

## Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу Каргаполова Андрія Анатолійовича на тему «Обґрунтування критеріїв прогнозу зон вуглепородного масиву, небезпечних за газодинамічними проявами», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка»

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

Дослідження проводились в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України відповідно до концепції державних програм та планів науково-дослідних робіт за безпосередньою участю здобувача.

### **Актуальність обраної теми дослідження**

Проблемні науково-технічні завдання щодо безпеки та ефективності розробки вугільних пластів у газонасичених масивах мають історію їх вирішення, впровадження, але не втрачають актуальності у зв'язку з різноманітними геотехнічними умовами родовищ. Окрім цього творчі пошуки інженерів та дослідників продовжуються, є результативними за новими науково-технічними ідеями і потребують їх дослідницької параметризації у технологічних процесах. Саме такою, на погляд опонента, є дисертаційна робота, що розглядається. В роботі викладено методіку прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами, що ґрунтується на геолого-геофізичних даних в непорушеному вуглепородному масиві. Для цього обґрунтована фізико-геологічна модель зони, що зумовлена різноманітністю геологічних чинників, які характеризують прогнозований об'єкт за його фізико-механічними властивостями, які реєструються за допомогою геофізичних засобів.

З такою постановкою актуальності дисертаційної роботи слід погодитись.

Слід відзначити суттєвий зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України в рамках і відповідно до загальнодержавних програм і планів науково-дослідних робіт Національної академії наук України. Зокрема: «Гірничо-геологічне обґрунтування ресурсів метану

закритих шахт» 2011-2014 рр. (ДР №0111U005644); «Геолого-технічне обґрунтування закономірностей формування техногенних покладів метану в структурно-тектонічних зонах Донбасу» (ДР №0107U001271); «Дослідження властивостей і структурних трансформацій вугільної речовини, пов'язаних зі станом системи «вугілля-флюїд-газ», і встановлення геологічних чинників формування скупчень вугільного метану – умови їх накопичення, міграції та збереження» (ДР №0111U005135); «Дослідження впливу геологічних факторів на перерозподіл метану в вуглепородному масиві на різних ієрархічних рівнях в процесі вуглевидобутку, встановлення умов активації і проходження фізичних і фізико-хімічних процесів структурної трансформації в системі «вугілля-флюїд» (ДР №0115U002533). Автор дисертації виконував важливі розділи зазначених науково-дослідних робіт.

**Ідея роботи** полягає у використанні встановлених закономірностей зміни фізико-механічних властивостей пісковиків у газонасичених і газоне- насичених ділянках та напружено-деформованого стану вуглепородного масиву для обґрунтування критеріїв прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами.

**Мета роботи** полягає в обґрунтуванні критеріїв прогнозу зон газодинамічних проявів на вуглегазових родовищах для підвищення безпеки праці шахтарів та ефективності дегазації.

**Основні завдання** досліджень деталізовані у наступному:

- встановити закономірності зміни фізико-механічних властивостей зон, небезпечних за газодинамічними проявами, в пісковиках у непорушеному вуглепородному масиві;
- розробити методику прогнозування зон, небезпечних за газодинамічними проявами, на підставі комплексу геолого-геофізичних даних;
- дослідити і обґрунтувати застосування фрактальної розмірності інтенсивності сейсмологічних явищ за моніторингом сейсмічної обстановки на шахтному полі;
- розробити критерії для прогнозування зон, небезпечних за газодинамічними проявами;
- впровадити рекомендації для прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами.

**Методи дослідження**, використані автором є сучасними і ґрунтовними: здійснено вивчення фактичного геологічного матеріалу, результатів гео-

фізичних досліджень свердловин на вугільних родовищах і методів комплексної інтерпретації результатів каротажу. Для виділення позитивних локальних структур застосовувався аналітичний метод та проведена досконала статистична обробка даних сейсмічних явищ, одержаних за сейсмологічними спостереженнями. Застосовувалися також методи фрактальної геометрії аналізу й оцінки сейсмічних явищ.

