

ВІДГУК ОЩІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **Полутренко Мирослави Степанівни**
про дисертаційну роботу **Брика Дмитра Васильовича** на тему:
**«Підвищення рівня екологічної безпеки при термохімічному
переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини»**, представлену на
здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми досліджень. Нинішня екологічна ситуація в Україні, яка формувалася впродовж тривалого часу через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природних геосистем, характеризується як кризова. Територія України відзначається надмірним техно- і антропогенним навантаженням на природне середовище та високим ступенем його забруднення. Особливо це стосується підприємств вугільної галузі, оскільки вугілля є “найбруднішим” з усіх джерел енергії та робить найбільший внесок в глобальну зміну клімату. Кам'яне вугілля наразі складає 98% паливної бази ТЕС. ТЕС України споживають більше 35 млн. тонн вугілля із зольністю 23–25% і вмістом сірки більше 2%. Спалювання таких кількостей низькоякісного палива призводить до значних викидів забруднюючих речовин в атмосферу та утворення великої кількості твердих відходів (золи та шлаку). Не дивлячись на те, що в Україні широко впроваджуються альтернативні та відновлювальні джерела енергії, нарощування видобутку вуглеводнів і вугілля залишається серед пріоритетних напрямків енергетичного сектору країни. Оскільки, в Україні є значні запаси некондиційної вуглецевмісної сировини, то, на сьогодні, особливо актуальною проблемою є проблема розроблення нових технологічних рішень та екологічно чистих способів щодо її перероблення.

Детальне знайомство з дисертацією, авторефератом та працями здобувача дозволяє визначити, що дисертаційна робота Брика Д.В. саме й присвячена вирішенню такої актуальної науково-прикладної проблеми,

направленої на підвищення рівня екологічної безпеки при переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини.

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується також тим, що вона є невід'ємною складовою 25 держбюджетних науково-дослідних робіт в рамках цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з розроблення наукових засад раціонального використання природно-ресурсного потенціалу та сталого розвитку (2015–2019 рр.) та наукових напрямків, програм діяльності Інституту геології і геохімії горючих копалин Національної академії наук України.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Аналіз матеріалів, наведених у дисертації, показав, що здобувачем ґрунтовно проаналізовано стан екологічної безпеки в енергетичному комплексі, який є основним для забезпечення сталого розвитку країни. Акцентовано увагу на екологічних ризиках, які переважно спричинені промисловим сектором. Виділено дві групи чинників, що призводять до змін навколишнього середовища України. Проаналізовано вплив на довкілля техногенних вугільних об'єктів. Такий комплексний підхід до аналізу екологічної ситуації в сфері енергетики дозволив визначити науково-прикладну проблему, мету і завдання досліджень. У методичному відношенні, дисертаційне дослідження характеризується широким набором класичних фізико-хімічних та інструментальних методів аналізу, математичного моделювання, а також використано методи рівноважної термодинаміки.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна результатів, отриманих здобувачем, полягає в реалізації системного науково обґрунтованого підходу для підвищення рівня екологічної безпеки при термохімічному переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини, а саме:

- вперше проведено аналіз цілей сталого розвитку України у сфері енергетики, управління ресурсами та змін навколишнього природного середовища і встановлено, що підвищення рівня екологічної безпеки є необхідною складовою енергетичної трансформації країни;

- вперше систематизовано та досліджено екологічні ризики та вплив на довкілля вугільних техногенних об'єктів на прикладі Червоноградського гірничо-промислового району Львівської області та виявлено, що найбільший негативний вплив на довкілля спричиняють емісія шахтного метану, відвали шахтної породи – терикони та відходи вуглезбагачення;

- автором встановлено ресурси некондиційної вуглецевмісної сировини та на основі аналізу способів термохімічного перероблення доведено, що процеси газифікації є найбільш придатними для підвищення рівня екологічної безпеки;

- здобувачем розвинуто теоретичні засади термохімічного перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини на основі моделювання процесів перетворення речовин у багатокомпонентних системах та обґрунтовано вибір оптимальних термобаричних умов для екологічної газифікації палива;

