

## ВІДГУК

Офіційного опонента Налисько Миколи Миколайовича на дисертаційну роботу Тарасова Вадима Юрійовича «Розвиток наукових основ прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці».

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, автореферату, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень і матеріалів, які підтверджують впровадження.

### **Актуальність теми.**

Промислова безпека та охорона праці шахтарів перебувають у незадовільному стані та характеризуються високим рівнем виробничого травматизму, в тому числі зі смертельними наслідками. В першу чергу це пов'язано з надзвичайно складними гірничо-геологічними умовами вуглевидобутку, а також низьким порівняно з показниками провідних вугільних держав рівнем його технічного і технологічного забезпечення. Пожежі ендегенного походження у вугільних шахтах є окремою проблемою, яка є джерелом шкідливих та небезпечних чинників. Проблемним залишається питання контролю стану вугільних шахт, на яких припинено видобувні роботи, і територій, де вони розміщені. Встановлення споживчих властивостей вугілля і забезпечення безпечних умов ведення гірничих робіт є різними проблемами. Ці питання об'єднані в обох випадках необхідністю встановлення ступеня перетворення вугілля і визначення досягнутих стадій шахтопласта при метаморфічних процесах. Розподіл шахтопластів за інтенсивністю аварій тільки на підставі статистичних даних у природному комплексі може призводити до помилок в оцінці фактичної небезпеки самозаймання шахтопластів.

Тому в дисертаційній роботі Тарасова В.Ю. вирішується актуальна науково-прикладна проблема в області охорони праці – безпеки ведення гірничих робіт на вугільних шахтах, встановлення закономірностей зміни складу та властивостей органічної сполуки і мінеральних домішок вугілля, що видобувається, та розробка на цій основі методу прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля і надання рекомендацій щодо вдосконалення нормативної бази безпечного відпрацювання вугільних пластів з підвищеною ендегенною пожежною небезпекою.

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

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі хімії та охорони праці Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля в рамках наступних тем: науково-технічної програми МОН України «Інтенсифікація процесу синтезу поверхнево-активних речовин нанокаталізом» (2007-2008р.р., № держ.

реєстрації 0107U007440); «Розробка фізико-хімічних методів дослідження дисперсних систем» (2011 – 2015 рр. № держ. реєстрації 0111U000271); договору між ТОВ НТЦ «Хіммодерн» та ТОВ "ДТЕК ЛУГАНСЬКА ТЕПЛОВА ЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ" (м. Щастя); «Дослідження небезпечних властивостей вугільних шахтопластів» (2020 – 2021 рр. № держ. реєстрації 0120U104130). У зазначених НДР здобувач брав участь в якості керівника та виконавця.

### **Наукові результати:**

Зроблено внесок у розвиток наукових основ прогнозування ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів з урахуванням ступеня метаморфічних перетворень вугілля на підставі встановлених закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля, в результаті чого здійснено систематизацію та аналіз відповідності діючих нормативних документів із забезпечення безпечних умов видобутку вугілля практиці ведення гірничих робіт та на підставі цього розроблено пропозиції до нормативно-технічних документів, що регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендегенної пожежонебезпеки.

Вперше встановлено закономірності зміни показника карбонізації між стадіями метаморфізму, що характеризуються співвідношенням між вуглецем та іншими компонентами вугілля і визначаються функціональною залежністю між наявним вмістом вуглецю у шахтопласті і максимальним встановленим вмістом вуглецю в органічній масі вугілля, що дозволило оцінити хімічну активність вугілля і розробити методіку визначення частки впливу кожного компонента органічної речовини, вологи та сірки на значення показника карбонізації.

Вперше побудовано модель, що описує зміну елементного складу органічної речовини вугілля з урахуванням пластової вологи, що дозволило визначити сім стадій метаморфічних перетворень вугілля.

