

Національна академія наук України
Інститут геотехнічної механіки імені М.С. Полякова

КОЧЕРГА ВІКТОР МИКОЛАЙОВИЧ



УДК 622.831.325 (043.3)

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ДЕГАЗАЦІЇ
ВИЙМКОВОЇ ДІЛЬНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ СВЕРДЛОВИН У
НЕКОНТРОЛЬОВАНИХ ВИРОБКАХ**

Спеціальність 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2019

Дисертацією є рукопис.
Роботу виконано в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
НАН України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Мінєєв Сергій Павлович,
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
НАН України, завідувач відділу управління динамічними проявами гірського тиску.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Калугіна Надія Олександрівна
Інститут фізики гірничих процесів НАН України,
учений секретар інституту;

кандидат технічних наук
Деревягіна Наталія Іванівна,
Національний технічний
університет «Дніпровська політехніка» МОН України,
доцент кафедри гідрогеології та інженерної
геології.

Захист відбудеться «12» квітня 2019 р. о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.188.01 при Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України за адресою: 49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2 а, (056) 46-24-26.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геотехнічної механіки імені М.С. Полякова НАН України за адресою: 49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2 а.

Автореферат розісланий «12» березня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор технічних наук, професор



В.Г. Шевченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На шахтах, що розробляють газонасні вугільні пласти, метановиділення в гірничі виробки є одним з основних стримуючих факторів у підвищенні видобутку вугілля, оскільки можливість розведення метану повітрям до безпечного вмісту (не більше 1,0%) на діючих багатометанових шахтах практично вичерпана. Особливо гостро питання боротьби з газом постає на шахтах, що збільшили навантаження на очисні вибої до 2000-4000 т/добу і які використовують стовпові системи розробки при зворотноточних схемах провітрювання. Основним засобом для зниження виділення метану в гірничі виробки і забезпечення газової безпеки при збільшенні вуглевидобутку є високоефективна дегазація.

На виїмкових дільницях, провітрюваних за зворотноточною схемою (1-М), виїдний вентиляційний струмінь примикає до відпрацьованого вугільного масиву, а вентиляційна виробка за лавою не обслуговується і не контролюється. В таких умовах дегазаційні свердловини можна бурити тільки попереду очисного вибою назустріч його руху. У цьому випадку вони розташовані в безпосередній близькості від очисного вибою, де метановиділення з вугільних пластів і порід покрівлі не досягає максимуму. Дебіт метану в цих свердловинах невеликий, їх ефективність не перевищує 30%. Після проходження лави під гирлами цих свердловин вони руйнуються, і їх відключають від системи дегазації. Оскільки процес фільтрації метану з підроблюваних джерел метановиділення досягає максимальної інтенсивності позаду очисного вибою, в зоні, де породи покрівлі частково або повністю зруйновані, підвищити ефективність дегазації можливо, якщо зберегти дегазаційні свердловини в цій області і забезпечити високий дебіт метану в них. Але закономірності процесів, що можуть супроводжувати таку охорону дегазаційних свердловин, вивчені недостатньо, що стримує досягнення високих показників ефективності дегазації, яка здійснюється з виробки за очисним вибоєм під час зворотноточного провітрювання на масив вугілля, що має суттєве значення для вугледобувної галузі.

Тому встановлення закономірностей впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин і ефективність дегазації та обґрунтування на цій основі параметрів способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин у неконтрольованих виробках є актуальною науковою задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України в рамках держбюджетної теми: «Дослідження особливостей геомеханіки газонасиченого вуглепородного масиву при веденні гірничих робіт в небезпечних умовах на великих глибинах» (№ ДР 0115U002533) і ряду госпдоговірних тем, пов'язаних з розробкою проектів дегазації для вугільних шахт України, в рамках яких автор був виконавцем.

Ідея роботи полягає у використанні закономірностей зміни дебіту метану в дегазаційній свердловині в залежності від способу охорони виїмкового штреку для обґрунтування параметрів способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин у неконтрольованих виробках.

Мета і задачі досліджень.

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин у неконтрольованих виробках і дебіт метану в них та обґрунтування параметрів способу дегазації виїмкової ділянки для підвищення ефективності її дегазації. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити математичні моделі деформування підроблюваного вуглепородного масиву і фільтрації метану в порушеній зоні за наявності дегазаційних свердловин у неконтрольованих виробках при різних способах охорони виїмкового штреку;
- встановити закономірності процесу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин, пробурених назустріч очисному вибою при різних способах охорони їх від руйнування;
- обґрунтувати параметри способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин, що залишаються у неконтрольованих виробках, і розробити правила його застосування;
- провести промислові випробування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, що залишаються у неконтрольованих виробках.