- на основі проведених стендових досліджень газифікації високозольного сапропелітового вугілля та карпатських менілітових сланців встановлено, що процес газифікації вугілля проходить стабільно у повному обсязі з отриманням цінних хімічних продуктів – смоли та горючого газу, а газифікація сланців нестабільна, проходить у неповному обсязі із затуханням;

- розроблено і запатентовано нові екологічні способи та пристрої для термохімічного перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини, зокрема відходів вуглевидобування і вуглезбагачення, некондиційних вугільних пластів та метану вугільних шахт і родовищ;

- проведено аналіз екстракції некондиційної вуглецевмісної сировини (вугілля, сланців, лігнітів, вугільних пеків) та доведено перспективність

екстракції для екологічного отримання цінних високомолекулярних вуглеводневих сполук;

- досліджено екологічні та економічні аспекти впровадження підземної газифікації некондиційних вугільних пластів та обґрунтовано конкурентоспроможність підземної газифікації для промислового використання.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у розроблених і впроваджених рекомендаціях щодо перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини: відходів вуглевидобування і вуглезбагачення, некондиційних вугільних пластів та метану вугільних шахт і родовищ. Розроблено ряд екологічних способів та пристроїв, які захищено патентами України.

Повнота викладення результатів дисертаційного дослідження в опублікованих роботах

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 68 праць, у тому числі – 28 статей у фахових наукових виданнях України, 8 у закордонних журналах, що входять до наукометричних баз даних Scopus і Web of Science, 18 тез у матеріалах наукових конференцій, а також отримано 14 патентів України (2 деклараційні патенти на винахід та 12 патентів та корисну модель).

Оцінка змісту дисертації та її завершеності.

Дисертаційна робота Брика Дмитра Васильовича «Підвищення рівня екологічної безпеки при термохімічному переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини» є завершеним комплексним дослідженням, в якому вирішується актуальне науково-прикладне завдання щодо запобігання негативного впливу на навколишнє середовище при термохімічному переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини. Загальний обсяг

роботи - 363 сторінки, з яких 272 сторінки основного тексту та складається з переліку умовних скорочень, вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 484 найменувань. Робота містить 44 таблиці, 35 рисунків та 4 додатки.

Наведений у публікаціях матеріал повністю відображає результати та наукові положення дисертаційної роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційних досліджень, сформульовано мету і завдання роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, висвітлено наукову новизну одержаних результатів та їх практичне значення, наведено дані щодо особистого внеску здобувача та апробації результатів роботи.

У першому розділі **«Екологічна безпека у контексті цілей сталого розвитку України та змін навколишнього середовища»** автором вперше проведено критичний аналіз цілей сталого розвитку (ЦСР) України в енергетичному секторі економіки, управління ресурсами та змін навколишнього природного середовища. Виокремлено глобальні та локальні (внутрішні) чинники, які можуть мати серйозний вплив на атмосферу, водні та земельні ресурси. Внутрішні чинники погіршення стану навколишнього середовища в Україні переважно пов'язані з гірничо-видобувною діяльністю та енергетикою – шахтним видобуванням вугілля, його збагаченням та використанням. Автором вперше систематизовано та досліджено екологічні ризики та вплив на довкілля вугільних техногенних об'єктів на прикладі Червоноградського гірничопромислового району Львівської області. Найбільший негативний вплив на довкілля спричиняють емісія шахтного метану, який у 20 разів більше сприяє посиленню "парникового ефекту", ніж вуглекислий газ, відвали шахтної породи – терикони та відходи вуглезбагачення.

У другому розділі **«Некондиційна вуглецевмісна сировина та способи її термохімічного перероблення»** проаналізовано структуру та споживання енергетичних ресурсів у світі та Україні. З проведеного аналізу

видно, що викопне тверде вуглецевмісне паливо зберігає визначальну частку у економіці, а його видобування та використання потребує екологічної модернізації з метою захисту навколишнього середовища. Проведений автором детальний огляд відомих способів термохімічного перероблення вуглецевмісної сировини показав, що для підвищення рівня екологічної безпеки вугільної галузі країни найбільш перспективним є процес газифікації, який дозволяє переробляти різноманітні некондиційні паливні ресурси у наземних та підземних умовах.