Вперше за допомогою ранжування отримана експериментально-аналітична залежність між основними компонентами органічної речовини і вологи, що дозволяє визначити хімічну активність вугілля як показника схильності шахтопластів до самозаймання.

Вперше ступінь ризику аварійності за ендегенною пожежонебезпекою науково обґрунтовано пов'язано з діапазонами зміни показників елементного та технічного аналізу вугілля у шахтопласті з урахуванням гірничо-геологічних умов, зокрема кута падіння, що дозволило розробити та надати методичні рекомендації до нормативно-технічних документів, які регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендегенної пожежонебезпеки, а також розробити і впровадити програмне забезпечення для прогнозу за елементним складом вугілля схильності шахтопласта до самозаймання.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

– розвинуто наукові основи прогнозу ендогенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля на підставі встановлених закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля, що дозволило здійснити систематизацію та аналіз відповідності діючих нормативних документів із забезпечення безпечних умов видобутку вугілля практиці ведення гірничих робіт та на підставі цього розробити і надати методичні рекомендації до нормативно-технічних документів, що регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендогенної пожежонебезпеки;

– вперше встановлено закономірності зміни показника карбонізації між стадіями метаморфізму, що характеризуються співвідношенням між вуглецем та іншими компонентами вугілля і визначаються функціональною залежністю між наявним вмістом вуглецю у шахтопласті і максимальним встановленим вмістом вуглецю в органічній масі вугілля, що дозволило оцінити хімічну активність вугілля і розробити методику визначення частки впливу кожного компонента органічної речовини, вологи та сірки на значення показника карбонізації;

– вперше побудовано модель, що описує зміну елементного складу органічної речовини вугілля з урахуванням пластової вологи, що дозволило визначити сім стадій метаморфічних перетворень вугілля;

– вперше за допомогою ранжування отримана експериментально-аналітична залежність між основними компонентами органічної речовини і вологи, що дозволяє визначити хімічну активність вугілля як показника схильності шахтопластів до самозаймання;

– вперше ступінь ризику аварійності за ендогенною пожежонебезпекою науково обґрунтовано пов'язано з діапазонами зміни показників елементного та технічного аналізу вугілля у шахтопласті з урахуванням гірничо-геологічних умов, зокрема кута падіння, що дозволило розробити та надати методичні рекомендації до нормативно-технічних документів, які регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендогенної пожежонебезпеки, а також розробити і впровадити програмне забезпечення для прогнозу за елементним складом вугілля схильності шахтопласта до самозаймання.

**Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій** підтверджується використанням апробованих методів досліджень, положень визначення поняття «метаморфізм вугілля» згідно класичних визначень та діючих ДСТУ; проведенням обчислювальних експериментів на науково обґрунтованих моделях метаморфічних процесів зміни складу та фізико-механічних особливостей вугілля шахтопластів; позитивними результатами впровадження методик; емпіричні коефіцієнти встановлених залежностей характеризуються високими кореляційними показниками, що дозволяє використовувати їх в інженерних розрахунках без проведення трудомістких експериментів.

**Наукове значення роботи** полягає у встановленні закономірностей взаємозв'язку у елементному та молекулярному складі вугілля, що характеризують його метаморфічні перетворення, які призводять до підвищення ризику виникнення ендегенних пожеж у вугільних шахтопластах; впливу вмісту основних компонентів органічної маси на показник карбонізації вугілля; впливу окремих компонентів органічної речовини, вологи та сірки на схильність шахтопластів до самозаймання; розробці нової класифікації щодо оцінки метаморфізму вугілля за хімічною активністю компонент та вдосконаленні методу прогнозу схильності шахтопластів до ендегенної пожежонебезпеки.

