

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003290

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ № 1067ст від 28 липня 2026 р.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тутова Олена Валеріївна

2. Olena V. Tutova

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6846-0327

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 144

Назва наукової спеціальності: Теплоенергетика

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: «Теплоенергетика»

Дата захисту: 09-07-2026

Спеціальність за освітою: 8.000008 «Енергетичний менеджмент»

Місце роботи здобувача: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14621

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.31.29, 44.31.35

Тема дисертації:

1. Підвищення ефективності газифікації високозольного вугілля на основі встановлення закономірностей формування енергетичного оптимуму процесу
2. Improvement of high-ash coal gasification efficiency based on establishing regularities in the formation of the process energy optimum

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі підвищення ефективності газифікації високозольного вугілля шляхом встановлення закономірностей формування енергетичного оптимуму процесу. Необхідність дослідження зумовлена тим, що традиційне спалювання високозольного вугілля супроводжується підвищеними втратами, значним утворенням мінерального залишку, ускладненням газоочищення та екологічними обмеженнями, тоді як газифікація забезпечує більш кероване термохімічне перетворення палива з одержанням генераторного газу. Метою роботи є підвищення ефективності газифікації високозольного вугілля на основі узгодженого аналізу температури процесу, складу окисника, теплоти згоряння, складу та питомого виходу генераторного газу з урахуванням впливу мінерально-хімічних компонентів палива, екологічних характеристик газу та ексергетичної ефективності схем термохімічної переробки. У роботі встановлено, що коефіцієнт витрати окисника є визначальним неперервним

керувальним параметром процесу газифікації високосольного вугілля. Показано, що зміна цього параметра зумовлює формування трьох характерних режимних областей: області недостатньої окислювальної забезпеченості з наявністю непрореагованого вуглецю, області енергетично раціональних режимів та області надлишкового окиснення зі зростанням вмісту CO_2 і H_2O та зниженням частки горючих компонентів. Енергетично оптимальний режим для досліджених умов формується при коефіцієнті витрати окисника 0,3–0,32 і не зміщується зі збільшенням вмісту кисню в окиснику. Запропоновано інтегральний енергетичний показник процесу газифікації, що враховує питомий вихід генераторного газу та його нижчу теплоту згоряння. Встановлено, що цей показник має максимум при коефіцієнті витрати окисника близько 0,3 для всіх досліджених складів окисника, а його максимальні значення становлять 17,2–18,1 МДж/кг вугілля в залежності від виду окисника. Доведено, що раціональний режим газифікації відповідає не максимальній температурі, а області її достатності, за якої досягається найбільший сумарний енергетичний вихід генераторного газу. Підігрів окисника підвищує температурний рівень і сприяє зростанню відношення CO/CO_2 приблизно на 20%, але не змінює положення енергетичного оптимуму. Встановлено двоїстий вплив мінерально-хімічних компонентів палива. Підвищення вмісту Na_2O знижує температуру газифікації на 100–250 К та за повітряної газифікації збільшує сумарний вміст $\text{CO}+\text{H}_2$ майже на 40%, що свідчить про підвищення відновлювального потенціалу генераторного газу. Водночас зростають концентрації HCl , NaCl і KCl , а в газову фазу переходить 54–71% натрію та 61–69% хлору, що посилює корозійні ризики, схильність до утворення відкладень та вимоги до очищення генераторного газу. Встановлено узгоджені закономірності формування сірко- та азотовмісних компонентів генераторного газу при одночасному варіюванні температури 1273–2473 К, вмісту кисню в окиснику 21–100% та коефіцієнта витрати окисника 0,2–0,5. Показано, що саме коефіцієнт витрати окисника визначає перехід між відновними та окислювальними формами зв'язування сірки й азоту. Обґрунтовано використання показника $\lg[(\text{H}_2\text{S}+\text{COS}+\text{SH})/(\text{SO}_2+\text{SO})]$ як критерію розподілу між відновними та окислювальними формами сірки. Виконано ексергетичний аналіз комбінованих схем термохімічної переробки вугілля. Для схеми «повітряна газифікація – згоряння генераторного газу» встановлено наявність оптимуму загального ексергетичного ККД. Попереднє охолодження генераторного газу до 393 К зміщує оптимум у область 1373–1573 К і підвищує ККД до 65% порівняно з 63% без охолодження. Одержані результати створюють наукову основу для побудови режимних карт газифікації, вибору енергетично та екологічно доцільних режимів, обґрунтування вимог до очищення генераторного газу та вибору схем його подальшого використання. Ключові слова: вугілля, газифікація, окисник, генераторний газ, коефіцієнт витрати окисника, термохімічна конверсія, енергетичний оптимум, енергоефективність, термодинамічне моделювання, мінерально-хімічні компоненти, сірко- та азотовмісні сполуки, екологічна ефективність, енергетичні технології, ексергетичний аналіз

