

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОЛЬНОСТІ ВУГІЛЛЯ ЗА АВТОМАТИЧНОГО ТА РУЧНОГО СПОСОБІВ ВІДБОРУ ПРОБ

© Н.М. Зеленська<sup>1</sup>

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

А.Ю. Мартинова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> Зеленська Наталія Михайлівна, аспірантка кафедри технології переробки нафти, газу і твердого палива, ORCID: 0009-0008-0327-5137, e-mail: [aisim@ukhin.org.ua](mailto:aisim@ukhin.org.ua)

<sup>2</sup> 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](mailto:alla_martynova_aisim@ukr.net)

На вітчизняних коксохімічних підприємствах використовують механічний маятниковий пробовідбірник моделі ПММ-16, який застосовується в системах автоматизованого контролю якості вугільних концентратів. Конструктивні параметри пробовідбірника мають гарантувати репрезентативність відбору за рахунок достатньої місткості ковша, що виключає його переповнення та втрату матеріалу під час руху. У статті розглянуто процес автоматизованого відбору проб вугільних концентратів та оцінка його репрезентативності в порівнянні з ручним методом. Метою роботи було встановлення точності функціонування маятникового пробовідбірника ПММ-16 у реальних експлуатаційних умовах та аналіз впливу фізико-механічних властивостей вугілля на результати контролю. У ході дослідження проведено статистичне порівняння показників зольності проб, відібраних двома методами. Результати продемонстрували відсутність систематичної похибки ( $p = 0,724$ ), що підтверджує аналітичну еквівалентність автоматизованої процедури ручному методу за критеріями точності та прецизійності. Спостережувані відхилення знаходяться в межах випадкових експериментальних варіацій. Водночас науково обґрунтовано ризики, пов'язані з механічною фрагментацією вугілля під час відбору. Зазвичай зменшення крупності частинок призводить до систематичного зростання зольності. Дослідження механізмів сегрегації вугільних частинок є критично важливим не лише для вдосконалення систем пробовідбирання, а й для технологічної стабілізації процесів переробки. Додатковим дестабілізуючим фактором визначено сегрегацію частинок під час завантаження в печі, що може нівелювати репрезентативність попередньо відібраних проб. Зроблено висновок про необхідність подальших гранулометричних досліджень для виключення впливу подрібнення сировини робочими частинами пробовідбірників на технологічні показники. Результати створюють підґрунтя для оптимізації завантажувальних пристроїв та підвищення якості підготовки багатокомпонентних шихт.

Ключові слова: вугільні концентрати, вугільна шихта, відбір проб, зольність, маятниковий пробовідбірник, сегрегація, репрезентативність, механічна фрагментація.

Автор для листування Н.М. Зеленська, e-mail: [aisim@ukhin.org.ua](mailto:aisim@ukhin.org.ua)

Рукопис надійшов до редакції 12.03.2026

Прийнято до публікації 30.03.2026

Опубліковано 17.04.2026

### Як цитувати:

1. Зеленська Н.М. Порівняльний аналіз результатів визначення зольності вугілля за автоматичного та ручного способів відбору проб / Н.М. Зеленська, А.Ю. Мартинова // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 1. – С. 13-18. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-13-18>

2. Zelenska, N. M., & Martynova, A. Iu. (2026). Porivnialnyi analiz rezultativ vyznachennia zolnosti vuhillia za avtomatychnoho ta ruchnoho sposobiv vidboru prob. *Vuhlekhimichni Zhurnal*, (1), 13–18. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-13-18>

### 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=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhi](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. Zhang J. Research status and development trend of belt coal sampling technology / J. Zhang, J. Yin, H. Wang, C. Li, B. Ma, P. Xiao // *Coal Science and Technology*. – 2022. – Vol. 50 (9). – P. 200–206.
2. Xu A. Design and practice of intelligent mining and production in Yingpanhao Coal Preparation Plant / A. Xu, W. Wang, F. Liu // *Clean Coal Technology*. – 2025. – Vol. 31 (S1). – P. 797–802. <https://doi.org/10.13226/j.issn.1006-6772.24081701>.
3. Sinha K. M. K. A Comparative Study of Manual Wagon-Top Sampling and Auto Mechanical Sampling of 200 mm Size Coal with Respect to Stopped-Belt Sampling of Thermal Coal at Indian Thermal Power Plants / K. M. K. Sinha, G. S. Jha, K. K. Sharma, K. M. P. Singh, T. Gouricharan // *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. – 2015. – Vol. 36. – P. 82–90. <https://doi.org/10.1080/19392699.2015.1051180>.
4. Blatter A. O. A Test on a Slotted Revolving Cylinder Coal Sampler / A. O. Blatter // *Symposium on Coal Sampling*. – 1955. – P. 57–71. <https://doi.org/10.1520/STP46264S>.
5. Aldrich C. Online Analysis of Coal on A Conveyor Belt by use of Machine Vision and Kernel Methods / C. Aldrich, G. T. Jemwa, J. C. van Dyk, M. J. Keyser, J. H. P. van Heerden // *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. – 2010. – Vol. 30 (6). – P. 331–348. <https://doi.org/10.1080/19392699.2010.517486>.
6. ISO 13909-8:2025 Coal and coke – Mechanical sampling Part 8: Methods testing for bias. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland; 2025 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/ru/standard/87043.html>.
7. ASTM D 2234/D 2234 M–20 Standard Practice for Collection of a Gross Sample of Coal ASTM International, 2020 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.en-standard.eu/astm-d2234-d2234m-20-standard-practice-for-collection-of-a-gross-sample-of-coal/?srsltid=AfmBOooPyLwY1rT8MV123G-tnSTI5xr1I405jAvc4yY8KJRGIIWxmdb9>.
8. Zhao P. Application of graph neural networks in modeling volatile matter generation and internal gas pressure behavior during coking of coking coal blends / P. Zhao, Y. Hui, Y. Qiu, J. Dou, S. Bhattacharya, B. Dai, J. Yu // *Fuel*. – 2026. – Vol. 406 (A). – P. 136785. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.136785>.
9. Wang Q. The segregation behaviors of fine coal particles in a coal beneficiation fluidized bed / Q. Wang, W. Yin, B. Zhao, H. Yang, J. Lu, L. Wei // *Fuel Processing Technology*. – 2014. – Vol. 124. – P. 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2014.02.015>.
10. Senior C. L. Distribution of trace elements in selected pulverized coals as a function of particle size and density / C. L. Senior, T. Zeng, J. Che, M. R. Ames, A. F. Sarofim, I. Olmez, F. E. Huggins, N. Shah, G. P. Huffman, A. Kolker, S. Mroczkowski, C. Palmer, R. Finkelman // *Fuel Processing Technology*. – 2000. – Vol. 63 (2–3). – P. 215–241. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(99\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(99)00098-3).
11. Koval V. Segregation of coal particles during charging into coking tower / V. Koval, D. Miroshnichenko, I. Avdeyuk, M. Miroshnychenko, S. Nedbailo // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2025. – Vol. 60 (6). – P. 1069–1082. <https://doi.org/10.59957/jctm.v60.i6.2025.19>.
12. Li H. Segregation of coal particles in air classifier: Effect of particle size and density / H. Li, Y. He, J. Yang, X. Zhu, Z. Peng, J. Yu // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. – 2018. – Vol. 40 (11). – P. 1332–1341. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1475521>.
13. ДСТУ ISO 13909-2:2005 Вугілля кам'яне, антрацит та кокс. Механізоване відбирання проб. Частина 2. Вугілля. Відбирання проб з рухомих потоків (ISO 13909-2:2001, IDT). – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 32 с.
14. ISO 18283:2022 Coal and coke — Manual sampling. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland; 2025 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:77219:en>.
15. ISO 1171:2024 Coal and coke – Determination of ash. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland; 2024 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/86977.html>.
16. Гуляев В. М. Реакційна здатність і міцність коксу: фізико-хімічна природа, методи оптимізації та стабілізації / В. М. Гуляев, В. Д. Барський. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012. – 498 с.