Третій розділ присвячений розвитку теоретичних засад екологічного термохімічного перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини. На основі великого масиву розрахунків з використанням методів математичного моделювання зроблені важливі висновки для практичної реалізації процесу підземної газифікації вугілля. Наведені розрахунки є необхідною передумовою для успішного проведення експериментальних, стендових досліджень і дослідно-промислових випробувань екологічного термохімічного перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини.

У **четвертому** розділі висвітлено результати досліджень газифікації високозольного сапропелітового вугілля та карпатських менілітових сланців з використанням різних реагентів для окиснення на стендовій установці в наземних умовах. Встановлено, що процес газифікації вугілля проходить стабільно у повному обсязі з отриманням цінних хімічних продуктів – смоли та горючого газу, а газифікація сланців нестабільна, проходить у неповному обсязі із затуханням і не може бути рекомендована для промислового використання.

У **п'ятому** розділі дисертаційної роботи наведено результати розроблених і запатентованих нових способів та пристроїв для термохімічного перероблення некондиційної вуглецевмісної сировини: відходів вуглевидобування і вуглезбагачення, некондиційних вугільних пластів та метану вугільних шахт і родовищ. Реалізація запропонованих

геотехнологій в промислових умовах призведе до суттєвого зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Шостий розділ охоплює великий об'єм експериментальних досліджень по екстракції некондиційної вуглецевмісної сировини (вугілля, сланців, лігнітів, вугільних пеків) розчинниками різної природи, результати яких можуть бути використані для розроблення нових екологічно чистих технологій з метою отримання екстракту як вихідної сировини для одержання синтетичного рідкого палива.

У **сьомому** розділі автором на основі порівняння технології підземної газифікації вугілля з шахтним методом видобування вугілля встановлено, що ризики забруднення родючого шару ґрунту – мінімальні, поверхневих і підземних вод та атмосферного повітря – незначні. Проведено техніко-економічну оцінку вартісних показників отримання горючих продуктів методом підземної газифікації вугілля, запаси якого в Україні перевищують 2,5 млрд т. Встановлено, що оціночна собівартість генераторного газу в еквіваленті до природного газу становить 1932,0 грн за 1000 м³, а виробленої електроенергії – 0,638 грн за 1 кВт·год, що відкриває перспективи для промислового впровадження підземної газифікації некондиційних вугільних пластів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату Брика Д.В відповідає основним положенням, що наведені в дисертаційній роботі. Автореферат та дисертація оформлені відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – «Екологічна безпека».

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату

1. На стор.105 дисертаційної роботи приведено характеристики газу, отриманого при газифікації вугілля на водно- кисневому реагенті при тиску

0,1 МПа і 1200⁰С та тиску 12 МПа і 1100⁰С. Склад горючих компонентів при цих температурах стабільний і прямує за тиску 0,1 МПа, % об. до: СО – 75, Н₂ – 25. При тиску 12 МПа за температури 1100 °С вміст СН₄ – 3,1, СО – 47,7 і Н₂ – 15,4 % об. при вмісті води 12,6 %. З наведених даних незрозуміло, чим зумовлено порівняння в такому широкому діапазоні тиску?

2. В табл. 3.1 дисертації, стор. 94 приведено критерії подібності для 15-ти речовин неорганічного і органічного характеру, однак автор в тексті не зазначає на підставі чого були відібрані дані речовини. Чому серед органічних сполук є пропан, н-бутан і гексан, хоча в складі горючого газу приведено тільки метан і етан?

3. В дисертаційній роботі в четвертому розділі в табл..4.10 зазначено, що при незначній різниці температур процесу газифікації карпатських менілітових сланців, в експериментах 1 і 5, I етап, спостерігається різке зростання тиску від 0,15 до 0,22 МПа, проте з чим це пов'язано, автор не пояснює.

