebs T. Separation kinetics of an oil-in-water emulsion under enhanced gravity / T. Krebs, C.G.P.H. Schroen, R.M. Boom // *Chemical Engineering Science*. – 2012. – Vol. 71. – P. 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2011.10.057>.
3. Krebs T. A microfluidic method to study demulsification kinetics / T. Krebs, C.G.P.H. Schroen, R.M. Boom // *Lab on a Chip*. – 2012. – Vol. 12. – P. 1060–1070. <https://doi.org/10.1039/C2LC20930F>.
4. Elizalde B. E. Kinetics of demulsification of food protein-stabilized oil-in-water emulsions / B. E. Elizalde, A. M. R. Pilosof, L. Dimier [et al.] // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1989. – Vol. 66. – P. 1454–1458. <https://doi.org/10.1007/BF02661970>.
5. Raya S. A. A critical review of development and demulsification mechanisms of crude oil emulsion in the petroleum industry / S. A. Raya, I. Mohd Saaid, A. Abbas Ahmed [et al.] // *The Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1711–1728. <https://doi.org/10.1007/s13202-020-00830-7>.
6. Taylor P. Ostwald ripening in emulsions / P. Taylor // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 1998. – Vol. 75. – Iss. 2. – P. 107–163. [https://doi.org/10.1016/S0001-8686\(98\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0001-8686(98)00035-9).
7. Adeyemi B. J. Investigating the kinetics of water-in-crude oil emulsion stability / B. J. Adeyemi, A. A. Sulaimon // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. – 2015. – Vol. 10. – No. 16. – P. 7131–7136.
8. Liu J. Study on the kinetics of formation process of emulsion of heavy oil and its functional group components / J. Liu, C. Sun, Z. Lun [et al.] // *Sci Rep*. – 2024. – Vol. 14. – P. 8916. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59637-9>.
9. Niu Z. Changing the interface between an asphaltene model compound and water by addition of an EO–PO demulsifier through adsorption competition or adsorption replacement / Z. Niu, T. Yue, X. He, R. Manica // *Energy Fuels*. – 2019. – Vol. 33. – P. 5035–5042. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.9b00741>.
10. Topilnytskyy P. Demulsifying compositions for destruction of water coal tar emulsions / P. Topilnytskyy, V. Romanchuk, L. Bannikov [et al.] // *Petroleum Science and Technology*. – 2024. – Vol. 42. – P. 1820–1840. <https://doi.org/10.1080/10916466.2022.2150776>.
11. Zander M. Aspects of coal tar chemistry. A review / M. Zander // *Polycyclic aromatic compounds*. – 1995. – Vol. 7. – No. 4. – P. 209–221. <https://doi.org/10.1080/10406639508009625>.
12. Банніков Л. П. Характеристика емульсій «вода в кам'яновугільній смолі», стабілізованих пилоподібною вугільною речовиною / Л. П. Банніков // *Вуглехімічний журнал*. – 2023. – № 1. – С. 11–17. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2023-0-1-11-17>.
13. Банніков Л. П. Оцінка полярності стабілізаторів емульсій на основі кам'яновугільної смоли / Л. П. Банніков // *Вуглехімічний журнал*. – 2022. – № 5. – С. 15–22. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-5-15-25>.
14. Банніков Л. П. Хімічні властивості та характеристики поверхневої активності гумінової кислоти з бурого вугілля / Л. П. Банніков, В. В. Савченко // *Вуглехімічний журнал*. – 2024. – № 3. – С. 28–35. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2024-0-3-35-40>.
15. Савченко В. В. Деемульгатори з бурого вугілля: синтез, властивості, застосування / В. В. Савченко, Л. П. Банніков // *Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доп. 8-ї Міжнар. наук.-техн. конф. (Харків, 16–17 квітня 2025 р.)*. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2025. – С. 67–70.
16. Al-Sabagh A. M. Investigation of kinetics and rheological properties for the demulsification process / A. M. Al-Sabagh, N. M. Nasser, T. M. Abd El-Hamid // *Egyptian Journal of Petroleum*. – 2013. – Vol. 22. – P. 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2012.11.013>.