

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Слацова 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 гірнична механіка» та 05.26.01 – «Охорона праці»

### Актуальність теми дослідження

Видобуток корисних копалин завжди пов'язаний з небезпекою викликати незворотні явища різного характеру у підземних виробках. Процеси, що призводять до руйнування гірських порід при видобутку корисних копалин, стають все більш непередбачуваними. Всі геомеханічні процеси, що відбуваються в масиві гірських порід, пов'язані з проявами гірського тиску, деформаціями, руйнуванням, газовиділенням, набувають більш різкий динамічний характер, підвищується ризик виникнення раптових викидів вугілля, породи і газу, гірничих ударів з викидом газу та інших динамічних явищ.

Методи прогнозу напружено-деформованого стану та ризиків виникнення небезпечних станів гірських порід мають обмежене застосування внаслідок недостатнього науково-методичного опрацювання. В даний час надійність прогнозу в складних гірничо-геологічних умовах за допомогою даних методів низька. Подальший розвиток і вдосконалення методів прогнозу можливий лише на основі залучення нових ідей і рішень, які можуть бути вдосконалені на базі розвитку наукових основ геомеханічного і радіометричного моніторингу геотехнічних систем, а також обґрунтування параметрів нових програмно-технічних засобів контролю ризиків на небезпечних промислових об'єктах.

Тема дисертації, що стосується геомеханічного та радіометричного контролю параметрів безпеки шахт та включає комплекс теоретичних і практичних завдань щодо вирішення проблем руйнування породного масиву, стійкості гірничих виробок, ідентифікація рівнів безпеки і ризиків гірничих робіт актуальна і затребувана на практиці.

Дисертаційна робота виконувалася в рамках науково-дослідних держбюджетних та госпдоговірних робіт Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України відповідно до галузевих планів НДР згідно з Постановами бюро Відділення механіки НАН України у яких автор був виконавцем та відповідальним виконавцем.

Матеріали кандидатської дисертації в роботі не використовувались.

### Основний зміст дисертаційної роботи

Дисертація складається із анотації, вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел з 397 найменувань на 46 стор., містить 547 сторінок машинописного тексту, 30 таблиць та 149 рисунків, з яких 77 на окремих сторінках (основна частина 291 сторінка), а також 30 додатків на 84 сторінках.

У вступі автором наведена загальна характеристика роботи: актуальність теми, мета і задачі досліджень, ідея роботи, визначені об'єкт, предмет і методи дослідження,

наукові положення дисертації, їх новизна, обґрунтованість і достовірність, наукове і практичне значення дисертаційної роботи, апробація її результатів, а також особистий внесок здобувача.

**У першому розділі** проведено аналіз стану проблеми забезпечення стійкості гірничих виробок та безпеки праці на гірничодобувних підприємствах. Показано, що питання руйнування породного масиву, стійкості гірничих виробок і безпеки робіт взаємопов'язані. Проаналізовано пріоритети роботи з виконання Плану дій, що затверджені 42 країнами-партнерами по Глобальній метановій ініціативі (Global Methane Initiative, GMI), щодо заходів з вдосконалення гірничих технологій, що забезпечують зниження виділення метану в гірничі виробки шахт і його викиди в атмосферу. Підтверджена необхідність вдосконалення способів боротьби з газом на основі закономірностей дезінтеграції гірських порід і пов'язаних з ними нерівномірних і періодичних процесів емісії газу метану в гірничі виробки при веденні очисних робіт.

Обґрунтовано, що забезпечення стійкості систем підтримання гірничих виробок і зниження ризиків виникнення небезпечних ситуацій на виробництві можливе шляхом забезпечення геомеханічного і радіометричного моніторингу параметрів стану гірських порід навколо виробок, оцінки ризиків приймання рішень за допомогою цифрових інформаційних технологій. Підкреслена актуальність розробки науково-методичного та нормативного забезпечення з комплексної оцінки параметрів геотехнічної системи «породний масив - кріплення».

**У другому розділі** представлені результати досліджень з удосконалення методів ідентифікації параметрів напружено-деформованого стану порушеного гірничими роботами обводненого газонасиченого масиву гірських порід.

