

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Саїка Павла Богдановича**

**на тему: «Наукові основи підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин**

Відгук складено на основі вивчення дисертації, опублікованих здобувачем наукових праць, а також документів, що свідчать про реалізацію та впровадження результатів проведених досліджень.

### **1. Актуальність обраної теми досліджень**

Найважливішою складовою сталого розвитку, яка в останні роки є в центрі уваги науковців, політиків, громадських діячів є зниження викидів вуглецю. Реалізація глобальних зобов'язань передбачає планове скорочення викидів парникових газів і декарбонізацію. В енергетичній галузі це в першу чергу пов'язано зі зменшенням залежності від викопного вугілля, яке розглядається як основне джерело екологічного навантаження. Найбільша кількість зелених енергетичних ініціатив реалізована в Європі. Однак енергетична криза, викликана війною в Україні, показала неготовність Європи до відмови від вугілля, як складової енергетичної надійності, що призвело до тимчасового пом'якшення вимог до скорочення вугільної генерації. Разом з тим аналіз тенденцій світового видобутку вугілля свідчить про поступове нарощення його об'ємів, з перенесенням джерел видобутку в країни що розвиваються. За оцінками різних експертів, при збереженні існуючих тенденцій в світовій енергетиці, вугілля залишиться одним з ключових енергетичних джерел щонайменше наступні десять років. В таких умовах поряд з розвитком альтернативних «зелених» джерел енергії актуальності набувають технології скорочення викидів вуглецю при використанні як енергоресурсу викопного вугілля.

Світові тенденції набувають особливої актуальності в умовах України. Енергетична незалежність є одним з ключових факторів виживання економіки під час війни і розвитку при повоєнному відновленні України. Враховуючі значні розвідані запаси вугілля, що гарантують забезпечення внутрішнього ринку більше ніж на сто років, воно є стратегічним ресурсом для країни. Разом з тим інтеграція України в європейський простір передбачає скорочення викидів парникових газів, що формує протиріччя між необхідністю збільшення генерації, яка може бути реалізована при спаленні викопного вугілля, і зобов'язаннями зі зниження вуглецевого сліду.

Розв'язання цього протиріччя можливо шляхом широкого впровадження технологій підземної газифікації вугілля (ПГВ) і утилізації діоксиду вуглецю. Дослідження на зазначені теми набувають актуальності серед науковців в останні

роки. Саме тому проведене дослідження є своєчасним, а тема роботи, в якій інтегровано оптимізацію підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу є вельми актуальною для енергетичної галузі України і світу.

## **2. Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і темами**

Тема дисертаційної роботи безпосередньо пов'язана з пріоритетними науковими програмами та темами, що виконувались на кафедрі гірничої інженерії та освіти. Дослідження проведено відповідно до плану найважливіших держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України за період 2016 – 2025 рр.: ГП-487, ГП-489, 0117U001127, ГП-500, 0119U000248, ГП-503, 0120U102084, ГП-511, 0122U001301, ГП-512, 0123U100985, ГП-515, 0123U101759, ГП-516, 0123U101757. За результатами роботи укладено Ліцензійний договір № 12 ПЛ від 25.11.2024 р. за патентом на корисну модель UA №156354 «Спосіб утилізації діоксиду вуглецю»

Враховуючи вищезазначене, вважаю, що актуальність теми дисертаційного дослідження є важливою для ефективного розвитку енергетичного сектору України.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна**

Вважаю, що наукові положення, що виносяться на захист здобувачем, цілком відображають отримані наукові результати.

Наукові положення, що виносяться на захист сформульовані автором наступним чином.

1. Довжина окислювальної зони підземного газогенератора (лок.з.) змінюється за експоненціальною залежністю від тривалості процесу газифікації ( $t$ ) та потужності вугільного пласта ( $m$ ) і сягає свого критичного значення на проміжку 10,12 – 10,45 м, що свідчить про вихід процесу газифікації за межу ефективності його застосування. Це дає змогу спрогнозувати параметри просування фронту вогневого вибою для забезпечення стабільної та ефективної роботи підземного газогенератора при формуванні вигазованого простору газогенератора.

Перше наукове положення є результатом лабораторних досліджень на спеціальному стенді, розробленому автором. В основу наукового положення покладено переважно висновки розділу 4.2 дисертаційної роботи. Проведені лабораторні експерименти виконані на достатньо високому науковому рівні. Опонент має певні зауваження щодо процедури моделювання і представлення його результатів, які наведені в пункті 7 цього відгуку. Результати, що покладені в основу наукового положення достатньо широко опубліковані автором в періодичних виданнях і обговорені на наукових конференціях. Положення в такому вигляді декларується вперше.

2. Тиск подачі дуттьової суміші ( $P$ ) при газифікації вугільних пластів потужністю від 0,6 до 1,2 м описується експоненціальною залежністю від

тривалості процесу газифікації ( $t$ ), який встановлює геометричні параметри вигазованого простору від швидкості посування вогневого вибою в окислювальній та відновлювальній зонах підземного газогенератора, що дає змогу визначити режими подачі дуттьової суміші для оптимізації енергетичних витрат на її подачу.

Друге наукове положення є результатом досліджень газифікації вугілля в лабораторних умовах. В основу наукового положення покладено переважно висновки розділу 4.3 дисертаційної роботи. Проведені лабораторні експерименти виконані на достатньо високому науковому рівні з використанням сучасних засобів контролю і моніторингу. Опонент має певні зауваження щодо процедури моделювання і представлення його результатів, які наведені в пункті 7 цього відгуку. Результати, що покладені в основу наукового положення достатньо широко опубліковані автором в періодичних виданнях і обговорені на наукових конференціях. Положення в такому вигляді декларується вперше.

3. Концентрація діоксиду вуглецю в генераторному газі змінюється лінійно за граничних концентрацій подачі вуглекислого газу в складі не більше 22,3%, що є критерієм формування коефіцієнта утилізації вуглекислого газу, який визначається його концентраціями у складі дуттьової суміші. Це дає можливість спрогнозувати теплотворну здатність отриманого газу (LHV) та ефективність ведення процесу підземної газифікації вугілля з утилізацією діоксиду вуглецю.

Третє наукове положення є результатом комплексного аналізу хімізму взаємодії вуглекислого газу у процесі газифікації вугілля і результатів випробувань на розроблених і запатентованих автором лабораторних установках. Ідея повторного використання діоксиду вуглецю в процесі газифікації вже висловлювалась раніше, проте в сформульованому автором вигляді декларується вперше. Це безсумнівно є важливим кроком в розвитку ефективних способів утилізації вуглекислого газу при ПГВ. Наукове положення є переважно результатом досліджень, наведених в 5 розділі дисертаційної роботи. Результати, що покладені в основу третього наукового положення, пройшли обговорення на наукових конференціях і достатньо широко опубліковані автором в періодичних виданнях. Наукове положення в такому вигляді декларується вперше.

4. Ефективний час подачі повітряно-вуглекислотного дуття ( $t$ ) до площини підземного газогенератора характеризується лінійною залежністю від потужності вугільного пласта ( $m$ ) та показників виходу вуглекислого газу у кількості 25% як граничне значення, що в результаті прогнозує тривалість роботи підземного газогенератора, направлено на утилізацію вуглекислого газу (68,83 – 85,87%), з максимальним значенням теплотворної здатності отриманого газу на рівні 6,3 – 6,6 МДж/м<sup>3</sup>.

Четверте наукове положення є результатом комплексного аналізу чисельного експерименту і результатів лабораторних випробувань. В основу наукового положення покладено переважно висновки розділу 5 дисертаційної роботи. Наведені в 5 розділі дисертаційної роботи дослідження виконані на достатньо високому науковому рівні; однак опонент має зауваження, щодо викладення методики дослідження і дисертації. Результати, що покладені в основу четвертого

наукового положення, пройшли обговорення на наукових конференціях і достатньо широко опубліковані автором в періодичних виданнях. Наукове положення в такому вигляді декларується вперше.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше:

- розроблено та протестовано математичну модель теплообміну середовища в системі «вугілля – генераторний газ» при підземній газифікації з урахуванням умов Стефана на межі фазового переходу;

- розроблено та протестовано на авторській лабораторній установці математичну модель розповсюдження температурного поля в гірському масиві навколо підземного газогенератора залежно від тривалості процесу газифікації вугілля;

- встановлено залежності зміни критичних довжин окислювальної зони підземного газогенератора від тривалості процесу газифікації та потужності вугільного пласта з урахуванням теплотворної здатності генераторного газу;

- встановлено залежності зміни тиску подачі дуттьової суміші до окислювальної зони вогневого вибою з урахуванням параметрів формування вигазованого простору від тривалості процесу газифікації та потужності вугільного пласта;

- встановлено залежності зміни міцності зразків гірської породи залежно від температури вогневого вибою за його зонами хімічних реакцій для гірничо-геологічних умов ДП «Львіввугілля» та ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»;

- запропоновано коефіцієнт утилізації вуглекислого газу при підземній газифікації вугілля, що оцінюється його концентраціями у складі дуттьової суміші та генераторному газі;

- встановлено залежності тривалості процесу газифікації вугілля при подачі повітряно-вуглекислотного дуття ( $\text{CO}_2$  – 22,3%) від потужності вугільного пласта та критичних показників  $\text{CO}_2$  у генераторному газі;

- встановлено залежності зміни теплотворної здатності генераторного газу від способів подачі дуттьової суміші до площини підземного газогенератора.

2. Отримала подальший розвиток концепція утилізації вуглекислого газу у складі дуттьової суміші та техногенному середовищі підземного газогенератора на базі технології підземної газифікації вугілля для забезпечення принципів сталого розвитку вугледобувних регіонів.

Декларація зафіксованих в ході лабораторних експериментів закономірностей, в яких фігурують лінійні розміри (м), на думку опонента, потребує більш детального обґрунтування і більш прозорого представлення результатів і процедури моделювання в роботі. Новизна результатів дослідження не викликає сумнівів.

#### **4. Оцінка змісту роботи та повнота викладу положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел з 286 найменувань, 4 додатки на 30 сторінках. Загальний обсяг дисертації – 342 сторінки, у тому числі 94 рисунка та 16 таблиць. Вважаю, що характер змісту дисертаційної роботи відповідає її обраній назві.

Дисертаційну роботу викладено логічно, аргументовано та грамотною технічною мовою. Текст роботи супроводжується пояснювальними рисунками та таблицями, результати розрахунків винесено в додатки, що вказує на її цілісність та структурованість. Дисертаційна робота має класичну структуру.

*У першому розділі* автором виконано аналіз сучасного стану дослідження. Огляд глобальних сучасних трендів вуглевидобутку дозволив дійти висновку що, незважаючи на активне формування стратегій зі зменшення ролі вугілля як енергетичного носія, на найближчі десять років вугілля залишатиметься важливою частиною світового енергетичного балансу навіть для країн з розвиненою промисловістю. Для країн, що розвиваються альтернатив вугільній генерації наразі немає. Аналіз функціонування вугільної промисловості України в останні роки, динаміки розподілу запасів вугілля через війну в Україні, а також перспективи повоєнного відновлення країни дозволив дійти висновку, що розробка та впровадження технологій замкненого циклу видобутку та переробки вугілля («чистих вугільних технологій») є критично важливими в короткостроковій перспективі. Також у розділі проведено аналіз досвіду підземної газифікації вугілля в Україні і світі, а також основних положень сталого розвитку вугледобувних регіонів на засадах кліматичної нейтральності.

*У другому розділі* дисертації автор обґрунтовує методи дослідження і наводить опис лабораторного обладнання. Наведено методику моделювання технології підземної газифікації вугілля на авторських запатентованих лабораторних установках, методику для визначення параметрів теплового впливу на гірський масив у процесі підземної газифікації вугілля, методику для визначення параметрів формування вигазованого простору підземного газогенератора, методику для аналізу процесів утилізації вуглекислого газу.

*Третій розділ*, присвячений розробці математичної моделі теплообміну при підземній газифікації вугілля. Автором проаналізовано теоретичні основи щодо побудови математичних моделей теплообміну при підземній газифікації вугілля, що дозволило йому розробити відповідну математичну модель теплообміну при підземній газифікації. Також автором розроблено математичну модель прогріву гірського масиву при підземній газифікації вугілля і проведена її валідація з результатами лабораторних досліджень.

*Четвертий розділ* на думку опонента, є найбільш важливим в роботі. В цьому розділі наведено результати лабораторних експериментів, які були покладені в основу двох наукових положень, і дозволяють оптимізувати параметри ПГВ. Це по суті є першим з двох основних фокусів дослідження автора. Після аналізу існуючих досліджень автор пропонує загальну структуру моделі газифікації вугілля. Після чого

наводить опис комплексного дослідження параметрів формування вигазованого простору підземного газогенератора з врахуванням НДС гірського масиву, а також підвищення якісних і кількісних показників отримання генераторного газу, що охоплює аналіз впливу робочих параметрів, таких як температура, тиск подачі дуттьової суміші, співвідношення між концентраціями горючих компонентів.

У розділі 5 автор фокусується на другій частині дослідження, а саме утилізації вуглекислого газу в техногенному середовищі підземного газогенератора. Це другий за важливістю розділ в дисертаційній роботі. Його результати покладені в основу третього і четвертого наукового положення. В цьому розділі автором проведено глибокий аналіз хімізму та механізму взаємодії діоксиду вуглецю у процесі газифікації вугілля. Це дозволило, спираючись на результати лабораторних досліджень, встановити основні закономірності зміни параметрів утилізації вуглекислого газу в порожнині газогенератора. Автор визначає параметри формування порожнин у вигазованому просторі, а також утворення тріщинуватих зон над панеллю підземного газогенератора, в яких можна консервувати діоксид вуглецю.

Розділ 6 є логічним завершенням роботи. В ньому автор наводить технології ПГВ з утилізацією діоксиду вуглецю, які були розроблені в результаті виконання дисертаційної роботи і описує розроблене програмне середовище для виконання підрахунків. Узагальнюючі результати досліджень автор пропонує концепцію розвитку гірничодобувних підприємств на базі технології ПГВ. Доцільність впровадження запропонованих рішень підтверджується порівняльним економічним аналізом традиційної (базової) технології ПГВ і альтернативної (з утилізацією діоксиду вуглецю) технології.

У додатках наведено результати чисельного експерименту, обробки результатів лабораторних досліджень та патенти на розроблені технології ПГВ.

Дисертація викладена грамотною технічною мовою, гірнича термінологія представлена якісною українською мовою і відповідає вимогам МОН щодо оформлення.

За результатами виконаних досліджень опубліковано 64 наукові праці, у тому числі: 19 статей у журналах, що індексуються наукометричними базами даних Scopus і Web of Science Core Collection, з яких 5 відносяться до кuartилів Q1, Q2; 7 статей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються наукометричними базами даних Scopus і WoS; 9 статей у періодичних виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 3 монографії, видані вітчизняними видавництвами; частина розділу монографії, видана міжнародним видавництвом; 10 патентів України на винаходи та корисні моделі; 15 тез доповідей у матеріалах всеукраїнських і міжнародних конференцій.

Участь у міжнародних та всеукраїнських конференціях свідчить про ознайомлення наукової спільноти гірників з отриманими результатами.

## **5. Значення роботи для науки, практики та суспільства**

*Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей протікання термохімічних процесів газифікації вугілля та їхнього взаємозв'язку з параметрами утилізації CO<sub>2</sub> у складі дуттьової суміші та техногенному просторі підземного газогенератора, що в сукупності формує наукові основи ефективного впровадження технології підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу.*

*Практичне значення отриманих результатів:*

1. Розроблено методику з визначення довжини переміщення межі фазового переходу середовища «вугілля – генераторний газ», що характеризує зміну температури вогневого вибою за довжиною зони газифікації від тривалості цього процесу.

2. Розроблено методику дослідження процесу підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу у складі дуттьової суміші.

3. Розроблено методику дослідження зміни міцнісних характеристик гірського масиву навколо підземного газогенератора від параметрів температури за зонами хімічних реакцій у вогневому вибої.

4. Розроблено рекомендації з оптимізації режимів подачі дуттьових сумішей при газифікації вугілля.

5. Розроблено методику прогнозу ефективності процесу газифікації вуглецевмісної сировини з утилізацією вуглекислого газу.

6. Розроблено методику визначення параметрів формування порожнин вигазованого простору підземного газогенератора.

7. Обґрунтовано параметри керування процесом підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу у складі дуттьової суміші.

8. Обґрунтовано параметри технології утилізації вуглекислого газу в техногенному просторі підземного газогенератора.

9. Розроблено технологію утилізації вуглекислого газу при підземній газифікації вугілля, яка захищена патентами України.

10. Розроблено онлайн-інструментарій з дослідження процесу підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу.

Робота автора орієнтована на реальні підприємства ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» і ДП «Львіввугілля». Це підкреслює практичне значення роботи.

## **6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

В результаті вивчення дисертаційного дослідження порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено.