Об'єкт дослідження - процеси деформування вуглепородного масиву і фільтрації метану в ньому при здійсненні дегазації свердловинами, пробуреними назустріч очисному вибою.

Предмет дослідження - закономірності впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин і ефективність дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин в неконтрольованих виробках.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використаний комплекс теоретичних і експериментальних досліджень: аналіз схем провітрювання виїмкових ділянок і ефективності застосовуваних способів дегазації; теоретичні дослідження деформування підроблюваного вуглепородного масиву з дегазаційними свердловинами, що базуються на основних положеннях механіки суцільних середовищ; шахтні експериментальні дослідження, які включали систематичні спостереження за показниками роботи свердловин при різному їх розташуванні і параметрах, розрахунок деформації неконтрольованої виробки при різних способах її кріплення, моніторинг деформацій порід, що вміщують неконтрольовану виробку за допомогою глибинних та контурних реперів, кавернометрії дегазаційних свердловин.

Наукові положення, які захищаються в дисертації.

1. Охорона виїмкового штреку знижує різнокомпонентність поля напружень навколо виробки, скорочує зону непружних деформацій над виробленим простором і підвищує стійкість дегазаційних свердловин за кубічною залежністю при застосуванні костьов на 6-20%, костьов і двох рядів органного кріплення - на 30-33%; бутокостьов і двох рядів органного кріплення - на 43-50%; бутокостьов, двох рядів органного кріплення і чуракової перемички - на 45-56%.

2. Дебіт метану в дегазаційній свердловині мінімальний при її розташуванні за межами області фільтрації навколо виробленого простору; стабільний і становить 60% від максимуму в зоні підвищеної тріщинуватості; досягає максимальних зна-

чень на межі з зоною непружних деформацій і знижується до нуля за параболічною залежністю при подальшому зменшенні кута нахилу до горизонту.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше розроблено метод розрахунку параметрів напружено-деформованого стану вуглепородного масиву з дегазаційними свердловинами для оцінки фільтрації метану в них з урахуванням способу охорони виїмкового штреку.

2. Вперше визначено вплив різних охоронних споруд на геомеханіку формування зони обвалення над виробленим простором лави поблизу виїмкового штреку і стійкість дегазаційних свердловин для визначення ефективності їх роботи у неконтрольованій виробці.

3. Вперше визначено залежність дебіту метано-повітряної суміші в дегазаційній свердловині від її розташування щодо зони руйнування над виробленим простором лави, розрахованої з урахуванням впливу способу охорони виїмкового штреку.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків підтверджується: коректною постановкою задач; використанням апробованих методів теорії пружності та пластичності, застосуванням ефективних чисельних методів розв'язання систем рівнянь, збігом теоретичних результатів моделювання геомеханічних процесів і фільтрації метано-повітряної суміші в систему дегазаційних свердловин з експериментальними і практичними даними на конкретних виробничих ділянках з похибкою, що не перевищує 20%, позитивними результатами промислових випробувань способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин, що залишаються у неконтрольованих виробках.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин, що залишаються у неконтрольованих виробках, дебіт метано-повітряної суміші в них, а також ефективність дегазації.

Практичне значення роботи.

1. Розроблено методику промислових випробувань способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин і газопроводів, що залишаються у неконтрольованих виробках.

2. Розроблено спосіб дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин у неконтрольованих виробках.

Реалізація результатів досліджень. Результати досліджень увійшли до стандарту СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації» у вигляді доповнення «Правила застосування способу дегазації виїмкової дільниці з використанням і газопроводів, що залишаються в неконтрольованих виробках» (Наказ Міненерговугілля України від 28.12.2012р. №1100), яке використано при розробці 26 «Проектів дегазації виїмкових дільниць» у 2016-2017 рр. для ДП «ВК «Краснолиманська», ДП «Шахта ім. М.С. Сургая», ШУ «Покровське», «Ювілейна» і «Степова» ВСП «ШУ Першотравенське» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», «Степова» «ШУ Львівугілля», «Західно-Донбаська» «ШУ Тернівське», «Стаханова» «ШУ Красноармійськвугілля», «Шахта «Білозерська» і «Шахта «Новодонецька» ОДО «Білозерська». Фактичний економічний ефект від застосування вдосконаленого процесу дегазації вугільних пластів на шахті «Краснолиманська» ДП «Ву-

гільна компанія Краснолиманська» за 2006-2009 рр. склав 334,7 млн грн (розрахунок економічної ефективності від 11.09.2009).

Особистий внесок автора полягає у формулюванні ідеї роботи, мети і задач досліджень, наукових положень, висновків, участі у розробці нормативного документа. Авторіві належать дослідження процесів впливу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин, що залишаються у неконтрольованих виробках, встановлення закономірностей дебіту метану у цих свердловинах в залежності від їх розташування і впливу охоронних споруд на ефективність дегазації. Експериментальні і промислові випробування розроблюваного способу в умовах ПАО ШУ «Покровське», шахти ім. О.Ф.Засядька, шахти «Краснолиманська», узагальнення результатів гірничо-експериментальних робіт здійснювались під безпосереднім керівництвом автора. Текст дисертації автором викладений особисто.

Апробація результатів дисертації.

Основні практичні результати і наукові положення дисертаційної роботи доповідалися і отримали схвалення на міжнародній конференції «Школа підземної розробки» (м. Дніпропетровськ, 12-18 вересня 2010 р.), 22-му Всесвітньому гірничому конгресі (м. Стамбул, 11-16 вересня 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Форум гірників» (м. Дніпропетровськ, 30 вересня – 3 жовтня 2015 р.), міжнародній конференції «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» (м. Тула, 2-3 листопада 2016 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі» (м. Кривий Ріг, 14 грудня 2016 р., 14 грудня 2017 р.).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано у 37 наукових працях, з них: 22 статті у наукових фахових виданнях (4 з яких – у закордонних виданнях та виданнях, що входять до наукометричних баз даних), наукове відкриття, 5 патентів України, два Стандарти Мінвуглепрому України, 7 – матеріали наукових конференцій, одна робота без співавторів.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, і 4 додатків. Робота містить 134 сторінки основного тексту, 46 рисунків, 49 таблиць, списку літературних джерел із 130 найменувань, загальний обсяг – 214 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі проведено аналіз проблеми метановиділення в гірничі виробки як фактора, що стримує навантаження на очисні вибої. Зростання дебіту метану, каптованого дегазаційними системами на шахтах, дозволяє істотно збільшити навантаження на очисні вибої. Проблеми розробки способів дегазації вугільних пластів і підвищення їх ефективності присвячені численні дослідження наукових шкіл Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Макіївського державного науково-дослідного інституту з безпеки робіт у гірничій промисловості, Інституту фізики гірничих процесів НАН України, Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» МОН України. Аналіз різних схем провітрювання виїмкових дільниць і ефективності застосовуваних способів показав, що ефективність дегазації підроблюваного гірничого масиву свердловинами, пробуреними

назустріч очисному вибою, при схемах провітрювання виїмкових дільниць з відведенням вихідного струменя повітря на вугільний масив, не перевищує 30-40%, в той час як в умовах, коли дегазаційні свердловини буряться позаду очисної виробки і при дотриманні технології ведення дегазаційних робіт ефективність дегазації покрівлі може досягати 70-80%. В результаті виконаного аналізу сформульовані мета і завдання досліджень.

У другому розділі дисертації викладено результати теоретичних досліджень з вивчення впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин і ефективність дегазації.

Для дослідження напружено-деформованого стану тієї частини вуглепородного масиву, де розташовані дегазаційні свердловини, було розглянуто гірничу виробку, проведenu в масиві гірських порід, закріплену рамно-анкерним кріпленням, з двома дегазаційними свердловинами, з різними охоронними спорудами (рис. 1), попереду і позаду очисного вибою.

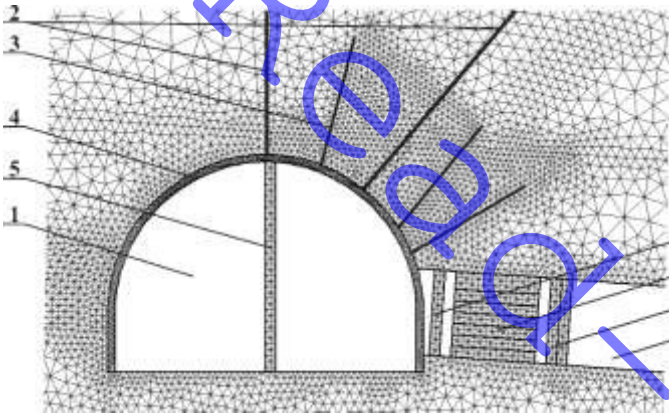


Рисунок 1 – Центральний фрагмент скінченно-елементної сітки:

- 1 – виробка; 2 – дегазаційні свердловини; 3 – сталеполімерний анкер;
- 4 – рамне кріплення; 5 – ремонтна;
- 6 – вироблений простір; 7 – два ряди органного кріплення; 8 – костер (бутокостер); 9 – стійка

в околі гірничої виробки описано системою рівнянь: $\sigma_{ij,j} + X_i(t) = 0$, де $\sigma_{ij,j}$ – похідні від компонент тензора напружень по x, y , МПа/м; $X_i(t)$ – проекції зовнішніх сил, діючих на одиницю об'єму твердого тіла, Н/м³. Граничні умови: $u_x|_{\Omega_1} = 0$; $u_y|_{\Omega_2} = 0$; де u_i – переміщення, м; Ω_1, Ω_2 – вертикальні і

горизонтальні границі зовнішнього контуру. Для аналізу напружено-деформованого стану породного масиву в роботі використано геомеханічні параметри, що характеризують різнокомпонентність поля напружень і величину розвантаження порід від гірського тиску:

$$Q^* = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\gamma H}; \quad P^* = \frac{\sigma_3}{\gamma H}, \quad \text{де } \sigma_1 - \text{максимальна компонента тензора головних напружень, МПа; } \sigma_3 - \text{мінімальна компонента тензора головних напружень, МПа; } \gamma - \text{усереднена вага вищерозміщених гірських порід, Н/м}^3; H - \text{глибина проведення виробки, м.}$$

Квазістаціонарний процес фільтрації метану у порушеному веденням очисних робіт гірському масиві при наявності в ньому метановмістних порід описується рівняннями

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \rho \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \rho \frac{\partial p}{\partial y} \right) = \mu \frac{\partial q}{\partial t}, \quad k = \begin{cases} 0, & \text{при } Q^* < 0,6; \\ 0, & \text{при } Q^* < 0,7; P^* > 0,25; \\ k_{\min}, & \text{при } 0,7 < Q^* < 0,8; \\ k = e^{0,26Q^* - 4,65}, & \text{при } Q^* > 0,8; \\ k_{\max}, & \text{при } P^* < 0,1 \text{ и } Q^* > 0,8. \end{cases}$$

з граничними умовами $p_0 = 0,8 \cdot \rho_w h$; $p_0^* = 0,1$ МПа, де p – функція тиску метану, k_x, k_y – компоненти тензора проникності гірничого масиву, мДа; $q(t) = q_0 \cdot e^{-at}$ – функція метановиділення з порушених вугільних пластів; $q(t) = q_0 \cdot e^{-a \frac{t}{4}}$ – функція метановиділення з газоносних пісковиків; q_0 – початкове газовиділення, л/хв; a – коефіцієнт, що враховує властивості газовіддачі вугільного пласта; t – час, що минув з моменту початку газовиділення, хв; ρ – густина газу, кг/м³; p_0 – тиск метану в непошкощеному масиві гірських порід; p_0^* – тиск в очисному вибої і прилеглих виробках, ρ_w – густина води, кг/м³.

Для дослідження впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин застосовувався чисельний метод скінченних елементів для наступних варіантів використання охоронних конструкцій: 1) охоронні конструкції не застосовуються (переріз попереду очисного вибою); 2) охоронні конструкції не застосовуються (переріз позаду очисного вибою); 3) стійка, ремонтна, костер (переріз позаду очисного вибою); 4) стійка, ремонтна, костер, два ряди органного кріплення (переріз позаду очисного вибою); 5) стійка, ремонтна, бутокостер, два ряди органного кріплення (переріз позаду очисного вибою); 6) стійка, бутокостер, два ряди органного кріплення, чуракова перемичка (переріз позаду очисного вибою).

Властивості порід і матеріалів, використані при розрахунках, параметри дегазаційних свердловин були обрані для умов високонавантаженої 1-ої північної лави блоку №3 пласта d_4 ПАТ «ШУ«Покровське». У результаті розрахунків було отримано поля напружень, деформацій і зони непружних деформацій для перерахованих вище випадків. Аналіз розподілу значень параметра Q і зони непружних деформацій для ділянки виробки перед підходом лави показав, що дегазаційні свердловини практично по всій довжині знаходяться у стійкому стані. Після проходження лави (варіант № 2) картина розподілу значень різнокомпонентності поля напружень і контури зони непружних деформацій значно змінюються (рис. 2).

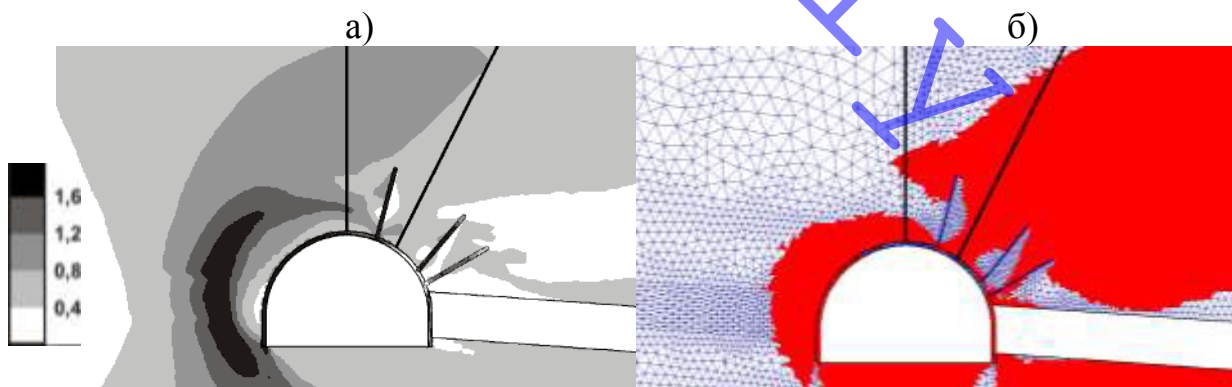


Рисунок 2 – Результати розрахунку для ділянки виробки позаду лави:
а) розподіл значень параметра Q ; б) зони непружних деформацій

При застосуванні кострів для охорони виїмкового штреку (варіант № 3), висота області інтенсивної тріщинуватості, де $0,8 < Q < 1,2$, над виробкою знизилася в два

рази. Область зруйнованих порід між дегазаційними свердловинами зменшилася. Свердловина №1 перетинає зону руйнування над виробкою на відстані в три рази меншому, ніж в попередньому випадку. Зона непорушених порід ($Q < 0,4$) у заанкерованій області збільшилася, але цього недостатньо для підтримки породно-анкерної консолі над виробленим простором у стійкому стані. Розподіл значень параметра Q і зони непружних деформацій для варіанта № 4 показують, що напружений стан порід у лівому боці і в покрівлі виробки змінилися незначно у порівнянні з варіантом № 3. Зона непружних деформацій над виробленим простором зрушила вправо і трохи відійшла від свердловини № 2, тим самим підвищивши її стійкість.

Застосування бутокострів у поєднанні зі стійкою, ремонтною і двома рядами органного кріплення (варіант № 5) кардинально змінює ситуацію. Зона непружних деформацій над виробленим простором зменшилася настільки, що частина свердловини № 2 від гирла до другого вугільного пропластка вийшла за межі зони непружних деформацій і свердловина № 2 залишиться працездатною навіть на ділянці позаду лави. Стан рамного кріплення не змінився, зона непорушених порід в заанкерованій області значно збільшилася. Анкерне кріплення спільно з охоронними конструкціями стримує руйнування утвореної над виробленим простором породно-анкерної консолі, яка тепер знаходиться у стійкому стані.

При закладці перерізу виробки чураковою перемичкою і застосуванні стійки, бутокострів і двох рядів органного кріплення (варіант № 6) характеристики напружено-деформованого стану порід навколо виробки стають ще більш сприятливими для проведення дегазації піддроблюваного масиву (рис. 3). У порівнянні з попередніми варіантами глибина зони порушених порід у боці виробки зменшилася в 1,5 рази, площа області підвищеної різнокомпонентності $Q > 1,6$ скоротилася (рис. 3а). Зона непружних деформацій над виробленим простором зменшилася ще більше, відступивши від свердловини № 2 на 3 м (рис. 3б). В цьому випадку свердловина № 2 також залишиться працездатною на ділянці позаду лави. У рамного кріплення найбільш навантаженою, як і раніше, залишається ліва стійка, але за рахунок включення у роботу чуракової перемички навантаження у ній у порівнянні з попереднім варіантом охорони нижче, і вона практично вся залишається в передграничному стані.

