

ВІДГУК

офіційного опонента Мінеєва Сергія Павловича на дисертаційну роботу Тарасова Вадима Юрійовича «Розвиток наукових основ прогнозу ендогенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці».

Робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми встановлення закономірностей зміни складу та властивостей органічної сполуки і мінеральних домішок вугілля, що видобувається, та розробці на цій основі методу прогнозу ендогенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля.

Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки України «Новітні та ресурсозберігаючі технології в енергетиці», енергетичної стратегії України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» і науково-технічної програми МОН України «Інтенсифікація процесу синтезу поверхнево-активних речовин нанокаталізом» (2007-2008р.р., № держ. реєстрації 0107U007440). Деякі результати були отримані при виконанні робіт за господарськими договорами між ТОВ НТЦ «Хіммодерн» та ТОВ "Луганська теплова електрична станція", ініціативних НДР: «Розробка фізико-хімічних методів дослідження дисперсних систем» (2011 – 2015 рр. № держ. реєстрації 0111U000271) та «Дослідження небезпечних властивостей вугільних шахтопластів» (2020 – 2021 рр. № держ. реєстрації 0120U104130).

Найбільш істотні наукові результати, отримані особисто дисертантом, і їх новизна.

Розвинуто наукові основи прогнозу ендогенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля на підставі встановлених закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля, здійснено систематизацію та аналіз відповідності діючих нормативних документів із забезпечення безпечних умов видобутку вугілля практиці ведення гірничих робіт, та на підставі цього розроблено та впроваджено методичні рекомендації, що регламентують порядок ведення гірничих робіт на пластах, схильних до ендогенної пожежонебезпеки.

У дисертаційній роботі 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;

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

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

- встановлено ступінь ризику аварійності за ендегенною пожежонебезпекою з урахуванням гірничо-геологічних умов, 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 схильності шахтопласта до самозаймання за елементним складом вугілля.

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів підтверджується використанням апробованих методів досліджень; 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.

Цінність для науки і практики проведеної роботи.

Отримано експериментально-аналітичну залежність між основними компонентами органічної речовини і вологи, що дозволяє визначити хімічну активність вугілля як показника схильності шахтопластів до самозаймання, та виявлена відсутність достовірного кореляційного зв'язку між марочною приналежністю як одним з основних класифікаційних показників метаморфізму згідно використовуваної промислової класифікації, і хімічною активністю вугілля, що підтверджується аномально низькою межею зміни масового виходу летких речовин для вугілля марок К в залежності від кількісних значень показників метаморфічного перетворення викопного вугілля, та виявлено, що масовий вихід летких речовин задовільно характеризує ступінь метаморфізму вугілля в комплексі з допоміжними штучно підібраними показниками, які характеризують тільки притаманні їм особливості геологічних перетворень вугілля.

Встановлено, що характер зміни хімічної активності вугілля екстраполюється із значенням показника карбонізації та визначається співвідношенням між вуглецем й іншими компонентами вугілля; проведенням розрахунків виявлено функціональну залежність між наявним вмістом вуглецю у конкретному зразку з його різницею між максимальним встановленим вмістом вуглецю в органічній масі вугілля 99,15%, яка в екстремумах при наближенні елементного вмісту вуглецю до критичного значення, а суми інших основних компонентів – до нуля, прагне до нескінченності з досягненням інертності органічної маси вугілля.

Побудовано модель, що описує зміну елементного складу органічної речовини вугілля від вмісту вуглецю за експоненціальною залежністю для кисню, поліноміальною третього ступеня для водню, лінійною для азоту, поліноміальною другого ступеня - для пластової вологи у граничних значеннях від 75,0% до 95,0%, при цьому сім характерних точок хімічної активності даної системи відповідають певним стадіям метаморфізму вугілля, яким притаманний різний ступінь схильності до виникнення ендегенних пожеж у шахтопластах. Ранжуванням отримана експериментально-аналітична залежність між основними компонентами органічної речовини і вологи, що дозволило визначити хімічну активність вугілля на сімох стадіях метаморфічних перетворень вугілля, та встановлено, що вміст сірки не відноситься до показників метаморфізму.