## **7. Дискусійні положення**

1. В дисертаційній роботі присутні неточності та одруківки, що потребують виправлення. Зокрема:

- стор. 48, третій абзац текст «менше 0,55м (рис. 1.3)» слід замінити на «менше 0,7м (рис. 1.3)»;

- стор. 59, стор. 62, посилання [730] слід замінити на [73], посилання [800] слід замінити на [80];

- рис. 3.4 підпис осі абсцис E-0,4, слід замінити  $10^{-4}$ , що є загально прийнятою формою запису по українським стандартам оформлення;

- рис. 4.2, позиції в підписі до рисунка не відповідають рисунку;

- стор. 233, у формулі коефіцієнту утилізації індекси «1» і «2» доцільно зробити нижніми, оскільки верхній індекс в математичній формулі сприймається як показник ступеня;

- стор. 245, текст «зміна густини гірських порід», доцільно замінити на «зміна щільності, або об'ємної маси гірських порід».

2. В процесі моделюванні процесу ПГВ на лабораторних установках, розроблених автором, не зрозуміло:

- чи з'єднували між собою шматки вугілля, що імітували вугільний пласт. Якщо з'єднували то як, якщо не з'єднували, то чому? Точність отриманих результатів залежить від проникності вугільного пласта, що симулюється;

- чи проводили розрахунок теплоізоляції стенда? Зокрема товщини ізоляційного матеріала – цегли. Точність отриманих результатів залежить від втрат тепла в лабораторній установці;

- стор. 111. «Літологічну різницю змодельованого масиву формували відповідно до натурних умов досліджуваних ділянок шахтних полів». На яку потужність моделювали породи покрівлі і підосви? Чому саме на цю. Точність отриманих результатів залежить від адекватності моделі, що імітує осідання покрівлі над газогенератором;

- чи виконували випробування герметизації стенда? Від притоків/витоків будуть залежати результати моделювання.

3. Автор детально описує випробування з нагрівання зразків на плиті. Проте не коментує чи однакові розміри мали зразки при цих випробуваннях. В якій точці фіксували температуру порід. Як при цьому враховували різницю в теплопроводності повітря (на якому вели випробування зразків в лабораторних умовах), і бічних порід (які знаходяться вище і нижче газогенератора в реальних умовах). Схожий підхід автор використовує при формуванні математичної моделі (рис. 3.12 і рис. 3.3). Інтенсивність протікання теплових процесів буде залежати від теплофізичних властивостей порід.

4. Згідно з наведеною в розділі 2 дисертаційної роботи інформацією в моделі процесу ПГВ, що використовувалась при на лабораторних дослідженнях, не дотримано геометричний масштаб. Вертикальний масштаб і горизонтальний різні. Вертикальний масштаб по одній з моделей 1:6, горизонтальний 1:16,6. Очевидно, що зменшення потужності пласта призведе до сповільнення процесу газифікації, що потягне за собою необхідність зміни параметрів дуттьової суміші для керування процесом ПГВ. Цей факт обумовлює критичну оцінку результатів лабораторних досліджень, адже в розділі 4 при отриманні відповідних закономірностей автор



оперує абсолютними показниками процесу газифікації в метрах (зокрема довжина зон відновлення і окислення), при цьому використовуючи одночасно вертикальні параметри моделі (потужність пласта) і горизонтальні параметри (посування по довжині панелі газифікації). Результати аналізу параметрів осідань покрівлі над газогенератором і утворення тріщинуватих зон також потребують окремого підтвердження. В поточному викладенні з результатами лабораторних експериментів погодитись складно.

5. Моделювання процесу посування дзеркала вибою є однією з сильних сторін дисертаційної роботи. Еволюція осідань по мірі відпрацювання панелі газифікації є важливим кроком в удосконаленні і оптимізації існуючих технологій ПГВ. Однак в моделі, що використовується для дослідження осідань над газогенератором не дотримані граничні умови, що викривлює механізм осідання. Для дотримання граничних умов з обох боків панелі, що вигазовується, слід було залишити цілики вугілля, відповідних розмірів. В такому випадку по мірі відпрацювання панелі, в крайових частинах формується система консольних балок.

6. На стор. 236 автор пропонує, як аксіому, схему зміщень над вигазованим простором (рис. 5.6), що покладена в основу подальших досліджень. Однак ця схема не реалізується в лабораторному моделюванні через недотримання граничних умов (див. п. 5 цього відгука). Окрім того механізм руйнування порід над порожниною вигазування визначають потужність і міцність порід покрівлі. При довжині вибою 30 м, цілком можлива ситуація, коли по довжині панелі формування зон безладного обвалення не буде відбуватись. Зокрема натурні спостереження формування зон вигазування над панеллю газогенератора проведені Lawrence Livermore National Laboratory, вказують на ряд випадків, де безпосередня покрівля не обвалювалась. Тому отримані результати мають певні обмеження по гірничо-геологічним умовам.

7. На стор. 244 автор наводить метод розрахунку НДС навколо газогенераційної панелі, що ґрунтується на використанні ПЗ Geodenamics Lite (авторське написання назви ПЗ збережено). Однак, в роботі відсутній детальний опис закономірностей, положень і алгоритмів, що покладені в основу ПЗ (пружна, пластично-пружна модель, чому саме така, верифікація результатів з спостереженнями або дослідженнями інших авторів, які використовували інші методи). Без цього оцінити адекватність результатів чисельного моделювання складно. З роботи не зрозуміло це авторська методика чи ні? Автору шляхом порівняння функціоналу слід пояснити: чим ПЗ, що використовувалось, краще за спеціалізовані програми, що використовуються для аналізу НДС? На думку опонента автору доцільно було використовувати академічні версії спеціалізованих програм для аналізу НДС. Це дозволило б отримати більш ефективний інструмент для проведення досліджень.

8. Дослідження динаміки зміни міцності порід безпосередньої покрівлі при нагріванні і аналіз причин зміни міцності зразків гірських порід потребує розкриття наступних питань:

- на стор. 240 автор стверджує, що породи покрівлі прогріваються до температури 1100-1200 °С, що є логічним при схожій температурі на поверхні вибою вигазовування. Однак лабораторні випробування міцності і рентгеноструктурні випробування проведені при граничній температурі 600 °С.

- візуальний аналіз фотографій зразків, що використовувались в наведених вище випробуваннях вказує, що більшої уваги потребувала підготовка зразків. Зокрема дотримання паралельності сторін, вимог до поверхні зразків тощо.

Вказані зауваження впливають на точність отриманих результатів, тому потребують додаткової уваги.

9. На стор. 252 дисертаційної роботи автор стверджує, що вплив термічних напружень незначний або відсутній. Ця сентенція потребує детального обґрунтування, оскільки в роботі відсутні результати власних досліджень напружень викликаних розширенням порід при нагріванні. При цьому відомі дослідження, що підтверджують такий вплив.

10. На думку опонента з роботи слід виключити згадування про затвердження розроблених автором документів «Рекомендації з оптимізації режимів подачі дуттьових сумішей при газифікації вугілля» (ТОВ «ЗАХІД ТРЕЙД РЕСУРС») і «Методика прогнозу ефективності процесу газифікації вуглецевмісної сировини з утилізацією вуглекислого газу» (ТОВ «ГОФЕР УКРАЇНА», враховуючі вид діяльності цих ТОВ. Іноваційна дисертаційна робота, представлена автором, тільки виграє при цьому, враховуючі наявність затвердженого ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» документа «Методика визначення параметрів формування порожнин вигазованого простору підземного газогенератора».

## **8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою та логічно побудована. Отримані в ході досліджень наукові результати є новими та оригінальними. Робота містить наукові положення, що характеризуються достатнім рівнем обґрунтованості та достовірності, науковою новизною та значимістю і є практично корисною для ефективної розробки родовищ корисних копалин.

Зазначені зауваження та дискусійні моменти не знижують загальної позитивної оцінки виконаного дисертаційного дослідження.

Вважаю, що дисертаційна робота Саїка Павла Богдановича «Наукові основи підземної газифікації вугілля з утилізацією вуглекислого газу», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.15.02 – «підземна розробка родовищ корисних копалин» задовольняє всім вимогам, що передбачені постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів» затверджено Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, а також наказу Міністерства освіти і науки України від 23 вересня 2019 року № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 8 жовтня 2019 р. за № 1086/34057.

За розкриття нових закономірностей зміни параметрів формування активних зон підземного газогенератора та утилізації вуглекислого газу, що дають змогу сформувати єдину інтегровану систему керування процесом підземної газифікації вугілля, яка може стати каталізатором для відновлення економічної активності, створення нових робочих місць та залучення інвестицій у розвиток гірничодобувних регіонів і вирішують актуальну наукову проблему з оптимізації процесів видобутку вугілля підземною газифікацією з утилізацією вуглекислого газу в техногенному середовищі Саїк Павло Богданович заслуговує на присудження ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин.

Офіційний опонент:  
доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри гірничої справи  
ТОВ "ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"

Іван САХНО