Основні результати роботи сформульовані у **двох наукових положеннях**:

– фізико-механічні властивості пісковиків на ділянках, небезпечних за газодинамічними проявами, характеризуються зниженою щільністю та підвищеними значеннями пористості і проникності, які відбиваються у фізичних полях та визначаються фізико-механічними властивостями порід, що дозволяє розрахувати показник газонасиченості  $G_{gr}$  за рівнянням множинної регресії у вигляді полінома другого ступеня без змішаних членів;

– кількість та інтенсивність сейсмічних явищ, що реєструються під час ведення гірничих робіт та зумовлені виникненням дислокацій у ієрархічному дискретному гірському масиві мають обернено пропорційний зв'язок і оцінюються фрактальною розмірністю  $D_k$ , при цьому значення  $D_k \leq 1,17$  характерні для безпечного за газодинамічними проявами масиву, а  $D_k \geq 1,58$  – для небезпечного масиву, за значень  $1,17 < D_k < 1,58$  ситуація вимагає додаткових спостережень.

#### **Стислий огляд змісту роботи.**

У **першому розділі** приведений аналіз стану питання прогнозу зон газоносності вуглепородного масиву та пов'язаних з ними зон небезпечних за газодинамічними проявами. На підставі аналізу наукових літературних джерел, звітів і патентів сформульовано мету роботи та завдання для її досягнення.

У **другому розділі** описані геологічні та геофізичні методи, які застосовувалися для виконання поставлених завдань. Викладений метод тренд-аналізу поверхні, який дає змогу шляхом зняття регіонального фону виявити відхилення від реальної поверхні пласта – локальні складки. Для опрацювання даних сейсмічних явищ, одержаних внаслідок сейсмологічних спостережень, застосовувалися методи математичної статистики і методи фрактальної геометрії.

У **третьому розділі** викладено основи методики прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами, теоретичною базою якої слугувала фізико-геологічна модель зони. Необхідність в розробці фізико-геологічної моделі зумовлена різноманітністю геологічних чинників (літологія, тектоніка, структура), поєднання яких характеризує прогнозований об'єкт, визначає його фізико-механічні властивості, зареєстровані за допомогою геофізичних методів.

На основі проведених узагальнень та з урахуванням досвіду попередніх досліджень було застосовано багатофакторну ймовірнісну модель у вигляді рівнянь регресії та запропоновано критерій, який дозволяє визначити ступінь небезпеки за показником газонасиченості. Математична модель у вигляді полінома другого ступеня описує сумарну взаємодію зареєстрованих фізичних полів у кожній його точці, що дозволяє шляхом інтерполяції розрахованих даних виділити ділянки з «аномальними» значеннями, які є зонами, небезпечними за газодинамічними проявами.

У **четвертому розділі** для перевірки запропонованої методики прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами, у різних гірничо-геологічних умовах наведено їхню коротку геологічну характеристику: «Кальміуський рудник» поля ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька», розташованій у центральній частині Донецько-Макіївського геолого-промислового району, і ділянку №2 поля шахти «Західно-Донбаська», розташовану в Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі. На досліджуваних ділянках за показником газонасиченості виділені зони, небезпечні за газодинамічними проявами, достовірність яких підтверджують результати й інших геофізичних методів (гравірозвідка, сейсмозвідка) та дані буріння, що свідчить про надійність запропонованої методики.

У **п'ятому розділі** проаналізовано та узагальнено результати сейсмологічних спостережень, проведених на ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» із застосуванням багатоканальної сейсмоакустичної системи ARAMIS, яка реєструє сейсмічні явища, що утворюються внаслідок розкриття тріщин, та фіксує величину їхньої енергії і координати.

Аналіз одержаних даних показав, що розташування центрів сейсмічних подій має впорядкованість у просторі: у межах працюючих ділянок шахтного поля відбувається до 70% усіх подій, а на прилеглих до них ділянках (до 200 м), - 20% подій; інтенсивність і кількість сейсмічних явищ у кожній ви-

робці має свої особливості, зумовлені впливом технологічних і природних умов. Визначено, що зони концентрації сейсмічних явищ, генетично пов'язані із тріщинуватістю, приурочені до склепіння складок і ділянок тектонічних порушень.

**Рівень обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій** підтверджується коректною постановкою завдань, застосуванням теоретичних методів досліджень, які певною мірою базуються на положеннях механіки гірських порід та апробованих методах математичного моделювання, встановленими коефіцієнтами кореляції 0,66-0,97 за довірчого інтервалу 0,95 та рівня надійності 7,5-50,3 між фізико-механічними властивостями пісковиків та геофізичними параметрами, вимірними у свердловинах.

#### **Значущість результатів дисертації для науки та практики.**

**Наукове значення результатів роботи** є суттєвим: встановлені зміни фізико-механічних властивостей пісковиків у небезпечних за газодинамічними проявами зонах гірського масиву, та просторово-часові закономірності сейсмічних проявів під час проведення гірничих робіт, що характеризуються інтегральним показником, який враховує сукупність сейсмічних подій у масиві.

#### **Практична цінність** отриманих результатів підтверджена:

- розробленою методикою прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами, яка базується на застосуванні геофізичних параметрів, зареєстрованих у процесі каротажу вуглерозвідувальних свердловин, та геологічних параметрів;
- рекомендаціями щодо застосування експрес-методики прогнозування зон скупчення метану на вуглегазових родовищах Донбасу геолого-геофізичними методами;
- рекомендаціями щодо використання багатоканального сейсмоакустичного контролю під час діагностики стану вуглепородного масиву;
- комплексною методикою прогнозування газодинамічних зон.

#### **Повнота викладу отриманих результатів в працях здобувача.**

Результати дисертації повною мірою викладені в 22 наукових працях автора, з яких 9 статей у фахових виданнях, 2 – у зарубіжних виданнях, 1 підрозділі монографії, 2 патентах, 8 опубліковані в збірниках матеріалів нау-

кових конференцій. Результати роботи пройшли широку апробацію на наукових форумах, школах, конференціях.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків, містить 136 сторінок машинописного тексту.

Автореферат дисертації повною мірою відображує основний зміст, структуру роботи, її кваліфікаційні ознаки, а його оформлення відповідає існуючим вимогам МОН України.

Окрім позитивного враження від роботи, у опонента є зауваження.

#### **Зауваження за змістом роботи та її оформленню.**

1. Ключові терміни, що відображують наукову ідею досліджень автора і мети роботи стосуються використання зміни фізико-механічних властивостей пісковиків та напружено-деформованого стану масиву для визначення прогностичних критеріїв зон небезпечних за газодинамічними проявами. Нажаль, цього не відображає назва роботи, що підпадає до узагальнення досить відомих публікацій з обраного напрямку досліджень.

2. Автор надто вільно користується поняттями: фізико-механічні властивості «пісковиків», «зон», «вуглепородного масиву», а також використовує кореляцію між величинами щільності і пористості, які мають аналітичний зв'язок. У цьому випадку слід було б розглядати відхилення показників як дисперсію, обумовлену неточністю вимірів.

3. Не заперечуючи науково-практичну цінність запропонованої фізико-геологічної моделі зони небезпечної за газодинамічними проявами, слід зауважити, що заявлене поєднання структурної, фізичної та математичної моделей виконане більшою частиною на якісному рівні, хоча вжито багато кількісних показників з чітким фізичним тлумаченням. Для такого підходу більш коректним є розгляд розмірних критеріїв подоби.

4. Інтегральні показники фрактальної розмірності кількісних показників сейсмічних явищ у масиві під впливом гірничих робіт надані без відповідної оцінки репрезентативності виділених діапазонів.

5. Визначене ідеєю роботи використання показників напружено-деформованого стану масиву не знайшло в подальшому необхідних тлумачень, які є визнаними у механіці гірських порід і масивів.

**Загальний висновок по дисертаційній роботі.** Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка виконана на актуальну тему, містить

нові науково обґрунтовані результати та наукові положення одержані автором особисто, має наукову і практичну значимість. Зміст і реалізація результатів відповідають паспорту та напрямку досліджень спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Вважаю, що представлена дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України.

За вирішення актуальної науково-прикладної задачі зі встановлення закономірностей зміни фізико-механічних властивостей пісковиків у вуглеводородних зонах та встановлення просторово-часових закономірностей розподілу сейсмологічних явищ, що супроводжують гірничі роботи, а також досягнуте обґрунтування критеріїв прогнозу зон, небезпечних за газодинамічними проявами та розроблення методики їхнього прогнозу, з впровадженням якої отриманий реальний ефект, автор роботи Каргаполов Андрій Анатолійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Професор кафедри гідрогеології та інженерної геології  
Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»  
Міністерства освіти і науки України,  
доктор технічних наук, професор



I.O. Садовенко

Підпис професора Садовенка I.O. засвідчую

Вчений секретар

Вченої ради Державного ВНЗ «НГУ»



O.A. Данилова