Потенційну ендегенну пожежонебезпеку шахтопласта визначено за індивідуальним співвідношенням між компонентами органічної речовини та різними видами вологи і сірки, при цьому встановлено, що вміст вуглецю обернено пропорційно залежить від суми компонентів, які входять до її складу (кисень, водень, азот та сірка), що дозволило на підставі встановлених закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля здійснити систематизацію та аналіз відповідності діючих нормативних документів із забезпечення безпечних умов видобутку вугілля практиці ведення гірничих робіт.

Показано, що ризик аварійності за ендегенною пожежонебезпекою пов'язаний з елементним та технічним аналізом вугілля у шахтопласті, та визначено, що він характеризується кореляційним зв'язком з кутом падіння пластів і зростає поліноміально за умов ведення очисних робіт на пологих пластах при вмісті вуглецю нижче 80% та підвищеному вмісті кисню (понад 10%) і вологи (понад 10%), а також при відпрацюванні крутопадаючих пластів і магазинуванні вугілля при вмісті вуглецю, нижчому за 89%, та вмісті кисню, сірки і вологи, що перевищує 50% від загальної суми компонентів (O_0, H_0, N_0, S_0, W).

Проведено фізико-хімічне обґрунтування створення концепції та методів дослідження пожежонебезпечних властивостей вугілля антрацитової групи в умовах генерування теплової та електричної енергії на котельних агрегатах ТОВ "ДТЕК Луганська теплова електрична станція".

Розроблено методичні рекомендації до аналізу відповідності положень, використаних при розробці «Керівництва із запобігання і гасіння ендегенних пожеж на вугільних шахтах України: КД 12.01.402-2000» практиці ведення гірничих робіт і пропозиції щодо вдосконалення вимог нормативних документів, що дозволило визначити технічне завдання та наступну розробку програмного забезпечення щодо прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля, яке було впроваджено на ВП «Шахта ім. Д.Ф. Мельникова» ПАТ «Лисичанськвугілля», та за результатами розрахунку отримано очікуваний економічний ефект внаслідок впровадження запропонованих заходів у вугільній промисловості в сумі 8736,2 тис.грн / рік.

Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується використанням апробованих методів досліджень, 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.

Оцінка змісту роботи.

Дисертаційна робота представлена на 421 сторінці машинописного тексту (основна частина на 304 сторінках). Робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 217 найменувань, 6 додатків на 67 сторінках.

Перший розділ дисертації присвячений аналізу стану питання, визначенню мети та задач дослідження. Автор аналізує стан сучасних уявлень про причини виникнення ендегенних пожеж у вугільних шахтах, існуючі методи визначення здатності вугілля до самозаймання та питання безпеки ведення гірничих робіт у підземних умовах.

Для досягнення поставленої мети систематизовано та узагальнено методи прогнозу самозаймання вугілля існуючої нормативної бази і досліджено причини її невідповідності практиці ведення гірничих робіт із забезпечення безпечних умов. Розподіл шахтопластів на підставі статистичних даних про виниклі ендегенні пожежі за тривалий період роботи шахт не має наукового підґрунтя і може призводити до помилок у встановленні фактичної небезпеки самозаймання вугілля. До цього часу відсутня однозначна, науково обґрунтована теорія віднесення шахтопластів до небезпечних за виникненням ендегенних пожеж. Наявні випадки суперечності в оцінці впливу на виникнення осередків самозаймання вугілля геологічних, технологічних і організаційних факторів.

Виконаний аналіз дозволив сформулювати мету і задачі досліджень.

У другому розділі досліджено принципи побудови промислової класифікації вугілля за генетичними і технологічними параметрами та положення для встановлення небезпечних властивостей шахтопластів при веденні гірничих робіт. Виконано оцінку показників промислової класифікації за допомогою встановлення кореляційних зв'язків між ними. Показано, що вибір конкретних меж зміни класифікаційних показників для максимальної вологоємності на беззольний стан, суми фюзенізованих 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. Доведено, що вихід летких речовин і відбиття вітриніту характеризують різні аспекти перетворення вугілля у процесі їх метаморфізму. У діапазоні зміни R_o та V^{daf} на ранніх стадіях вуглефікації в одну перехідну групу потрапляють вугілля марок Б, Д, ДГ. Для кам'яних і антрацитів у перехідному діапазоні $R_o = 2,20 \div 2,59\%$ за верхньою межею потрапляють вугілля марок від КЖ до А, а за нижньою межею - К, КО, П і А. Доведено, що вибір комплексу класифікаційних показників для характеристики небезпечних властивостей шахтопластів повинен базуватися на інших принципах порівняно з положеннями, закладеними в основу промислової класифікації.

У третьому розділі на підставі експериментальних даних та дослідження закономірностей фізико-хімічних властивостей вугілля визначено функціональну залежність між наявним вмістом вуглецю у конкретному зразку з його різницею між максимальним встановленим вмістом вуглецю в органічній масі вугілля 99,15. На підставі результатів кореляційного аналізу встановлено індивідуальну роль кисню, водню і азоту у формуванні величини показника карбонізації на всіх стадіях метаморфічних перетворень вугілля. Показано, що збільшення вмісту вуглецю відбувається в діапазоні його зміни 70-98% та функціонально визначає обернено пропорційне скорочення суми компонентів органічної маси, яка зменшується з 30 до 2%. Встановлено періоди метаморфічних перетворень вугілля за характерними змінами елементного складу і фізико-механічних властивостей.

За результатами проведених досліджень виявлено, що для достовірного прогнозування небезпечних властивостей шахтопластів при веденні гірничих робіт необхідно встановлювати особливості протікання процесів на окремих стадіях метаморфічних перетворень вугілля, кожен з яких необхідно характеризувати, як мінімум, наступними показниками: 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.

У четвертому розділі розроблено математичні моделі показників ступеня метаморфізму, які безпосередньо характеризують схильність шахтопластів до прояву небезпечних властивостей. Враховано вплив попередньої підготовки проб, пов'язаної з подрібненням і видаленням вологи, що здійснюється при термічному розкладанні вугілля, та наявності вологи, і як правило, підвищеного гірського тиску у шахтних умовах, при яких проявляються небезпечні властивості. Отримана модель апробована на результатах раніше проведених досліджень щодо встановлення матеріального балансу процесів, що відбулися при метаморфізмі вугільних пластів в минулі геологічні періоди. Таке порівняння дозволяє встановити як схожість, так і відмінність метаморфічних процесів у природних умовах і процесів при термічному розкладанні.

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.

У п'ятому розділі науково обґрунтовано та запропоновано нову методику, засновану на проведенні зв'язку між виникненням ендегенних пожеж з трьома блоками факторів, незалежних між собою, що характеризують: хімічну активність вугілля і визначаються елементним складом та властивостями вугілля на різних стадіях метаморфічних перетворень пластів; гірничо-геологічні умови залягання пластів, включаючи розташування вугільних пластів відносно один одного, глибину залягання, їх потужність і кут падіння,

наявність геологічних порушень, властивості і склад порід; умови ведення гірничих робіт. Методика виключає стійкі кореляційні зв'язки між параметрами трьох розглянутих блоків, що дозволяє оцінювати їх окремо і виключати випадкові кореляційні зв'язки з факторами інших блоків.

За отриманими результатами сформульовано та надано пропозиції щодо вдосконалення нормативної бази в частині градації шахтопластів за ступенем їх ендегенної пожежонебезпеки на підставі елементного та технічного аналізу шахтопласта.

В шостому розділі розроблено метод прогнозу схильності шахтопластів до ендегенної пожежонебезпеки із залученням безпосередніх показників метаморфічних перетворень вугілля, заснований на використанні наявних в технічній документації вугільних шахт, результатів технічного і петрографічного аналізів вугілля.

Встановлено, що ризик аварійності за ендегенною пожежонебезпекою пов'язаний з технічним аналізом вугілля у шахтопласті, та визначено, що він характеризується кореляційним зв'язком з кутом падіння пластів і зростає поліноміально за умов ведення очисних робіт на пологих пластах при вмісті вуглецю нижче 80% та підвищеному вмісті кисню (понад 10%) і вологи (понад 10%).

Зауваження по дисертаційній роботі.

1. В першому розділі практично не враховується закордонний досвід прогнозування підземних пожеж у вугільних шахтах.

2. В роботі чітко не відображено, яким чином проведення досліджень на ТОВ "ДТЕК Луганська тепла електрична станція" стосуються ендегенної пожежонебезпеки вугільних шахтопластів.

3. Не досліджена динаміка газів, що виділяються при samozайманні вугільних шахтопластів.

4. Не ясно і, на мою думку, не однозначно доведено, що V^{daf} не є досить характерною ознакою небезпеки вугільного пласта по samozайманню. Тим більше, на практиці в основному використовується цей показник.

5. Аналітика хімічних реакцій, супутніх samozайманню та горінню шахтопласта, наведена в додатку, проте могла бути ширше описана в роботі.

6. У запропонованому автором методологічному підході встановлення критеріїв пожежної безпеки передбачається здійснювати в період проектування виробок. А тоді як бути з фактичними і істотними змінами гірничо-геологічних властивостей і гірничотехнічних параметрів в процесі виїмки вугілля?

7. Не зовсім зрозуміла теза, що необхідно встановлювати пожежонебезпеку не за результатами відпрацювання виїмкової ділянки шахтопласта, а загалом шахти в окремі періоди її експлуатації із зазначенням найбільш небезпечних зон можливого samozаймання вугілля. Оскільки, як же тоді бути з такими формулюваннями, як: пласт, ділянка пласта небезпечна по samozайманню, а не шахта в цілому?

8. Щодо програмного забезпечення для проведення експрес-методу визначення схильності шахтопласта до ендегенної пожежонебезпеки,

запропонованого автором в дисертації, є такі питання – де ця програма, як її побачити і як її використовували в шахтних умовах.

9. З огляду на те, що в роботі крім усього, виконано великий обсяг досліджень за фізико-хімічними властивостями вугільного пласта, не зовсім ясно, чому підготовлена дисертація представлена за однією спеціальністю. На мою думку, все таки було б більш правильно її представлення за двома спеціальностями, наприклад, за другою спеціальністю «Геотехнічна і гірнича механіка».

10. Різні незначні граматичні та стилістичні зауваження передані автору в усному порядку

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих роботах.

Результати виконаних досліджень опубліковані в 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 8 доповідях і тезах наукових конференцій, семінарів і конкурсів. В опублікованих роботах основні наукові положення автора цілком відображені та ідентичні змісту дисертації.

Ідентичність автореферату змісту дисертації.

Автореферат в повній мірі розкриває зміст дисертації, а також отримані результати виконання роботи, висновки і рекомендації.


Висновок.

Дисертація в цілому є завершеною науково-дослідною роботою, представляє теоретичний і практичний інтерес для вугільної галузі. Робота написана грамотно, кваліфіковано, термінологічно відповідає сучасним технічним нормам.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці».

Наукова та практична цінність розробок дають підставу вважати, що дисертація «Розвиток наукових основ прогнозу ендегенної пожежонебезпеки шахтопластів за ступенем метаморфічних перетворень вугілля» відповідає вимогам пункту 9, 10 «Положення щодо присудження наукових ступенів» ВАК України до докторських дисертацій, а її автор Тарасов Вадим Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці».

Офіційний опонент
Завідувач відділу керування
динамічними проявами гірничого тиску
Інституту геотехнічної механіки
ім. М.С. Полякова НАН України
докт. техн. наук, професор


С.П. Мінсєв