2. The thesis is devoted to solving an urgent scientific and technical problem of increasing the efficiency of high-ash coal gasification by establishing the regularities in the formation of the process energy optimum. The need for this research is determined by the fact that conventional combustion of high-ash coal is accompanied by increased losses, significant formation of mineral residue, more complicated gas cleaning, and environmental limitations, whereas gasification provides a more controlled thermochemical conversion of fuel with the production of syngas. The aim of the work is to improve the efficiency of high-ash coal gasification based on a coordinated analysis of the process temperature, oxidizer composition, heating value, composition, and specific yield of syngas, taking into account the influence of mineral and chemical components of the fuel, environmental characteristics of the gas, and exergy efficiency of thermochemical treatment schemes. It has been established that the oxidizer consumption coefficient is the determining continuous control parameter of the high-ash coal gasification process. It is shown that variation of this parameter leads to the formation of three characteristic operating regions: the region of insufficient oxidizer supply with the presence of unreacted carbon, the region of energetically rational modes, and the region of excessive oxidation with an increase in CO_2 and H_2O content and a decrease in the fraction of combustible components. For the studied conditions, the energetically optimal mode is formed at an oxidizer consumption coefficient of 0.3–0.32 and does not shift with an increase in the oxygen content in the oxidizer. An integral energy indicator of the gasification process is proposed, which takes into

account the specific yield of syngas and its lower heating value. It is established that this indicator reaches a maximum at an oxidizer consumption coefficient of about 0.3 for all studied oxidizer compositions, and its maximum values are 17.2-18.1 MJ/kg of coal, depending on the type of oxidizer. It is shown that the rational gasification mode corresponds not to the maximum temperature, but to the region of its sufficiency, at which the highest total energy yield of syngas is achieved. Oxidizer preheating increases the temperature level and promotes an increase in the CO/CO₂ ratio by approximately 20%, but does not change the position of the energy optimum. The dual influence of the mineral and chemical components of the fuel has been established. An increase in the Na₂O content decreases the gasification temperature by 100-250 K and, under air gasification, increases the total CO+H₂ content by almost 40%, which indicates an increase in the reducing potential of syngas. At the same time, the concentrations of HCl, NaCl, and KCl increase, while 54-71% of sodium and 61-69% of chlorine pass into the gas phase, which intensifies corrosion risks, the tendency to deposit formation, and the requirements for syngas cleaning. Coordinated regularities in the formation of sulfur- and nitrogen-containing components of syngas have been established under simultaneous variation of temperature in the range of 1273-2473 K, oxygen content in the oxidizer from 21 to 100%, and oxidizer consumption coefficient from 0.2 to 0.5. It is shown that the oxidizer consumption coefficient determines the transition between reducing and oxidizing forms of sulfur and nitrogen binding. The use of the indicator $\lg[(H_2S+CO+SH)/(SO_2+SO)]$ as a criterion for the distribution between reducing and oxidizing forms of sulfur is substantiated. An exergy analysis of combined coal thermochemical treatment schemes has been performed. For the "air gasification - syngas combustion" scheme, the presence of an optimum of total exergy efficiency has been established. Pre-cooling of syngas to 393 K shifts the optimum to the range of 1373-1573 K and increases the efficiency to 65% compared with 63% without cooling. The obtained results create a scientific basis for constructing gasification operating maps, selecting energetically and environmentally reasonable modes, substantiating requirements for syngas cleaning, and choosing schemes for its further use. Keywords: coal, gasification, oxidizer, syngas, oxidizer consumption coefficient, thermochemical conversion, energy optimum, energy efficiency, thermodynamic modeling, mineral and chemical components, sulfur- and nitrogen-containing compounds, environmental efficiency, energy technologies, exergy analysis

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Pinchuk, V., Tutova, O., Kuzmin, A., Pinchuk, S., Sharabura, T. A., & Chemerinskiy, M. (2026). Energy-optimal excess oxidizer ratio and activation effects in coal gasification. *International Journal of Energy for a Clean Environment*, 27(3), 1-18. <https://doi.org/10.1615/InterJenerCleanEnv.2025061343>
- 2. Tröndle, T., Melnyk, O., Tutova, O., Porieva, V., Neumann, F., Staffell, I., & Patt, A. (2024). Rebuilding Ukraine's energy supply in a secure, economic, and decarbonised way. *Environmental Research Infrastructure and Sustainability*, 4(3), 031002. <https://doi.org/10.1088/2634-4505/ad6738>
- 3. Тутова, О. В., & Пінчук, В. О. (2026). Термодинамічний аналіз формування енергетичного оптимуму газифікації вугілля. *Modern Problems of Metallurgy*, (29), 304-316. <https://doi.org/10.34185/1991-7848.2026.01.20>
- 4. Тутова, О. В., & Пінчук, В. О. (2026). Керування утворенням сірко- та азотовмісних компонентів як основа екологічної оптимізації газифікації вугілля. *Системні технології*, 3(164), 246-258. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-3-164-2026-20>

