

СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СУМІШЕЙ ГАЗОВОГО ТА ПІСНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ПВП

© В.В. Коваль¹

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

¹ Коваль Валентин Валерійович, Ph.D. (техн. науки), старший дослідник, старший наук. півр. вугільного відділу, ORCID: 0000-0003-3771-3293, Scopus ID: 57208756691, e-mail: kovalen79@gmail.com

У роботі наведено результати статистичної оцінки адекватності розроблених математичних моделей прогнозування коефіцієнта розмолотості за Хардгровом (HGI), індексу вільного спучування (FSI) та температури займання ($t_{3\%}$) сумішей газового й пісного вугілля для пилувугільного палива (ПВП). На першому етапі досліджено адитивність зазначених показників на прикладі бінарних сумішей газового та коксівного вугілля за умов спільної підготовки шихти. Встановлено, що HGI суміші наближається до значення більш твердого компонента, FSI – до значення менш спікливого компонента, а температура займання – до значення легше займистого компонента, що свідчить про системне відхилення від простої адитивності. На основі отриманих залежностей розроблено регресійні моделі коригування розрахункових значень.

На другому етапі перевірено їх придатність для прогнозування властивостей 12-ти варіантів сумішей газового та пісного вугілля (30–50 і 50–70 % відповідно). Адекватність моделей перевірено шляхом порівняння розрахункових і фактичних значень із використанням коефіцієнта кореляції, коефіцієнта детермінації, стандартного відхилення залишків, середньої абсолютної та систематичної похибок. Встановлено, що моделі для HGI ($r = 0,958$; $D = 91,71$ %) та $t_{3\%}$ ($r = 0,928$; $D = 86,21$ %) характеризуються високою точністю та можуть застосовуватися для технологічних розрахунків складу шихти ПВП. Модель для FSI демонструє середній рівень кореляції ($r = 0,577$), що зумовлено обмеженим діапазоном і дискретністю показника, однак її точність відповідає метрологічним можливостям методу визначення. Отримані результати підтверджують можливість використання розроблених моделей для прогнозування властивостей вугільних сумішей у промислових умовах.

Ключові слова: вугілля, вугільні суміші, статистична оцінка, пилувугільне паливо, адитивність, математичні моделі.

Автор для листування В.В. Коваль, e-mail: kovalen79@gmail.com

Рукопис надійшов до редакції 23.02.2026

Прийнято до публікації 30.03.2026

Опубліковано 17.04.2026

Як цитувати:

1. Коваль В.В. Статистична оцінка адекватності розроблених математичних моделей сумішей газового та пісного вугілля для ПВП / В.В. Коваль // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 1. – С. 3-13. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-3-13>

2. Koval, V. V. (2026). Statystychna otsinka adekvatnosti rozroblenykh matematychnykh modelei sumishei hazovoho ta pisnogo vuhillia dlia PVP. *Vuhlekhimichnyi Zhurnal*, (1), 3–13. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-3-13>

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

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

Бібліографічний список

1. Stefanović P. Review of the investigations of pulverized coal combustion processes in large power plants in laboratory for thermal engineering and energy. Part B / P. Stefanović, D. Cvetinović, Z. Marković, B. Repić et al. // *Thermal Science*. – 2019. – Vol. 23. – Suppl. 5. – P. S1611–S1626. <https://doi.org/10.2298/TSCI19S5611R>

2. Ishii K. Advanced pulverized coal injection technology and blast furnace operation / K. Ishii (Ed.). – Amsterdam: Elsevier Science, 2000. – 550 p.

3. Tang C. Optimizing combustion efficiency in blast furnace injection: A sustainable approach using biomass char and coal mixtures / C. Tang, J. Pan, D. Zhu, Z. Guo, C. Yang, S. Li // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16. – P. 6140. <https://doi.org/10.3390/su16146140>
4. Xiong P. Synergistic optimization control of blast furnace coal injection based on raceway state feedback / P. Xiong, G. Cui, D. Lv, Y. Zhang // *Metallurgical Research & Technology*. – 2024. – Vol. 121. – P. 505. <https://doi.org/10.1051/metal/2024057>
5. Chai Y. Experiment research on pulverized coal combustion in the tuyere of oxygen blast furnace / Y. Chai, J. Zhang, Q. Shao, X. Ning, K. Wang // *High Temperature Materials and Processes*. – 2019. – Vol. 38. – Article htmp-2017-0141. <https://doi.org/10.1515/htmp-2017-0141>
6. Ступак Є. Дослідження спалювання пилоподібного твердого палива та впливу його індивідуальних властивостей на перебіг початкових стадій горіння / Є. Ступак, Т. Хохлова // *Сучасні Проблеми Металургії..* – 2024. – № 1. – С. 120-140. <https://doi.org/10.34185/1991-7848.2024.01.09>
7. Koval V. Determination of Mechanical Strength of Coal and Coal Charges / V. Koval, D. Miroshnichenko, O. Bogoyavlenska / *Advances in Chemistry Research*. Vol. 85. Chapter 5.– New York: *Nova Science Publishers*, 2024. – P. 193–287 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novapublishers.com/shop/advances-in-chemistry-research-volume-85>.
8. Мірошніченко Д.В. Прогноз розрахунку коефіцієнту розмолотності вугільних шихт / Д.В. Мірошніченко, В.В. Коваль // *Вуглехімічний журнал*. – 2022. – № 6. – С. 4–13. – ISSN 1681–309X. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-6-4-12>.
9. Miroshnichenko D. Effect of the quality indices of coal on its grindability / D. Miroshnichenko, V. Koval, O. Bogoyavlenska, S. Pyshyev, E. Malyi, M. Chemerinskiy // *Mining of Mineral Deposits*. – 2022. – Vol. 16. – No. 4. – P. 40–46. doi:10.33271/mining16.04.040.
10. Montgomery D.C. Introduction to linear regression analysis / D.C. Montgomery, E.A. Peck, G.G. Vining. – 5th ed. – *Hoboken: Wiley*, 2012. – 672 p.
11. Evans J.D. Straightforward statistics for the behavioral sciences / J.D. Evans. – Pacific Grove: *Brooks/Cole Publishing Company*, 1996. – 600 p.
12. Hyndman R.J. Another look at measures of forecast accuracy / R.J. Hyndman, A.B. Koehler // *International Journal of Forecasting*. – 2006. – Vol. 22. – P. 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>.