**Практичне значення роботи:**

– розроблено методику встановлення ступеня метаморфізму вугілля за характерними діапазонами вмісту компонентів органічної маси, вологи і мінеральних домішок;

– розроблено методику визначення частки впливу кожного компонента органічної речовини, вологи та сірки на значення показника карбонізації;

– розроблено загальні методологічні підходи щодо визначення схильності шахтопластів до самозаймання за факторами метаморфічних перетворень вугілля, гірничотехнічними і гірничо-геологічними умовами ведення гірничих робіт;

– розроблено та надано методичні рекомендації до нормативно-технічних документів, що регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендегенної пожежонебезпеки;

– розроблено програмне забезпечення для прогнозу за елементним складом вугілля схильності шахтопласта до самозаймання.

**Рівень реалізації результатів досліджень.**

Автором апробовано фізико-хімічні методи визначення хімічної активності вугілля в умовах генерування теплової та електричної енергії на котельних агрегатах ТОВ «ДТЕК Луганська тепла електрична станція»; розроблено методичні рекомендації щодо вдосконалення «Керівництва із запобігання і гасіння ендегенних пожеж на вугільних шахтах України: КД 12.01.402-2000» та передано ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України і для оцінки рівня пожежонебезпеки на різних стадіях розвитку очисних робіт та визначення умов видобутку ВП Шахта ім. Д.Ф. Мельникова ПАТ «Лисичанськвугілля», що дозволило розробити та впровадити програмне забезпечення щодо прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля на підприємстві, та впроваджено у навчальному процесі Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля МОН України кафедр: хімії та охорони праці дисциплін безпекового циклу спеціальностей 101, 133, 141, 151, 161, 184, 192, 273, 274, 275 університету і гірництва при підготовці здобувачів вищої освіти спеціальностей 184 – Гірництво та 263 – Цивільна безпека.

## **Структура дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 217 найменувань, містить 421 сторінки машинописного тексту, загальний обсяг – 304 сторінки. Робота містить 57 рисунків, 41 таблиці, 6 додатків на 67 сторінках.

**У вступі** автором розкривається актуальність теми дисертації, мета та задачі дослідження, об'єкт досліджень, а також інші критерії оцінки дисертаційної роботи.

**В розділі 1** наведено стан сучасних уявлень причин виникнення ендегенних пожеж у вугільних шахтах, існуючі методи визначення здатності вугілля до самозаймання. Досліджено природу і механізм розвитку самонагрівання та самозаймання вугілля. Проведено аналіз пожежонебезпечних ділянок (зон) у шахтопластах і причини самозаймання вугілля. Показано, що осередки самозаймання виникають в скупченнях відбитого вугілля (у виробленому просторі експлуатованих або відпрацьованих лав), у крайовій частині масиву або в ціликах вугілля, в зонах впливу геологічних порушень або поза ними. Умови і причини виникнення осередків самозаймання в зазначених випадках мають абсолютно різну природу. Виконаний аналіз дозволив сформулювати мету і задачі досліджень.

**В розділі 2** досліджено принципи побудови промислової класифікації вугілля за генетичними і технологічними параметрами та положення для встановлення небезпечних властивостей шахтопластів при веденні гірничих робіт. Виконана оцінка відображення ступеню метаморфізму вугілля кожним з показників промислової класифікації. Показано, що відсутність рекомендацій щодо вибору конкретних меж зміни класифікаційних показників для максимальної вологості на беззольний стан, суми фюзенизованих компонентів на чисте вугілля, виходу смоли напівкоксування, об'ємного виходу летких речовин, анізотропного відбиття вітриніту і показника вільного спучування не дозволяє їх використовувати для встановлення небезпечних властивостей вугільних шахтопластів.

**В розділі 3** проведена оцінка закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля, яка дозволила встановити, що для удосконалення методики визначення показника карбонізації вугілля крім вмісту вуглецю необхідно враховувати зміни інших компонентів ( $O_o$ ,  $H_o$ ,  $N_o$ ,  $S_o$ ) органічної маси. Експериментально доведено, що співвідношення між усіма основними компонентами органічної маси вугілля при метаморфічних перетвореннях істотно змінюються на різних стадіях цих процесів. Аналітичними методами аналізу визначено функціональну залежність між наявним вмістом вуглецю у конкретному зразку з його різницею між максимальним встановленим вмістом вуглецю в органічній масі вугілля 99,15%. Проведено ранжування основних компонентів органічної маси за часткою їх участі в карбонізації, що дозволило встановити більш вузькі діапазони зміни вуглецю, в яких встановлені відмінні ознаки різних стадій метаморфічних перетворень. Встановлено, що при прогнозуванні властивостей шахтопластів необхідно враховувати не тільки безпосередню зміну компонентів органічної маси, а й частку їх впливу на



метаморфічні перетворення вугілля.

Визначені показники стадій метаморфічних перетворень вугілля, які найбільш достовірно визначають чинники прогнозування небезпечних властивостей шахтопластів при веденні гірничих робіт: процентний вміст вуглецю в органічній масі; вміст вологи; елементний склад органічної маси (водень, азот, кисень, сірка); частки участі компонентів органічної маси і вологи в карбонізації вугілля; спрямованість зміни відсоткового вмісту кожного компонента органічної маси і вологи при посиленні карбонізації; спрямованість зміни індивідуальної частки участі в карбонізації компонентів органічної маси і вологи.

**В розділі 4** виконано дослідження зміни елементного складу вугілля, що дозволило розробити моделі, які описують ці зміни в органічній речовині вугілля з урахуванням пластової вологи. Враховано вплив попередньої підготовки проб, пов'язаної із збагаченням, подрібненням і видаленням вологи. Побудована модель елементного балансу ступенів метаморфізму вугілля дає підставу значення  $\bar{C}_0$  в сукупності з індивідуальним вмістом інших компонентів органічної речовини  $O_o$ ,  $H_o$ ,  $S_o$ ,  $N_o$  і вологи вважати основними показниками, що впливають на безпеку ведення гірничих робіт. Експериментально-аналітичне дослідження елементного складу органічної речовини вугілля з вологою дозволило визначити хімічну активність вугілля на сімох стадіях метаморфічних перетворень вугілля та підтвердити, що вміст сірки не відноситься до показників метаморфізму. Встановлено, що середній вміст вуглецю на стадіях метаморфізму пластів, визначених щодо виходу коксу, в більшості випадків не збігається з діапазонами зміни  $\bar{C}_0$ , встановленими за індивідуальним вмістом компонентів або частками їх участі в карбонізації. Таким чином, мінливість граничних показників стадій метаморфізму пластів робить неприйнятним використання показника виходу коксу як основного критерію оцінки перетворення вугілля та прояву небезпечних властивостей шахтопластів. Проведені дослідження дозволили визначити основні положення методики прогнозу небезпечних властивостей кожного шахтопласта та встановлювати індивідуальні відхилення компонентів органічної речовини і вологи від їх середніх значень для даної стадії метаморфічних перетворень.

**В розділі 5** запропоновано нову методику, засновану на проведенні зв'язку між виникненням ендегенних пожеж з трьома блоками факторів, незалежних між собою, що характеризують хімічну активність вугілля, гірничо-геологічні умови залягання пластів та технологічні умови ведення гірничих робіт. Методика виключає стійкі кореляційні зв'язки між параметрами факторів трьох розглянутих блоків, що дозволяє фактори кожного блоку оцінити окремо і виключити їх випадкові кореляційні зв'язки з факторами інших блоків. Проведено аналіз результатів визначення інтенсивності виникнення ендегенних пожеж та їх імовірності згідно діючого нормативного документу та встановлено, що кількісне значення ймовірності виникнення пожежі вказує на можливість існування реальної небезпеки у виїмковій дільниці, але не визначає фактори, що спричиняють самозаймання в конкретних умовах вугільних шахт. Застосовувані в розрахунках інтенсивності виникнення ендегенних пожеж

показники (потужність пласта  $m$ , кут падіння  $\alpha$ , вміст сірки  $S$ , швидкість посування очисних вибоїв  $v_{оч}$ , показник дифузійного опору  $Hg$ ) не відображають зміни у складі і властивостях вугілля, набуті в результаті метаморфізму. За зміною співвідношення між компонентами речовини і пластовою вологою встановлено ступінь схильності шахтопласта до ендегенної пожежної небезпеки.

**В розділі 6** обґрунтовано вибір класифікаційних показників для прогнозу небезпечних властивостей шахтопластів. Визначено, що при прогнозуванні небезпечних властивостей шахтопластів головною ознакою ступеня метаморфічних перетворень є вміст вуглецю в органічній речовині. Вміст і співвідношення інших компонентів органічної речовини (водень, азот, кисень, сірка) і видів вологи додатково характеризують різні сторони метаморфізму вугілля. Розроблено метод прогнозу схильності шахтопластів до ендегенної пожежонебезпеки із залученням безпосередніх показників метаморфічних перетворень вугілля, заснований на використанні наявних в технічній документації вугільних підприємств результатів елементного, технічного і петрографічного аналізів вугілля. Економічну ефективність від застосування впроваджених рекомендацій було оцінено за результатами розрахунку величини відверненого збитку внаслідок проведення протиаварійних заходів.

**В додатках** наведено результати експериментів на промислових площах паливно-енергетичного комплексу та в шахтних умовах, копії титульних сторінок методичних рекомендацій, довідок та актів про їх впровадження та передачу, апробація результатів дисертації.

#### **Зауваження:**

1. Необхідно більше б приділити уваги дослідженню складу та динаміки виділенню горючих газів, що утворюються при термодеструкційних процесах як є однієї зі стадій самозаймання вугільних пластів.

2. Можливо більш доцільно було б розглянути в розділі 3 функціональні співвідношення між елементами вугілля та якісним складом летких речовин, як вибухо-, пожежонебезпечних та токсичних сполук, що утворюються при термічному впливі на органічний матеріал.

3. На чому базується проведений аналіз причин виникнення ендегенних пожеж на шахтах України (таблиця 1.3)?

4. Дослідно-промислова перевірка запропонованої методики, наведена в додатку, могла бути ширше описана в роботі.

Зазначені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

#### **Загальні висновки:**

1. Дисертаційна робота Тарасова Вадима Юрійовича виконана на актуальну тему, має наукову новизну, практичну значимість, є завершеною науково-дослідною роботою в області охорони праці. Напрямки досліджень та

отримані автором результати відповідають паспорту спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці».

2. Автореферат, наведений автором, розкриває зміст дисертаційної роботи та містить основні наукові та практичні результати.

3. У дисертаційній роботі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень, які відображають обґрунтованість отриманих наукових положень.

4. Отримані автором основні результати висвітлено у 40 наукових працях, у тому числі 19 статей у наукових фахових виданнях України; 2 монографії, 5 статей та 2 колективні монографії у наукових виданнях інших держав; 2 статті у виданнях, які індексуються у наукометричній базі SCOPUS; 1 навчальний посібник; 1 патент України, та у 8 доповідях і тезах наукових конференцій, семінарів і конкурсів.

5. За характером, обсягом і результатами виконаних досліджень дисертаційна робота відповідає вимогам до докторських дисертацій «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року (зі змінами).

6. За вирішення актуальної науково-прикладної проблеми встановлення закономірностей зміни складу та властивостей органічної сполуки і мінеральних домішок вугілля, що видобувається, розробку на цій основі методу прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля та надання рекомендацій щодо вдосконалення нормативної бази безпечного відпрацювання вугільних пластів з підвищеною ендегенною пожежною небезпекою Тарасов Вадим Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці».

Офіційний опонент  
професор кафедри безпеки життєдіяльності  
Державного вищого навчального закладу  
"Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури" МОН України  
доктор технічних наук, доцент

М. М. Налісько

