

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Слащова Ігоря Миколайовича «Розвиток наукових основ геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки шахт», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностями 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка» та 05.26.01 – «Охорона праці»

На рецензію подано дисертацію, автореферат та опубліковані роботи.

Аналіз дисертації Слащова І.М. «Розвиток наукових основ геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки шахт» дозволяє сформулювати висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості, основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 217 найменувань, містить 421 сторінки машинописного тексту, в тому числі 57 рисунків, 41 таблицю, 6 додатків на 67 сторінках.

За темою дисертації опубліковано 58 наукових робіт (після захисту кандидатської дисертації), у тому числі 7 публікацій у закордонних періодичних виданнях та у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз, 1 монографія, 30 наукових статей у фахових виданнях, 6 у матеріалах конференцій, 2 у всеукраїнських виробничо-практичних журналах, 2 галузевих стандарти України, 10 патентів.

Автореферат і публікації повністю розкривають основні положення дисертаційної роботи. Матеріали кандидатської дисертації в роботі не використовувались.

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з науковими програмами

Техногенна діяльність людини призводить до значної зміни природних процесів в літосфері і гідросфері. В умовах України, що володіє розвиненою гірничодобувною промисловістю, в цілих регіонах спостерігаються активізації процесів зрушень порід, значні деформації земної поверхні та вихід газу метану. Відсутність надійних методів довготривалого прогнозу наслідків інтенсивного відпрацювання мінеральної сировини створює потенційну можливість виникнення надзвичайних ситуацій під землею і на земній поверхні в межах шахтних полів. За останні 20 років на Україні зросла кількість гірських ударів, раптових викидів вугілля і газу, провальних обвалень над гірничими виробками, що призвело до прямих економічних збитків на відновлення працездатності систем кріплення гірничих виробок і непрямих негативних соціальних наслідків.

Як показує практика, визначення рівнів небезпеки і ризиків, які виникають в процесі руйнування масиву гірських порід під впливом гірничих робіт, вкрай складні і характеризуються невизначеністю багатьох параметрів та спільним протіканням різних процесів. Прогрес в даному напрямку стримується недосконалістю методів контролю параметрів напружено-деформованого стану

порід, алгоритмів оцінки поточної ситуації, недостатньою узгодженістю різних способів моніторингу середовища. Це призводить до неможливості визначення сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві. Тому розв'язувана здобувачем проблема встановлення закономірностей змін напружено-деформованого стану газонасичених структурно-неоднорідних порід під впливом гірничих робіт, емісії газів метану та дочірніх продуктів розпаду радону в гірничі виробки, а також обґрунтування комплексних показників ризиків небезпечних сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві, розробка методів, алгоритмів і програмно-технічних засобів геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки виробничого середовища шахт і вдосконалення нормативно-технічних документів є на сьогоднішній день досить актуальною.

В роботі представлені результати, отримані здобувачем за участю у дев'яти науково-дослідних держбюджетних та госпдоговірних роботах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України відповідно до галузевих планів НДР та Постанов бюро Відділення механіки НАН України у яких автор був виконавцем та відповідальним виконавцем.

2. Оцінка наукових положень, висновків та рекомендацій, їх новизна, обґрунтованість та достовірність

Наведені у дисертації наукові положення, теоретичні та практичні результати досліджень є достатньо обґрунтованими і змістовними, що підтверджується аналізом і узагальненням виконаних досліджень.

Наукові положення, що захищаються в дисертації:

1. Параметром ідентифікації рівня безпеки гірничих виробок по газовому фактору є об'єм емісії газу метану, визначений з урахуванням головних напружень і деформацій, поширеності зон непружних деформацій, а також змін об'ємів порово-тріщинного простору під впливом гірничих робіт, які в процесі відпрацювання лави збільшуються на 70...90 % в умовах зниження максимальних головних напружень на 60...80 %, при цьому витрати фільтраційного переносу газів через гірські породи в виробку прямо пропорційні природній відкритій пористості, мінімальним деформаціям, куту між напрямом фільтрації і простяганням тріщин, різниці тисків на контурі живлення і на галереї стоку, а обернено пропорційні довжині шляху фільтрації для плоских контурів живлення та радіусу дренажу для кільцевих контурів живлення.