Розроблена математична модель для оцінки умов формування в газонасичених і обводнених пластах зон руйнування гірських порід. Вдосконалені методи прогнозування орієнтації техногенних тріщин з урахуванням шаруватості масиву і природних структурних дефектів та визначення напружено-деформованого стану гірських порід з урахуванням внутрішньопластових газових тисків. Розроблено програмне забезпечення для реалізації математичної моделі.

Елементи технології моделювання увійшли в експериментально-аналітичний метод комплексного аналізу стану газонасиченого породного масиву та впроваджені на гірничодобувних підприємствах.

**У третьому розділі** представлені результати аналітичних і шахтних досліджень напружено-деформованого стану масиву порід і стійкості анкерних, рамно-арочних і комбінованих систем підтримання гірничих виробок шахт. Розглянуті різні умови розробки на прикладах неглибоких горизонтів і обводнених порід шахт Західного Донбасу, управління покрівлею плавним опусканням в умовах антрацитовій шахти, граничнонапружених гірських порід глибоких шахт (глибше 1000 м). Встановлено закономірності руйнування обводнених гірських порід і механізм утворення тріщин, зростання зміщень порід покрівлі під впливом очисних робіт, визначено вплив сил опору кріплення у виробленому просторі на стан основної та безпосередньої покрівлі.

Розроблено методичні рекомендації щодо комплексного моніторингу проявів гірського тиску, обґрунтовані силові характеристики системи «кріплення-масив». Результати досліджень увійшли в ряд патентів, методик, рекомендацій, а також в Стандарт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України СОУ 10.1.05411357.010:2014 «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги».

У **четвертому розділі** проведена оцінка сумісного протікання геомеханічних та газодинамічних процесів в породному масиві для систем контролю виробничого середовища шахт.

Визначено вхідні умови активізації газодинамічних процесів навколо гірничих виробок. Встановлені взаємозв'язки між параметрами геомеханічного процесу (деформаціями порід, кутами падіння і простягання систем тріщин) з параметрами газодинамічного процесу (інтенсивністю, витратами і напрямками переміщення газів), які можуть бути інтегровані в інформаційні системи контролю стану виробничого середовища шахт. Це дозволяє розрахувати ймовірність виникнення проявів небезпечних факторів (базового параметра для систем безпеки), попередити персонал і вжити заходів для запобігання несприятливих подій.

Проведено розрахунки напружено-деформованого стану гірських порід, встановлені параметри зон, що впливають на газоперенесення. 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. Встановлено, що емісія і концентрація газу метану в дегазаційні свердловини по довжині штреків при віддаленні від очисного вибою змінюється за затухаючою квазіперіодичною залежністю, що дозволяє визначати зональність ділянок підвищеного газовиділення в виробки та раціональні схеми розташування свердловин для підвищення ефективності дегазації і безпеки гірничих робіт.

В результаті виконаних досліджень сформульовані принципи і визначені параметри дегазаційних свердловин, що дозволило підвищити рівень безпеки праці гірників при розробці газоносних вугільних пластів, поліпшити техніко-економічні показники, поліпшити екологічну обстановку.

У **п'ятому розділі** обґрунтовані параметри радіометричного контролю безпеки виробничого середовища в гірничих виробках шахт. Показано, що в гірничих виробках вміст газу метану і аерозолів радону визначається, перш за все, геомеханічними процесами в породному масиві, оскільки його напружено-деформований стан впливає на проникність порід шляхом фільтрації газів від джерел їх утворення до оголених поверхонь. На базі експериментальних досліджень для умов глибоких горизонтів вугільної шахти встановлені ряд фізичних особливостей емісії в гірничі виробки метану спільно з дочірніми продуктами розпаду радону, а також її зв'язок з утворенням тріщин і руйнуванням гірських порід. Встановлено стійкий взаємозв'язок між динамікою змін концентрації метану і наведеною концентрацією дочірніх продуктів розпаду

радону. Показано, що параметри змін активності  $\alpha$ -випромінювань окремих ізотопів радону, концентрацій метану і їх співвідношень можуть бути використані для прогнозу геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві шляхом диференціації в часі змін напружено-деформованого стану порід і порово-тріщинного простору навколо виробок в процесі ведення гірничих робіт.

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.

**У шостому розділі** проведена ідентифікація потенційних ризиків проявів гірського тиску в виробках шахт з використанням інформаційних технологій і методів радіометричного контролю. Систематизовані домінуючі групи факторів ризиків, що пов'язані з геомеханічними процесами в породному масиві і впливають на ризики втрати стійкості систем підтримання гірничих виробок. Для застосування моделі з оцінки ризиків обґрунтовані методи прогнозу напружено-деформованого стану гірських порід і моніторингу гірничих виробок, що дозволяє ідентифікувати вхідні домінуючі параметри та підвищити безпеку застосування гірничих технологій. Для керування факторами ризиків, що впливають на втрату стійкості виробок в умовах гірничих виробництв та призводять до травмування або загибелі персоналу, запропоновано використовувати методи, які базуються на статистично значущій кількості параметрів або визначених закономірностях поведінки породного масиву. Розроблено метод і підтверджено патентом спосіб комплексної оцінки потенційно небезпечних станів масиву порід методом радіометричного контролю.

Для ризик орієнтованого управління небезпечними процесами втрати стійкості гірничих виробок запропоновано оперувати діапазонами значень параметрів, межі яких можуть бути визначені моніторингом або аналітичними методами на основі імітаційних моделей, а показники ризиків – на основі нечітких моделей. Методами математичної теорії нечітких множин та нечіткої логіки обґрунтовані алгоритми логічного висновку в ієрархічній моделі нечіткої логіки для цифрових систем безпеки гірничих робіт.

Обґрунтовано комплексні показники рівнів безпеки ведення гірничих робіт, які визначають готовність породного масиву до небезпечних сценаріїв розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів та використовують значення потенційних ризиків в групах інтегральних параметрів змін міцності гірських порід, нерівнокомпонентності полів напружень і деформацій, умов початку руйнування, інтенсивності змін небезпечних зон.

**У сьомому розділі** обґрунтована структура системи геомеханічного та радіометричного контролю безпеки виробничого середовища шахт. Показано, що зниження ризиків виникнення аварійних і травмонебезпечних ситуацій забезпечується клієнт-серверною системою експертного центру прийняття оперативних рішень з безпеки шахт, в якій використані методи і цифрові технології: віддаленого моніторингу параметрів і збору первинної інформації про стан шахти; обробки і аналізу оперативних подій; формування цільової функції



розрахунку показників безпеки; оптимізації прийнятих рішень шляхом моделювання і експертної оцінки ситуацій, що, у сукупності, дозволяє шляхом інтеграції засобів зв'язку, аналітичної обробки і візуалізації інформації підвищити якість аналізу подій і прийняття рішень з безпеки.

Обґрунтовані принципи побудови, розроблені структура і командний інтерфейс підсистеми управління персоналом для систем віддаленого контролю гірничотехнічних процесів, яка відрізняється розширеними функціональними можливостями використання статистичних обробок комплексу виробничих показників, що дозволяє визначати внесок кожного члена колективу в ефективність виробництва, швидко і адекватно оцінювати виробничі процеси та своєчасно впливати на прийняття управлінських рішень.

Погоджена остаточна редакція галузевого Стандарту України СОУ 10.1.00174088.018:2018 «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України», який спрямований на забезпечення безпечного ведення гірничих робіт і охорону праці, покращення результативності управління ризиками, відповідності вимогам Правил безпеки у вугільних шахтах та міжнародних стандартів OHSAS 18001 та ISO 9001.

### **Оцінка наукових положень, висновків та рекомендацій, їх новизна, обґрунтованість та достовірність**

Автором дисертації сформульовано за спеціальностями 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» та 05.26.01 – «Охорона праці» 5 наукових положень.

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, статистичною обробкою значущого об'єму даних зміщень і деформацій виробок та властивостей гірських порід та продуктів розпаду радону в гірничі виробки, позитивною апробацією на практиці рекомендацій та впровадженням нормативно-технічного документу з обґрунтованим технічним ефектом, прийнятими фізичними передумовами, які базуються на фундаментальних законах аерогазодинаміки і механіки гірських порід; застосування апробованих методів математичного моделювання, аналітичних і шахтних досліджень, методів теорії ризиків, нечіткої логіки і побудови інформаційних систем; 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; впровадженням нормативно-технічного документа по безпечному веденню гірничих робіт, охороні праці та результативності управління ризиками; 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.

Сформульовані наукові положення обґрунтовані результатами досліджень автора. Дисертація містить **нові наукові результати**, найбільш суттєвими з яких є наступні:

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 де формуються області газового живлення в процесі ведення гірничих робіт.

2. Вперше для використання в геоінформаційних системах отримані аналітичні залежності між параметрами геомеханічного процесу – тріщинною пористістю, кутами падіння і простягання систем тріщин з параметрами газодинамічного процесу – інтенсивністю, витратами і напрямками переміщення газів, що дозволило розробити нові алгоритми визначення параметрів тріщинуватих зон з використанням методів контролю емісії газу метану та еманції 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 заснований 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 короткоживучих  $\alpha$ -частинок  $\text{Po}^{218}$  та взаємопов'язаних еманцій продуктів розпаду радону  $\text{Pb}^{214}$  і  $\text{Bi}^{214}$ , які мають більш тривалий період напіврозпаду, з утворенням 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, які отримані за сумуванням і відбором максимальних значень 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 комплексу виробничих показників.

### **Наукове та практичне значення результатів дослідження**

*Наукове значення* полягає у встановленні закономірностей змін напружено-деформованого стану газонасичених структурно-неоднорідних порід та емісії газів метану та продуктів розпаду радону в гірничі виробки шахт, обґрунтуванні показників ризиків виникнення небезпечних сценаріїв при розвитку геомеханічних і газодинамічних процесів в породному масиві, принципів побудови ієрархічної структури функціонування програмно-технічних засобів, які, в сукупності, забезпечили можливість і умови для розробки методів, методик, рекомендацій та нормативних документів з геомеханічного та радіометричного контролю безпеки виробничого середовища шахт, що дозволяє підвищити ефективність гірничих робіт та знизити ризики виникнення аварійних і травмонебезпечних ситуацій на виробництві.

#### *Практичне значення:*

- розроблено ряд методик і рекомендацій щодо комплексного моніторингу проявів гірського тиску та обґрунтування силових характеристик системи «кріплення-масив» для умов анкерного та комбінованого рамно-анкерного способів підтримання гірничих виробок з урахуванням непружних деформацій і тріщинуватості гірських порід. Результати увійшли в Стандарт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України СОУ 10.1.05411357.010:2014 «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги»;

- 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 пластах  $m_3$  і  $l_4$  ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька»; при оцінці надійності систем комбінованого кріплення на пластах  $C_4$  і  $C_5$  шахт «Самарська» і «Павлоградська»; при оцінці способів управління гірським тиском на пласті  $h_7$  шахти «Нестор»;

- розроблено елементи технологій дегазації з урахуванням напружено-деформованого стану породного масиву, які використовуються на шахтах України і регламентуються СОУ «Дегація вугільних пластів і вміщуючих порід. Схеми дегазації», що сприяє підвищенню безпеки праці гірників при розробці газоносних вугільних пластів і зростанню навантаження на очисний вибій;

- розроблено новий спосіб видобутку метану на полях закритих вугільних шахт, який використовує особливості процесу формування газових колекторів в порушеному гірничими роботами породному масиві;

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

- розроблено «Методичні рекомендації щодо оцінки умов накопичення газу метану в гірничих виробках і визначення зон тектонічної порушеності на основі радіаційного контролю газу радону та продуктів його розпаду»;

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

- розроблено «Науково-методичні рекомендації з комплексної оцінки геомеханічних і газодинамічних параметрів стану масиву порід для забезпечення безпеки систем підтримання гірничих виробок», які дозволяють розрахувати ризики виникнення проявів небезпечних факторів (базового параметра для систем безпеки), своєчасно попередити персонал і вжити превентивні заходи для запобігання руйнування систем підтримання виробок;

- розроблено «Методичні рекомендації 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, які впливають на виникнення газодинамічного явища;

- розроблено командний інтерфейс підсистеми підтримки прийняття рішень, який відрізняється ієрархією побудови властивостей підсистеми і прив'язкою до її функціональних можливостей, статистичною обробкою даних, що дозволяє дізнатися, де саме сталася подія і яка, знайти джерело помилкових рішень і дій.

- розроблена та погоджена остаточна редакція Стандарту України СОУ 10.1.00174088.018:2018 «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України», який сприяє безпечному веденню гірничих робіт, охороні праці та результативності управління ризиками.

### **Шляхи використання одержаних наукових та прикладних результатів**

Результати роботи доцільно використовувати на гірничорудних підприємствах, в проектних та науково-дослідних інститутах, що займаються проблемами підвищення стійкості виробок і безпеки технологічних процесів при видобутку корисних копалин, визначенням інформативних параметрів та індикаторів безпеки, розробкою і впровадженням засобів та заходів попередження аварій.

Основні результати досліджень використані при розробці і впровадженні:

- методик, рекомендацій, програмного забезпечення та нормативних документів: способів управління силовими характеристиками системи «кріплення-масив»;

- наукового супроводу технологій дегазації на шахтах Мінвуглепрому України з урахуванням напружено-деформованого стану породного масиву, що підвищує навантаження на очисний вибій за газовим фактором, має соціальний, екологічний та економічний ефекти;

- програмного забезпечення з аналізу і управління параметрами процесів енерготехнологічного комплексу;



- галузевого Стандарту України СОУ 10.1.05411357.010:2014. «Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги»;

- остаточної редакції галузевого Стандарту України СОУ 10.1.00174088.018:2018 «Система управління виробництвом і охороною праці у вугільній промисловості України».

Загальний економічний ефект від впровадження наукових розробок складає 4,8 млн грн, в тому числі фактичний – 2,0 млн грн, очікуваний – 2,8 млн грн.

### **Повнота викладу одержаних результатів в опублікованих працях здобувача**

За темою дисертації опубліковано 58 наукових робіт, 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 (до переліку входять публікації тільки після захисту кандидатської дисертації). Основні положення дисертації з доповідалися на міжнародних форумах, науково-практичних конференціях, наукових семінарах. Перелік публікацій автора в дисертації та авторефераті та їх зміст відповідають темі роботи, вимогам МОН України щодо публікації результатів дисертацій, та в повному обсязі відбивають основні положення, наукові результати та висновки.

Зміст автореферату ідентичний змісту дисертації. Автореферат відповідає вимогам МОН України, щодо викладення матеріалів та оформлення.

### **Зауваження щодо змісту дисертації та її оформлення**

1. Яким чином вести контроль за станом масиву за відсутності виділення метану? Чи виділяються у цьому випадку ізотопи радону?

2. Період виділення метану після завершення очисних робіт досягає 20 і більше років. Який основний фактор впливає на тривалість такого виділення?

3. Наведені позитивні приклади видобутку газу із закритих шахт за кордоном. Чи вважаєте Ви, що видобуток 265 мільйонів м<sup>3</sup> метану за 25 років є промисловим видобутком?

4. Чи можливий приплив газу з надр Землі, не пов'язаних з вугільними родовищами, в зонах великих геологічних порушеннях?

5. Межі шахтних полів орієнтовані, в багатьох випадках, по відношенню до великих та середніх геологічних порушень. Як цей фактор враховувався в роботі?

6. За якими критеріями оцінювалися метаморфічні перетворення вугілля?

7. Розділ 3 присвячений експериментальним дослідженням деформації гірничих виробок, у тому числі і підготовчих, без ув'язки із газовиділенням з вуглепородної товщі. Яким чином несуча здатність кріплення впливає на газовиділення?

Відзначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

## Висновки

Дисертація Слащова І.М. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові наукові положення та науково-обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують актуальну проблему в галузі геотехнічної і гірничої механіки та охорони праці зі 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 і 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. за рахунок підвищення продуктивності, ефективності та безпеки підземних гірничих робіт.

Одержані особисто автором нові обґрунтовані наукові положення, висновки та практичні рекомендації з використання результатів досліджень, які наведені в дисертації, дозволяють зробити загальний висновок про високий науковий рівень і практичну цінність роботи, що представлена до захисту.

Дисертація повною мірою відповідає п. 5, 9, 10, паспорта спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірничая механіка»; напрямам досліджень та п. 2, 3, 6, паспорта спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці», п. 11 «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 гірничая механіка» та 05.26.01 – «Охорона праці».

### Офіційний опонент

професор кафедри будівництва, урбаністики  
та просторового планування  
Східноукраїнського національного  
університету імені В. Даля МОН України,  
доктор технічних наук, доцент



М. В. Філатєв

### Вчений секретар

Східноукраїнського національного  
університету імені В. Даля  
кандидат технічних наук, професор




Г. О. Бойко