4. З табл..4.10, дисертаційної роботи, стор.170 незрозуміло, які експерименти проведено на повітряному дутті, які – на водно-повітряному та водяному дутті і який з використанням в якості дуття пероксиду водню. Адже з табл. 4.10 видно, що серед горючих компонентів концентрація СО змінюється в межах від 40 до 64 % об., а концентрація водню від 27 до 40% об. Варто було б вказати, крім вмісту горючих компонентів, також вихід генераторного газу з тонни вугілля.

5. В 3-му розділі роботи доцільно було б привести діаграми порівняння за викидами шкідливих газів в навколишнє середовище при спалюванні вугілля і при переробленні сапропелітового вугілля способом підземної газифікації.

6. В дисертаційній роботі на стор.199 зазначено, що у процесі запускання нагнітальної свердловини нагрівають її привибійну зону потоком гарячої води або водяної пари до температури ~ 4400 °С. З чим пов'язано така висока температура незрозуміло?

7. В дисертаційній роботі в назві табл..6.1 зазначено кількість молів S_M абсорбованого розчинника одиницею об'єму вугілля. Під таблицею в тексті

S_M – ступінь набрякання. Незрозуміло, з яких міркувань поглинання розчинників вугіллям автор відносить до *абсорбційного* процесу, а не адсорбційного.

8. На стор.10 автореферату в формулі (3) замість де $a_{T_k}^{*P}$ – парціальної активності елемента k , зазначено $a_{T_k}^{*P}$ парціальну активність сполуки j . При розрахунку теплоти реакції W за рівнянням (6), використано $N_0=0,024$ м³/моль – об'єм 1 моля газу при нормальних умовах, хоча потрібно було використовувати значення $0,0224$ м³/моль

9. В авторефераті на стор.28- 29 при вдосконаленні рівняння (19) у рівняння (20) незрозуміло, чим зумовлено додавання до виразу логарифму кількості молей розчинника $lg S_M = a_0 + a_1 f(n^2) + a_2 f(\varepsilon) + a_3 B + a_4 E_T + a_5 \delta^2 + a_6 V_M$ ще одного члена.

10. Назви неорганічних та органічних сполук доцільно було привести за міжнародною номенклатурою ІЮПАК.

11. В тексті зустрічаються редакційно невдалі вислови (хімічні з'єднання замість хімічні сполуки, домішки оксидів металів різних концентрацій замість їх вмісту, кількість молів замість число молей, солей фосфату та борату замість фосфатів і боратів і т.д) та повтори.

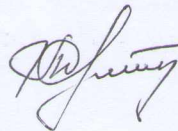
Зазначені зауваження не носять принципового характеру і не применшують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

За актуальністю, науковою новизною, достовірністю одержаних результатів та обґрунтованістю висновків дисертаційна робота Брика Д.В., в якій автором вирішується актуальне науково-прикладне завдання щодо запобігання шкідливого впливу на навколишнє середовище при термохімічному переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини..

Дисертаційна робота Брика Д.В. «Підвищення рівня екологічної безпеки при термохімічному переробленні некондиційної вуглецевмісної сировини» виконана на рівні вимог до докторських дисертацій у відповідності з п. 9,10,12,13,14 «Порядку присудження наукових ступенів»,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. за №567. При цьому Брик Д.В. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри технології захисту
навколишнього середовища,
доктор технічних, наук, професор




Полутренко М.С.

Підпис Полутренко М.С. посвідчую:

Підпис(и)	
посвідчую	Брик Д.В. - професор
Учений секретар ІФНТУНГ	
«22»	04 2021 р.



Відрук надійшов до спецради Р 20.052.05
22.04.2021р. Пр. секретар  Арширова

Підпис(и)	Л.М. Арширова
посвідчую	Брик Д.В. - професор
Учений секретар ІФНТУНГ	
«22»	04 2021 р.

