

РОЗПОДІЛ СКЛАДОВИХ МІНЕРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ВУГІЛЛЯ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ПОДРІБНЕННЯ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

© Н.М. Зеленська¹

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

А.Ю. Мартинова²

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

¹ Зеленська Наталія Михайлівна, аспірантка кафедри технології переробки нафти, газу і твердого палива, ORCID: 0009-0008-0327-5137, e-mail: aisim@ukhin.org.ua

² Мартинова Алла Юрійівна, канд. техн. наук, зав. відділом аналітичних досліджень, стандартизації, метрології та екології, ORCID: 0009-0009-1288-7765, Scopus ID: 57203485255, e-mail: alla_martynova_aisim@ukr.net

У роботі досліджено розподіл основних неорганічних компонентів і мікроелементів між полярними гранулометричними класами коксівного вугілля (<0,5 мм та 13–25 мм), що формуються на стадіях відбору та первинної підготовки. Актуальність зумовлена обмеженістю системних даних щодо сегрегації елементів між пилоподібною та крупною фракціями, що ускладнює прогнозування показників процесів коксування. Експериментально визначено концентрації елементів методом РФА з подальшим аналізом різниці їх вмісту між класами крупності. Характер розподілу елементів між класами крупності визначається як їх геохімічною природою, так і формою знаходження у вугіллі (мінеральною чи органічною), а також особливостями мікроструктури та подрібнюваності конкретних зразків. Встановлено, що елементи мінеральної природи (Si, Al, Fe, Ca, K, Ti) у більшості випадків збагачуються у дрібному класі, що свідчить про селективне подрібнення та концентрацію мінеральної речовини у тонкодисперсній фракції. Найбільш виражене фракціонування характерне для Fe та Si, що пов'язано з поведінкою сульфідних і алюмосилікатних фаз. Водночас для окремих зразків зафіксовано протилежні тенденції, обумовлені морфологією мінеральних включень і характером зрощення «вугілля–порода». Для елементів із переважною органічною афінністю (Ni, Cr, Zr, Sr) різниця концентрацій є незначною і не демонструє сталості закономірності, що вказує на їх змішаний або рівномірний розподіл у вуглецевій матриці. Показано, що розподіл зольності та елементного складу визначається структурно-текстурними особливостями вугілля і не підпорядковується універсальним залежностям. Отримані результати розширюють уявлення про міжфазний розподіл елементів і можуть бути використані для оптимізації технологічних аспектів переробки вугілля.

Ключові слова: вугілля, мінеральна складова, зольність, петрографія, сегрегація, коксування.

Автор для листування Н.М. Зеленська, e-mail: aisim@ukhin.org.ua

Рукопис надійшов до редакції 18.05.2026

Прийнято до публікації 25.05.2026

Опубліковано 29.05.2026

Як цитувати:

1. Зеленська Н.М. Розподіл складових мінеральної частини вугілля різного ступеня подрібнення методом рентгенофлуоресцентного аналізу / Н.М. Зеленська, А.Ю. Мартинова // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 3. – С. 3-9. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-3-3-9>

2. Zelenska, N. M., & Martynova, A. Iu. (2026). Rozpodil skladovykh mineralnoi chastyny vuhillia riznoho stupenia podribnennia metodom renthenofluorestsentnoho analizu Vuhlekhimichnyi Zhurnal, (3), 3–9. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-3-3-9>

Як отримати повний текст статті:

- протягом 2-х років від дати опублікування – за запитом на e-mail: 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=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhi

Бібліографічний список

1. Mahapatra D. A Review on Steam Coal-Sampling & Preparation / D. Mahapatra // *American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics*. – 2016. – Vol. 13(1). – P. 1–9. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34672.97288>.
2. Speight J. G. Handbook of Coal Analysis / J. G. Speight. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015. – 350 p. <https://doi.org/10.1002/9781119037699>.
3. Susilawati R. Mineral matter in coal / R. Susilawati // *Buletin Sumber Daya Geologi*. – 2015. – Vol. 10(1). – P. 1–14. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v10i1.134>.
4. Altıkulaç A. Assessment of the Enrichment of Heavy Metals in Coal and Its Combustion Residues / A. Altıkulaç, Ş. Turhan, A. Kurnaz, E. Gören, C. Duran, A. Hançerlioğulları, F. A. Uğur // *ACS Omega*. – 2022. – Vol. 7(24). – P. 21239–21245. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02308>.
5. Parzenty H. R. Spatial Macroscale Variability of the Role of Mineral Matter in Concentrating Some Trace Elements in Bituminous Coal in a Coal Basin – A Case Study from the Upper Silesian Coal Basin in Poland / H. R. Parzenty // *Minerals*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1–25. <https://doi.org/10.3390/min10050422>.
6. Liu J. Size segregation behavior of heavy metals in superfine pulverized coal using synchrotron radiation-induced X-ray fluorescence / J. Liu, X. Jiang, Y. Zhang, H. Zhang, L. Luo, X. Wang // *Fuel*. – 2016. – P. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.04.115>.
7. Zhang L. Distribution of heavy metals and release mechanism for respirable fine particles incineration ashes from lignite / L. Zhang, Z. Chen, J. Guo, Z. Xu // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2021. – Vol. 166. – P. 105282. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105282>.
8. Zhao F. Quantitative study of organic affinity of elements in low rank coals / F. Zhao, S.-P. Peng, D.-H. Li, Y. Tang, D.-Y. Ren, D.-W. Xu // *Fuel*. – 2003. – Vol. 32. – P. 18–22.
9. Querol X. Determination of element affinities by density fractionation of bulk coal samples / X. Querol, Z. Klika, Z. Weiss, R. B. Finkelman, A. Alastuey, R. Juan, A. López-Soler, F. Plana, A. Kolker, S. R. N. Chenery // *Fuel*. – 2001. – Vol. 80(1). – P. 83–96. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(00\)00059-4](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(00)00059-4).
10. Zubovic P. Physicochemical Properties of Certain Minor Elements as Controlling Factors in their Distribution in Coal / P. Zubovic // *Advances in Chemistry*. – 1966. – Vol. 55. – P. 221–231. <https://doi.org/10.1021/ba-1966-0055.ch013>.
11. Lin R. Organic and Inorganic Associations of Rare Earth Elements in Central Appalachian Coal / R. Lin, T. L. Bank, E. A. Roth, E. J. Granite, Y. Soong; U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory. – Pittsburgh, 2017 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1375797>.
12. Karayığit A. I. Coal characteristics, elemental composition and modes of occurrence of some elements in the İsaalan coal (Balıkesir, NW Turkey) / A. I. Karayığit, C. Bircan, M. Mastalerz, R. G. Oskay, X. Querol, N. R. Lieberman, I. Türkmen // *International Journal of Coal Geology*. – 2017. – Vol. 172. – P. 43–59. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.01.016>.
13. Eskenazy G. On the geochemistry of strontium in Bulgarian coals / G. Eskenazy, E. Minčeva // *Chemical Geology*. – 1989. – Vol. 74(3–4). – P. 265–276. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(89\)90037-5](https://doi.org/10.1016/0009-2541(89)90037-5).
14. Dai S. Modes of occurrence of elements in coal: A critical evaluation / S. Dai, R. B. Finkelman, D. French, J. C. Hower, I. T. Graham, F. Zhao // *Earth-Science Reviews*. – 2021. – Vol. 222. – P. 103815. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103815>.
15. Yang Z. Understanding the difficult selective separation characteristics of high-ash fine coal / Z. Yang, M. Liu, G. Chang, Y. Xia, M. Li, Y. Xing, X. Gui // *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. – 2020. – Vol. 56, No. 5. – P. 874–883. <https://doi.org/10.37190/ppmp/126427>.
16. Nhu D. K. T. Recovery of clean coal from the contaminated waste of Coc Sau coal mine / D. K. T. Nhu // *Journal of Mining and Earth Sciences*. – 2017. – Vol. 58, No. 6. – P. 1–6.
17. Коваль В. В. Вплив сегрегації вугілля на фізико-хімічні властивості шихти у процесі завантаження коксових батарей / В. В. Коваль, Д. В. Мірошніченко, І. М. Авдеюк, О. В. Космінський // *Chemistry, Technology and Application of Substances*. – 2025. – Vol. 8, No. 1. – P. 74–89. <https://doi.org/10.23939/ctas2025.01.074>.