Достовірність підтверджується коректною постановкою завдань досліджень; застосуванням апробованих методів механіки гірських порід, механіки суцільного середовища, значною кількістю проведених чисельних експериментів по виявленню особливостей напружено-деформованого стану породного масиву; узгодженістю результатів математичного моделювання геомеханічних процесів з натурними даними, що забезпечує надійність результатів не нижче 95 % при відносній похибці не більше 25 %.

2. Стійкість гірничих виробок в умовах обводнених порід забезпечується рамно-анкерним кріпленням, при якому зміщення і розширення тріщин покривлі

зростають у часі за логарифмічними залежностями з середньодобовою швидкістю в період активних зсувів в 300-500 разів вищою ніж в період сталих зсувів, зростання тріщин призупиняється через один-два місяці і активізується по межі закріплення анкерів і, навпаки, зростання тріщин в вищерозташованому масиві сповільнюється, при цьому величина розширення тріщин в зоні анкерування в три-п'ять разів нижче, що визначає механізм сприйняття анкерами навантаження для побудови систем комбінованого кріплення з асиметричною піддатливістю і (або) вантажонесучою здатністю.

Достовірність підтверджується застосуванням апробованих методів механіки гірських порід, обробкою статистично значущого об'єму даних зміщень і деформацій виробок, узгодженістю результатів математичного моделювання геомеханічних процесів з натурними даними, позитивною апробацією на практиці рекомендацій та впровадженням нормативно-технічного документу з обґрунтованим технічним ефектом.

3. Емісія газу метану в свердловини при віддаленні від очисного вибою змінюється за затухаючою квазіперіодичною залежністю з адитивними функціональними рівняннями і рекомбінантними змінами напружено-деформованих станів перенапружених та розвантажених ділянок породного масиву, при цьому для умов сполученого з гірничою виробкою виробленого простору період збільшується з 59 м до 82 м, амплітуда зменшується до 30 %, адитивна складова квазіперіодичної функції лінійно зростає, а в породах покрівлі підготовчої виробки, навпаки, лінійно знижується.

Достовірність підтверджуються: коректною постановкою завдань; прийнятими фізичними передумовами, які базуються на фундаментальних законах аерогазодинаміки і механіки гірських порід; апробованими методами математичного моделювання; збіжністю результатів аналітичних і експериментальних досліджень, що в сукупності забезпечує відносну похибку не більше 25% при надійності не нижче 95% і є задовільним для задач гірничого профілю.

4. Емісія в гірничі виробки метану спільно з дочірніми продуктами розпаду радону залежить від джерел формування, швидкостей переміщення через пори і тріщини, динамічних змін напружено-деформованого стану порід в приконтурній зоні виробок і має стійкий взаємозв'язок між синхронними змінами концентрації метану і наведеною концентрацією дочірніх продуктів розпаду радону в діапазоні відхилень від середнього значення $\pm 20\%$ та асинхронно протифазні сплески в діапазоні відхилень вище 20 %, а інтенсивність росту ізотопів Po^{218} в 2...4 рази перевищує інтенсивність росту ізотопів Pb^{214} і Bi^{214} і лінійно зростає в залежності від відстані до вибою виробки.

Достовірність підтверджується: застосуванням апробованих методів аналітичних і шахтних досліджень; обробкою статистично значущого об'єму даних властивостей гірських порід та продуктів розпаду радону в гірничі виробки; значною кількістю проведених шахтних вимірювань зміщень і деформацій виробок, вмісту метану та емісії продуктів розпаду радону в гірничих виробках; позитивною апробацією на практиці методу прогнозу потенційно небезпечних проявів гірського тиску в виробках шахт.

5. Рівні безпеки ведення гірничих робіт встановлюють комплексними показниками, які характеризують готовність породного масиву до небезпечних сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів шляхом сумування і відбору максимальних значень ризиків в групах інтегральних показників змін міцності гірських порід, нерівнокомпонентності полів напружень і деформацій, інтенсивності змін зон руйнування, які визначають за статистично значущою кількістю параметрів попередніх подій або за трендами і прогнозами подальших подій з залученням моделей нечіткої логіки та експертних правил, при цьому ризики зниження міцності гірських порід від впливу фактора обводнення в діапазоні глибин 400...1200 м лінійно зростають з інтенсивністю 0,62...0,71 – для аргілітів, 0,49...0,58 – для алевролітів, 0,25...0,37 – для пісковиків.

Достовірність підтверджується: застосуванням апробованих методів теорії ризиків, нечіткої логіки і побудови інформаційних систем; обробкою статистично значущого об'єму даних властивостей гірських порід, зміщень і деформацій виробок; значною кількістю проведених чисельних експериментів по виявленню особливостей напружено-деформованого стану породного масиву; позитивною апробацією на практиці рекомендацій та елементів цифрових систем контролю параметрів безпеки; впровадженням нормативно-технічного документа по безпечному веденню гірничих робіт, охороні праці та результативності управління ризиками.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Подальший розвиток отримала математична модель для оцінки зон руйнування в газонасичених та обводнених гірських породах, яка відрізняється спільним урахуванням природних структурних дефектів, магістральних тріщин, шаруватості порід, пластових газових тисків, наявності води в тріщинах і порах, а також визначенням інваріантів компонент головних деформацій, які характеризують зміни форм і об'ємів порово-тріщинного простору.

2. Вперше для використання в геоінформаційних системах отримані аналітичні залежності між параметрами геомеханічного і газодинамічного процесів, що дозволило розробити нові алгоритми визначення параметрів тріщинуватих зон з використанням методів контролю емісії газу метану та еманачії дочірніх продуктів розпаду радону в атмосфері гірничих виробок.

3. Вперше встановлена затухаюча квазіперіодична залежність емісії газу метану в свердловини, що дозволяє визначати зональність ділянок підвищеного газовиділення в виробки та схеми розташування свердловин для збільшення ефективності дегазації і забезпечення безпеки ведення гірничих робіт.

4. Вперше запропоновано співвідношення для оцінки передбачуваних об'ємних витрат газу в області впливу свердловин на базі розрахунків приросту кульової частини тензора деформацій і об'ємів зруйнованих елементів геомеханічної моделі, що дозволяє прогнозувати продуктивність газової свердловини з довільною конфігурацією робочої зони.

5. Вперше розроблено метод прогнозу потенційно небезпечних проявів гірського тиску в виробках шахт, який засновано на ідентифікації синхронних, асинхронно протифазних або хаотично стрибкоподібних одночасних змін

інтенсивності відхилень від середнього значення величин концентрації метану і параметрів наведеної еквівалентної рівноважної об'ємної активності емісії дочірніх продуктів розпаду радону в газоповітряному середовищі виробок.

6. Вперше для умов глибоких горизонтів вугільної шахти встановлено залежність еманцій в гірничу виробку продуктів розпаду радону від утворення тріщин і руйнуванням гірських порід, що дозволяє на базі радіометричного моніторингу виявляти дислокацію новоутворених систем тріщин.

7. Подальший розвиток отримав метод оцінки рівнів безпеки ведення гірничих робіт, що відрізняється використанням комплексних показників в групах факторів ризиків, визначених за сценаріями розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів.

8. Отримали розвиток методи функціонування підсистеми управління персоналом і підтримки прийняття рішень, які відрізняються ієрархічною структурою побудови систем контролю гірничотехнічних процесів та розширеними функціями щодо статистичних обробок виробничих показників.

3. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці:

- методик і рекомендацій щодо моніторингу проявів гірського тиску та обґрунтування силових характеристик системи «кріплення-масив» з урахуванням непружних деформацій і тріщинуватості гірських порід, що увійшли в Стандарт України «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги»;

- нового програмного забезпечення для моделювання геомеханічних і газодинамічних процесів, яке відрізняється процедурами обчислення інтегральних характеристик стану середовища з урахуванням газо- і водонасиченості гірських порід;

- елементів технологій дегазації з урахуванням напружено-деформованого стану породного масиву, які використовуються на шахтах України, що сприяє підвищенню безпеки праці гірників при розробці газонесних вугільних пластів і зростанню навантаження на очисний вибій;

- нового способу видобутку метану на полях закритих вугільних шахт, який використовує особливості процесу формування газових колекторів в масиві порід;

- концепції безпечного підтримання і провітрювання гірничих виробок з використанням методів, способів кріплення, схем провітрювання та дегазації;

- методики встановлення впливу волого- і газонасиченості на процеси тріщиноутворення та руйнування гірських порід і руху двофазних потоків в системі «гірнична виробка - вироблений простір», що дозволяє ідентифікувати фактори ризику втрати стійкості породного масиву;

- методичних рекомендацій щодо оцінки умов накопичення газу метану в гірничих виробках і визначення зон тектонічної порушеності на основі радіаційного контролю газу радону та продуктів його розпаду;

- нового способу прогнозу потенційно небезпечних проявів гірського тиску в виробках шахт з використанням методу радіометричного контролю, який дозволяє виявити потенційно небезпечні зони в масиві порід;

- науково-методичних рекомендацій з комплексної оцінки геомеханічних і газодинамічних параметрів стану масиву порід для забезпечення безпеки систем підтримання гірничих виробок, які дозволяють визначити ризики виникнення проявів небезпечних факторів, своєчасно попередити персонал і вжити заходи для запобігання руйнування гірничих виробок;

- методичних рекомендацій з особливостей застосування інформаційної системи для прогнозування інтегральних показників оцінки небезпечних станів граничнонапружених гірських порід, які дозволяють визначити інтегральні параметри і комплексні показники в групах факторів ризиків;

- командного інтерфейсу підсистеми підтримки прийняття рішень, який відрізняється статистичною обробкою даних, що дозволяє дізнатися, де саме сталася подія і яка, знайти джерело помилкових рішень і дій;

- остаточної редакції Стандарту України «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України», який сприяє безпечному веденню гірничих робіт, охороні праці та управлінню ризиками.

Використання одержаних результатів:

- методики, рекомендації та нормативні документи використані при впровадженні способів управління силовими характеристиками системи «кріплення-масив» на більше чим 20 км підготовчих виробок в умовах рамно-анкерного кріплення;

- параметри технологій дегазації впроваджуються на шахтах Мінвуглепрому України, що підвищує навантаження на очисний вибій за газовим фактором;

- Стандарт України «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги» з 2014 року впроваджується на вугільних шахтах для забезпечення стійкості гірничих виробок з анкерним кріпленням;

- Стандарту України «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України» регламентує вимоги до безпечного ведення гірничих робіт і охорони праці з використанням параметрів результативності управління ризиками та вимог міжнародних стандартів OHSAS 18001 та ISO 9001.

Результати роботи мають соціальний, екологічний та економічний ефекти. Загальний економічний ефект від впровадження розробок складає 4,8 млн. грн.

4. Аналіз змісту дисертаційної роботи

У першому розділі проведено аналіз стану проблеми забезпечення стійкості гірничих виробок та безпеки праці на шахтах. Встановлено, що ідентифікація рівнів небезпеки і ризиків стримується недостатньою узгодженістю різних способів аналізу параметрів моніторингу середовища, що надходять від персоналу й автоматизованих систем, а також недосконалістю алгоритмів оцінки поточної ситуації та сценаріїв розвитку процесів в породному масиві. Підкреслено необхідність створення програмної структури системи контролю безпеки шахт, систематизації комплексу інформативних параметрів підземних виробок і геологічного середовища, розробки методології та алгоритмів оцінки, прогнозу і сценаріїв розвитку геомеханічних та газодинамічних процесів.

Актуальною науково-технічною проблемою, що має суттєве значення для підвищення безпеки й ефективності експлуатації гірничодобувних підприємств визначено встановлення закономірностей змін напружено-деформованого стану газонасичених структурно-неоднорідних порід під впливом гірничих робіт, емісії газів метану та дочірніх продуктів розпаду радону в гірничі виробки, а також обґрунтування комплексних показників ризиків небезпечних сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві, розробка методів, алгоритмів і програмно-технічних засобів геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки виробничого середовища шахт і вдосконалення нормативно-технічних документів. Сформульована мета роботи і задачі досліджень.

У **другому розділі** удосконалені методи ідентифікації параметрів напружено-деформованого стану породного масиву. Обґрунтована математична модель для оцінки зон руйнування в газонасичених та обводнених гірських породах з урахуванням природних структурних дефектів, магістральних тріщин, шаруватості порід, пластових газових тисків, наявності води в тріщинах і порах, а також з визначенням інваріантів компонент головних деформацій, які характеризують зміни форм і об'ємів порово-тріщинного простору.

Розроблено нове програмне забезпечення для моделювання геомеханічних і газодинамічних процесів, яке відрізняється процедурами обчислення інтегральних характеристик стану середовища з урахуванням газо- і водонасиченості гірських порід, яке показало високу ефективність: при обґрунтуванні способів забезпечення стійкості виробок і підземної дегазації на шахтах.

У **третьому розділі** представлені дослідження напружено-деформованого стану масиву порід і стійкості гірничих виробок. Аналітичними методами встановлені та шахтними експериментами підтверджені закономірності зміни напружено-деформованого стану тріщинуватих водонасичених порід в умовах граничних навантажень, які виникають навколо підготовчих виробок в період їх експлуатації. Досліджені особливості роботи анкерних, рамно-арочних і комбінованих систем підтримання штреків в типових умовах обводнених порід Західного Донбасу, що легко обвалюються, та глибоких шахт. Встановлено, що стійкість гірничих виробок в умовах обводнених порід забезпечується рамно-анкерним кріпленням, при якому зміщення і розширення тріщин покрівлі зростають у часі за логарифмічними залежностями.

Розроблено методичні рекомендації щодо комплексного моніторингу проявів гірського тиску, обґрунтовані силові характеристики системи кріплення-масив для умов комбінованого рамно-анкерного способу підтримання виробок. Результати досліджень увійшли в нормативний документ «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги».

Четвертий розділ присвячено оцінці сумісного протікання геомеханічних та газодинамічних процесів в породному масиві для систем контролю виробничого середовища шахт. Встановлено, що параметром ідентифікації рівня безпеки гірничих виробок по газовому фактору є об'єм емісії газу метану, визначений з урахуванням головних напружень і деформацій, поширеності зон

непружних деформацій, а також змін об'ємів порово-тріщинного простору під впливом гірничих робіт. Отримані аналітичні залежності між тріщинною пористістю, кутами падіння і простягання систем тріщин з параметрами газодинамічного процесу – інтенсивністю, витратами і напрямками переміщення газів, що дозволяє розробити нові алгоритми визначення параметрів тріщинуватих зон з використанням методів контролю емісії газу метану та еманачії дочірніх продуктів розпаду радону в атмосферу гірничих виробок. Отримана затухаюча квазіперіодична залежність емісії газу метану в свердловини при віддаленні від очисного вибою, що дозволяє визначати схеми розташування свердловин для збільшення ефективності дегазації та забезпечення безпеки ведення гірничих робіт.

Наукові результати покладені в основу розробки методу контролю безпеки виробничого середовища шахт, а також використані для обґрунтування параметрів технологій дегазації, які увійшли в галузевий стандарт України.

У п'ятому розділі обґрунтовані параметри радіометричного контролю безпеки виробничого середовища в гірничих виробках шахт. На базі експериментальних досліджень для умов глибоких горизонтів вугільної шахти встановлені фізичні особливості емісії в гірничі виробки метану спільно з продуктами розпаду радону, а також її зв'язок з утворенням тріщин і руйнуванням гірських порід. Розроблено методичні рекомендації щодо комплексної оцінки параметрів стану масиву порід, які регламентують основні принципи параметричної ідентифікації геоінформаційними системами спільного протікання геомеханічних і фільтраційних процесів в породному масиві з урахуванням напружено-деформованого стану масиву порід, а також описують нові алгоритми визначення тріщинуватих зон з використанням методів контролю еманачії продуктів розпаду радону в атмосфері гірничих виробок.

У шостому розділі виконані дослідження по ідентифікації потенційних ризиків проявів гірського тиску в виробках шахт з використанням інформаційних технологій і методів радіометричного контролю. Визначені групи факторів ризиків, що впливають на ризики втрати стійкості систем підтримання гірничих виробок. Розроблено метод і підтверджено патентом спосіб комплексної оцінки потенційно небезпечних станів масиву порід за допомогою радіометричного контролю. Як відрізняються ідентифікацією синхронних, асинхронно протифазних або хаотично стрибкоподібних одночасних змін інтенсивності відхилень від середнього значення величин концентрації метану і параметрів об'ємної активності продуктів розпаду радону в газоповітряному середовищі виробок. Застосування методу дозволяє підвищити ефективність дегазації, виявити небезпечні зони в масиві порід, своєчасно здійснити інженерні заходи і евакуювати людей з небезпечних зон, за рахунок чого підвищується продуктивність та безпека гірничих робіт.

Для цифрових систем безпеки гірничих робіт обґрунтована ієрархічна модель нечіткої логіки, проведена систематизація контрольованих і неконтрольованих чинників, наявність або зміна яких впливає на ризики втрати стійкості гірничих виробок. Визначені комплексні показники рівнів безпеки.

Погоджена остаточна редакція галузевого Стандарту України «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України»

У **сьомому розділі** обґрунтована структура системи геомеханічного та радіометричного контролю безпеки виробничого середовища шахт. Сформульовано основні принципи та наведено схеми побудови систем контролю безпеки шахт із застосуванням технологій віддаленого доступу. Розроблені методи реалізації та функції елементів програмного забезпечення для визначення інтегральних показників, що характеризують стан граничнонапруженого породного масиву. Вдосконалені методи функціонування підсистеми управління персоналом і підтримки прийняття рішень. Проведено оцінку ефективності застосування висновків і рекомендацій дисертаційної роботи.

5. Зауваження щодо змісту дисертації та її оформлення

1. В п 1.6, який присвячено аналізу досліджень технології управління ризиками для забезпечення безпеки гірничих підприємств автор приділив не достатньо уваги розробкам вітчизняних учених у даній галузі.

2. В тексті роботи немає пояснення виникнення екстремумів на відстані 2 м від контуру виробки при розширенні тріщин та при швидкості розширення тріщин, зображених на рис. 3.38, а і 3.38, б.

3. У роботі не враховуються реологічні властивості порід, що є важливим для оцінки довготривалої стійкості підземних споруджень та визначення параметрів процесу розвитку зон руйнування у часі.

4. В методиці моделювання геомеханічних задач варто було б більш детально обґрунтувати правомірність використання двох складових гірського тиску для розрахунків напружено-деформованого стану масиву гірських порід, що перебуває, як відомо, в умовах тривимірного навантаження. Для обводненого масиву гірських порід обґрунтовані параметри міцності водонасичених порід, також було б доцільно детально обґрунтувати параметри зчеплення і кута внутрішнього тертя, які входять в критерій міцності Кулона-Мора.

5. У третьому розділі проведено великий комплекс шахтних спостережень і вимірювань щодо проявів геомеханічних процесів в гірничих виробках, необхідно було більше уваги приділити методиці проведення таких досліджень.

6. Здобувачем розроблено нову методику яка дозволяє завчасно виявляти ділянки виробок з підвищеними тріщинуватістю та виходом метану по даним радіометричного контролю, що, безумовно, пов'язано з процесом руйнування породного масиву, тому доцільно було б сумістити не тільки геомеханічні розрахунки з радіометричним моніторингом, але і з іншими методами неруйнівного геофізичного контролю (сейсмоакустичним, електрометричним та ін.), що допоможе додатково прив'язати математичне моделювання до реального стану породного масиву та до часу його руйнування.

7. Необхідно було більш детально привести відомості про зв'язок між сьомим розділом та іншими розділами дисертації. Як саме можна знайти джерело помилкових рішень і дій персоналу при обробці результатів геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки?

Зауваження не впливають на загальну високу оцінку науково-практичної значимості одержаних результатів.

6. Висновки щодо відповідності дисертації вимогам ДАК МОН України

1. Структурне побудування дисертації, стиль викладення та подача матеріалу досліджень логічні, послідовні та пов'язані єдиною цільовою спрямованістю.

2. Структура та склад автореферату повністю відповідає рукопису дисертаційної роботи.

3. Автореферат і публікації повністю розкривають основні положення дисертаційної роботи. Матеріали кандидатської дисертації в роботі не використовувались.

4. Дисертація Слащова І.М. відповідає п.п. 5, 9, 10 паспорта спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» та п.п. 2, 3, 6 паспорта спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці». Спрямованість дисертаційної роботи характеризується як технічна.

5. Дисертація Слащова І.М. є завершеною науково-дослідною роботою в якій вирішена актуальна проблема встановлення закономірностей змін напружено-деформованого стану газонасичених структурно-неоднорідних порід під впливом гірничих робіт, емісії газів метану та дочірніх продуктів розпаду радону в гірничі виробки, а також обґрунтування комплексних показників ризиків небезпечних сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві, на базі яких розроблені методи, методичні рекомендації, способи та програмно-технічні засоби геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки виробничого середовища шахт, вдосконалені нормативні документи з безпечного функціонування гірничих виробок і охорони праці, впровадження яких дозволило отримати загальний економічний ефект у сумі 4,8 млн. грн..

6. Дисертація відповідає п. 9, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, а її автор Слащов Ігор Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностями 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» та 05.26.01 – «Охорона праці».

Офіційний опонент

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
учений секретар Інституту фізики
гірничих процесів НАН України



Н.О. Калугіна

Підпис Калугіної Н.О. завіряю:

Директор Інституту фізики
гірничих процесів НАН України,
д.т.н., с.н.с.




О.М. Молчанов