- 5. Тутова, О. В., & Пінчук, В. О. (2026). Дослідження ексергетичної досконалості двостадійної схеми термoxiмічної переробки вугілля. Системні технології, 2(163), 227-237. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-2-163-2026-21>
- 6. Pinchuk V., Tutova O., Pinchuk S. (2023). Research of mode and design parameters of roller cooler for dry cooling of liquid slag. Materials and Metallurgy : 16th International Symposium of Croatian Metallurgical Society. Metalurgija. Vol. 62, № 3-4. p. 492. <https://hrcak.srce.hr/file/434355>
- 7. Пінчук В. О., Чемеринський М. С., Тутова О. В. (2024). Дослідження процесу газифікації солоного вугілля України. Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції, 17-18 квітня 2024 р. / уклад. Д. В. Мірошніченко. Харків : НТУ «ХПІ», С. 37-40. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79046>
- 8. Пінчук В. О., Тутова О. В. (2025). Дослідження попередньої термічної активації вугілля. Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції, 16-17 квітня 2025 р. / уклад. Д. В. Мірошніченко. Харків : НТУ «ХПІ», С. 77-80. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/e5437926-b3cd-4b76-a747-eba2c303bbc2/content>
- 9. Тутова О. В., Пінчук В. О. (2023). Дослідження механічної активації вугілля України різних стадій метаморфізму. Молода академія- 2023 : збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених. Дніпро : УДУНТ, Т. 1. С. 131. URL: https://nmetau.edu.ua/file/tom_1_23.pdf
- 10. Пінчук В. О., Кузьмін А. В., Тутова О. В. (2023). Formation of trace elements during high-temperature coal gasification. Теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливо-мастильних матеріалів : матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Київ : Центр учбової літератури, С. 29-30. https://aemk.kpi.ua/wp-content/uploads/2023/11/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D1%82%D0%B5%D0%B7_%D0%BE%D1%81%D1%82.pdf
- 11. Пінчук В. О., Тутова О. В., Пінчук С. А. (2023). Технологія комплексної переробки низькосортного вугілля і відходів вуглезбагачення. Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції, 11-12 квітня 2023 р. / оргком.: Д. В. Мірошніченко та ін. Харків : НТУ «ХПІ», С. 45-48. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/65109>

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Наукові відкриття

У дисертаційній роботі отримані нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності є суттєвими для вирішення актуальної науково-технічної задачі, яка полягає у підвищенні ефективності газифікації високосортного вугілля на основі встановлення закономірностей формування енергетичного оптимуму процесу за результатами узгодженого дослідження температури, складу, теплоти згоряння та питомого виходу генераторного газу при зміні параметрів окисника, з урахуванням впливу мінеральної складової палива, екологічних характеристик генераторного газу та ексергетичної ефективності схем термoxiмічної переробки.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0124U000385

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Губинський Михайло Володимирович

2. Mykhailo V. Hubytskyi

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3770-4397

Додаткова інформація: <https://orcid.org/0000-0003-3770-4397>;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56196705500&origin=recordpage>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пінчук Валерія Олександрівна

2. Valeriia O. Pinchuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7684-1867

Додаткова інформація: SCOPUS: 56830254600 Web of ScienceWoS: B-2458-2017 Google АкадеміяGS: q5ZRJG0AAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дичковський Роман Омелянович

2. Roman O. Dychkovskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3143-8940

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кобзар Сергій Григорович

2. Serhii H. Kobzar

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 05.14.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8615-4400

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417118

Місцезнаходження: вул. Марії Капніст, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мірошніченко Денис Вікторович

2. Denis V. Miroshnichenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6335-8742

Додаткова інформація: ;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602479663>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Усенко Андрій Юрійович

2. Andrii Y. Usenko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7467-6220

Додаткова інформація: Scopus ID: 56992818200; Web of Science ResearcherIDLTF-7050-2024;
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=gOrD6c0AAAAJ&hl=uk>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Єрьомін Олександр Олегович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Єрьомін Олександр Олегович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Тутова Олена Валеріївна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна