

## **ВІДГУК**

офіційного опонента, на дисертаційну роботу

**Шишова Максима Валерійовича**

«Обґрунтування раціональних геомеханічних і технологічних параметрів високонавантажених лав з урахуванням дегазації підробленої надвугільної товщі»,

що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 – «Гірництво»

Відгук складено на підставі вивчення дисертаційної роботи, наукових праць, що опубліковані здобувачем, та документів, що свідчать про реалізацію та впровадження результатів проведених досліджень.

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

З огляду на енергетичну кризу, спричинену геополітичними подіями та прагненням до енергетичної незалежності, Україна потребує переосмислення своєї енергетичної стратегії. Розробка комплексного плану відродження вітчизняної енергетики є нагальною необхідністю.

Українська вугільна галузь, завдяки значним запасам метану, має потенціал стати потужним джерелом економічного зростання та енергетичної незалежності країни. Впровадження сучасних технологій видобутку та переробки вугілля, зокрема утилізації метану, дозволить підвищити ефективність виробництва, знизити собівартість енергії та зменшити екологічні наслідки. Інвестиції в наукові дослідження та розробки нових технологічних рішень є ключовими для успішної трансформації галузі та її інтеграції в глобалізацію.

Розвиток промисловості стикається з низкою складних завдань. Попри значний досвід і наукові дослідження, особливості геологічних умов, зокрема в регіонах, таких як Західний Донбас, вимагають індивідуальних підходів. Різноманітність гірських порід, їхня текстура та фізико-механічні властивості ускладнюють процес видобутку. Крім того, впровадження сучасних технологій вимагає розв'язування питань, пов'язаних з адаптацією високопродуктивних комплексів до специфічних умов шахт, оптимізацією підземного транспорту та розробкою ефективних систем підтримки виробок.

Таким чином, дослідження, представлене в дисертації, має високу актуальність і може зробити значний внесок у розвиток вітчизняної енергетики. Результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних стратегій розвитку газової промисловості України та сприяти досягненню цілей сталого розвитку.

У зв'язку з цим, встановлення закономірностей газовиділення у виробках виїмкових дільниць шахт Західного Донбасу та обґрунтування параметрів дільничної дегазації високонавантажених лав є **актуальною науковою задачею**, для підвищення ефективності вуглевидобутку в цьому регіоні, який сьогодні відіграє провідну роль в Україні.

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

Дисертаційну роботу виконано відповідно до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки України «Новітні та ресурсозберігаючі технології в енергетиці», стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року «Вугільна промисловість» і планів держбюджетних НДР: тема ГП-504 «Наукові та практичні основи оптимізації розрахунку параметрів інноваційних технологій при видобутку корисних копалин підземним способом» (№ держреєстрації 0120U102077), ГП-509 «Наукове та практичне обґрунтування оптимізаційних рішень при впровадженні інноваційних технологій мінімізації ризиків при закритті вугільних шахт» (№ держреєстарції 0122U001719), ГП-514 «Розробка геомеханічних моделей гірського масиву та інноваційних технологій комплексного видобутку мінеральних ресурсів вугільних шахт» (№ держреєстарції 0123U101808), де автор був виконавцем.

У рамках виконання зазначених наукових робіт було проведено глибоке дослідження проблем, пов'язаних з підвищенням ефективності видобутку корисних копалин та розробкою інноваційних технологій для вугільної промисловості. Отримані результати стали основою для формулювання наукових положень дисертаційної роботи та в майбутньому сприятимуть розвитку вітчизняної науки в галузі гірничодобувної справи.

## **3. Наукова новизна, ступінь обґрунтованості і вірогідності отриманих результатів**

*Наукова новизна отриманих результатів:*

– отримано нові емпіричні залежності газовиділення на видобувній дільниці від низки геомеханічних і технологічних факторів. Їх відмінність від існуючих полягає у статистичній обробці великого об'єму експериментальних даних по шахтах Західного Донбасу і тому запропоновані вирази не тільки мають підвищену достовірність, але й враховують взаємодію між собою усього комплексу домінуючих факторів;

– вперше встановлено, що ефективність дегазації виїмкової дільниці пов'язана з координатами розташування дегазаційних свердловин; вони повинні перетинати області зміни знаку кривизни вигину літотипів (позаду лави) за падінням і простяганням одночасно, а також проходити крізь зони

максимальних вигинів найбільш жорстких літотипів у привибійних зонах дії фронтального опорного тиску; при цьому ступінь дегазації має степеневі залежності від кута нахилу дегазаційних свердловин і відстані між ними, що дозволяє обґрунтовано розробляти паспорти дегазації виїмкових дільниць з підвищеним навантаженням на очисні вибої;

– розкрито зв'язок інтенсивності газовиділення з процесами зсуву надвугільної товщі, який відрізняється від існуючих урахуванням геомеханічних особливостей текстури і фізико-механічних властивостей слабометаморфізованих порід Західного Донбасу за підвищених швидкостей посування очисних вибоїв.

*Ступінь обґрунтованості та вірогідність.* Обґрунтованість і вірогідність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується коректною постановкою й рішенням задач із використанням апробованих методів механіки гірських порід, методів скінченних елементів, експериментальним визначенням показників газовиділення, кореляційно-дисперсійним аналізом результатів; достовірність при замірах газовиділення склала 87 – 94%.

#### **4. Значення роботи для науки і практики**

**Наукове значення роботи** полягає у розвитку уявлень про механізм газовиділення в умовах роботи високонавантажених лав шахт Західного Донбасу, а також встановленні закономірностей зміни газовиділення під впливом геомеханічних (глибина очисних робіт, текстура і фізико-механічні властивості порід надвугільної товщі) і технологічних (швидкість посування і продуктивність лави, параметри розташування дегазаційних свердловин) факторів

**Практичне значення** отриманих результатів полягає в наступному:

– встановлено раціональні параметри технології дільничної дегазації, що дозволило підвищити процес газовиділення з підробленого вуглевмісного масиву;

– розроблено «Методику вибору параметрів дегазації високонавантажених виїмкових дільниць шахт Західного Донбасу», яка прийнята до використання у ТОВ «ДТЕК Енерго»;

– розроблено програму для розрахунку параметрів дегазації високонавантажених виїмкових дільниць шахт Західного Донбасу в програмному середовищі Microsoft Visual Studio Community 2022;

– обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри розташування дільничних дегазаційних свердловин при відпрацюванні запасів пласта  $C_5$  на ВСП «ШУ ім. Героїв Космосу» ТОВ «ДТЕК Енерго», що дозволило підвищити навантаження на 501-ій і 503-ій лавах на 12,7%

## 5. Аналіз змісту дисертації

Оцінюючи наукові результати, слід зазначити наступне.

**У 1 розділі** аналізуються сучасні тенденції у світовому вуглевидобутку, зокрема, зосереджуючись на проблемах дегазації вугільних шахт та утилізації метану. Автор досліджує глобальні тренди, геомеханічні фактори, технології дегазації та потенціал розвитку газовугільних технологій в Україні. Основна увага приділяється необхідності поєднання економічної ефективності, екологічної безпеки та енергетичної незалежності при розробці вугільних родовищ. Також розділ присвячено аналізу різних методів дегазації вугільних пластів, зокрема, попередньої, підземної та дегазації виробленого простору. Автор розглядає фактори, що впливають на ефективність цих методів, такі як геологічні умови, технологічні параметри видобутку та конструктивні особливості дегазаційних систем. Наведені приклади з українських шахт, які демонструють, що існуючі методи дегазації дозволяють досягти значного зменшення газовиділення, однак існує потенціал для подальшого вдосконалення.

**У 2 розділі** дисертації розкрито аналіз існуючих уявлень про процеси зсуву надвугільної товщі в умовах Західного Донбасу. У ньому було розглянуто особливості деформації слабометаморфізованих порід під впливом високих швидкостей посування очисних вибоїв. Дослідження показало, що ефективність дегазаційних свердловин залежить від їх розташування та напрямку буріння, а також обґрунтовано доцільність використання пружно-пластичних моделей для опису поведінки породних шарів. Результати обчислювальних експериментів виявили залежність параметрів зсуву надвугільної товщі від глибини розташування лави і текстури літотипів. Визначені закономірності надають нові можливості для оптимізації розташування дегазаційних свердловин і підтверджують адекватність моделювання процесів зсуву на основі методу скінченних елементів (МСЕ).

**У 3 розділі** присвячено дослідженню закономірностей впливу геомеханічних і технологічних факторів на процеси зсуву надвугільної товщі, метою якого є визначення оптимальних трас розташування дегазаційних свердловин у Західному Донбасі. Результати обчислювальних експериментів з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) показали важливість текстури, механічних властивостей, висоти залягання та швидкості посування лави для оцінки зсуву масиву. Дослідження виявили, що кути нахилу ліній зміни знаку кривизни вигину літотипів є ключовими характеристиками, які впливають на розташування свердловин. Було також розроблено алгоритм для урахування швидкості посування лави при розрахунках напружено-деформаційного стану (НДС) гірського масиву. Розроблені критерії та методика

визначення координат буріння дозволять раціоналізувати процеси дегазації в шахтних умовах.

У 4 розділі дисертації присвячено дослідженню комплексних шахтних інструментальних спостережень за процесами газовиділення і газоуловлювання в умовах високопродуктивного відпрацювання вугільних пластів у Західному Донбасі. Новизна методики полягає у врахуванні багатопараметричних геомеханічних та технологічних факторів. Дослідження довели, що рекомендовані параметри дегазації перевищують існуючі схеми, що підтверджено експериментами на шести виїмкових ділянках двох шахт. Підвищення швидкості посування лави та кута нахилу свердловин сприяє збільшенню ефективності дегазації. Доведено, що оптимальне розташування дегазаційних свердловин може значно підвищити продуктивність вуглевидобутку, що підтверджує доцільність використання розроблених рекомендацій і забезпечує додатковий економічний ефект.

Додатки містять копії документів, які підтверджують актуальність проблеми, апробацію результатів досліджень, використання технічних рішень і рекомендацій та їх впровадження в умовах шахт.

## 6. Зауваження до роботи

По змісту дисертаційної роботи маються такі зауваження:

1. Відсутність перелік умовних позначень (за необхідністю). В даному випадку тоді необхідно навести пояснення абревіатур при першому згадуванні в тексті.

2. Перша наукова новизна має узагальнений характер.

3. Третя наукова новизна повністю не розкрита.

4. У першому розділі необхідно було більш детально розглянути наукові напрацювання в цій сфері вітчизняних і закордонних спеціалістів.

5. На рис. 2.1 відсутнє графічне відображення охоронної конструкції виїмкової виробки.

6. Необхідно було вказати дані стосовно отриманих рівнянь регресії (2.4) та (2.5) – перевірка на мультиколінеарність, на адекватність, критерій Стьюдента, вірогідність.

7. С. 124 формула (3.22) – необхідно було вказати ступінь вірогідності рівняння.

8. У висновку за розділом 3.5 вказується про розроблену методику, яка не була висвітлена у розділі 3: «...дозволили створити методику визначення доцільних координат буріння дегазаційних свердловин за результатами моделювання МСЕ та розрахункову програму...».

9. У четвертому розділі :

- не вказано природну газонасність вугільних пластів видобувних дільниць шахт, що відібрані в якості експериментальних;
- не поясненна існуюча і рекомендована схеми дегазації;
- якщо робота передбачає видобуток метану, то необхідно було вказати, які обсяги метану було отримано на видобувних дільницях;
- не наведено технологічні параметри свердловини (діаметр, зона перфорації, тампонування, тощо).

10. В роботі відсутнє посилання на головний стандарт України по дегазації СОУ 10.1.00174088.001:2004 «Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації, де висвітлені основні схеми та параметри до них».

Зазначені зауваження та недоліки не знижують позитивну оцінку роботи, не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значущості отриманих в дисертаційній роботі результатів.

## **7. Висновки до розділів та за результатами роботи**

Дисертаційна робота написана ясною та зрозумілою для фахівців мовою. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено конкретні, обгрунтовані висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації відповідають вимогам Наказу 12.01.2017 № 40 Про затвердження Вимог до оформлення дисертації.

Назва роботи цілком відповідає її змісту. Обсяг дисертації відповідає встановленим нормам до дисертацій. Зміст та структура її ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові висновки демонструють вміння автора стисло, ясно і чітко викладати досягнення теоретичних та практичних результатів роботи.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає спеціальності 184 – Гірництво.

## **8. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях**

Основні результати дисертації відображені у 15 наукових працях, у тому числі 3 статті у фахових наукових виданнях з переліку МОН України, 6 статей у виданнях, що індексовані у наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science, 5 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій та патент на корисну модель.

## **9 Загальний висновок**

Дисертація Шишова М.В. на тему: «Обгрунтування раціональних геомеханічних і технологічних параметрів високонавантажених лав з

урахуванням дегазації підробленої надвугільної товщі» є завершеною науково-дослідною роботою, в якій надано нове рішення важливої наукової задачі, яка полягає у встановленні закономірностей впливу геомеханічних і технологічних факторів на процеси зсуву і дегазації слабометаморфізованих порід надвугільної товщі в районі лави з урахуванням високих швидкостей її посування, що дозволяє певною мірою прибрати обмеження видобутку вугілля за газовим фактором та за рахунок підвищення продуктивності роботи очисних вибоїв можливо отримати додатковий економічний ефект у розмірі 91,71 млн грн.

Дисертація відповідає спеціальності 184 – Гірництво, а також вимогам чинного законодавства та нормативних документів, зокрема Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами), а її автор Шишов Максим Валерійович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 184 – Гірництво.

Кандидат технічних наук, старший дослідник,  
старший науковий співробітник відділу проблем  
технологій підземної розробки вугільних родовищ  
Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова  
Національної академії наук України  
22.01.2025 р



Руслан АГАЄВ

Підпис к.т.н., ст. дослідн., с.п.с. Агасва Р.А.  
засвідчую:

Учений секретар ІГТМ НАН України  
доктор техн. наук, професор



Володимир ШЕВЧЕНКО