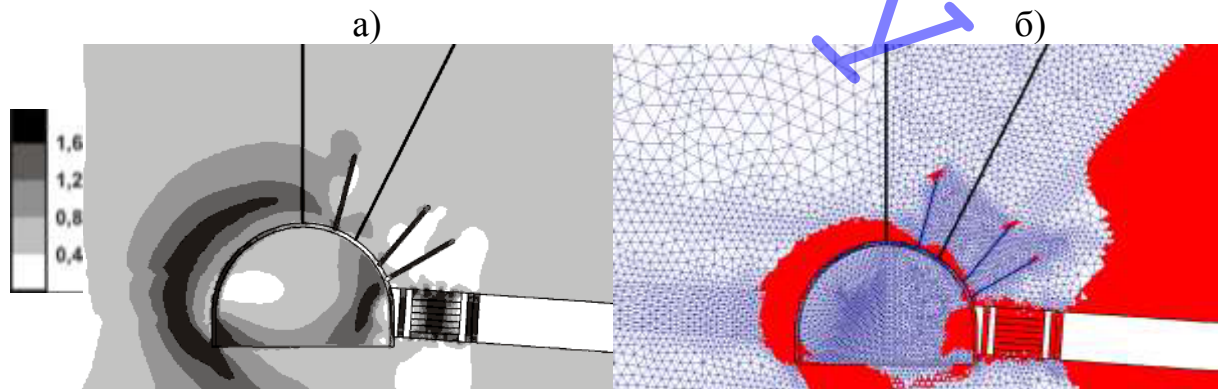


Рисунок 3 – Результати розрахунку, охоронні споруди - бутокостри, два ряди органного кріплення і чуракова перемичка:
а) розподіл значень параметра Q ; б) зони непружних деформацій

Анкерне кріплення спільно з охоронними конструкціями стримує руйнування і обвалення утвореної над виробленим простором породно-анкерної консолі.

Аналіз розташування дегазаційних свердловин щодо області порушених порід і зони непружних деформацій для всіх розглянутих випадків при різних кутах нахилу свердловини № 2 до горизонту показав, що застосування кожного виду охоронних конструкцій виводить від 5 до 10% довжини свердловини з небезпечної зони. У відсотковому відношенні стійка частина дегазаційних свердловин показано на рис.4.

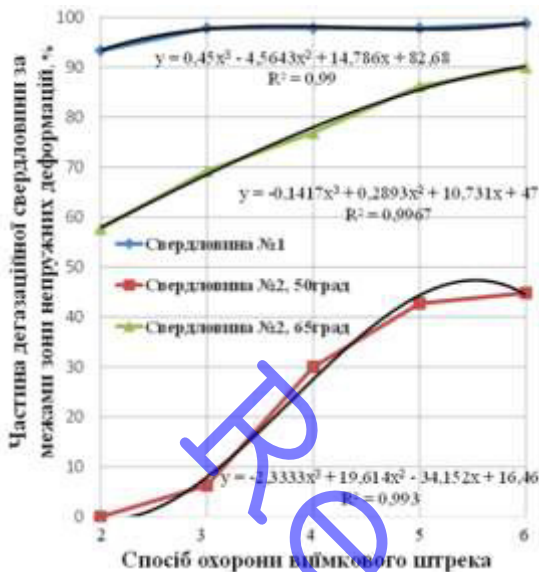


Рисунок 4 – Частина дегазаційної свердловини за межами зони непружних деформацій для різних способів охорони виїмкового штреку

Для дослідження змін параметрів фільтрації метану при використанні різних способів охорони виїмкового штреку було отримано розподіл тиску метану, швидкості його фільтрації, витрати в кожній точці області та в дегазаційних свердловинах для шести розглянутих раніше варіантів підтримки виїмкового штреку. Аналіз дав наступні результати. Перед підходом очисного вибою в разі, коли охоронні конструкції не застосовуються, з областей уздовж незагерметизованої частини дегазаційних свердловин і навколо виробки протікає процес фільтрації газу до дегазаційної системи і в атмосферу виїмкового штреку. З відходом лави області зниженого тиску метану збільшуються, охоплюючи весь вироблений простір (варіант № 2 - охоронні конструкції не застосовуються, рис. 5). Як видно з рис. 5, навколо свердловин тиск метану відповідає тиску в непорушеному масиві, що говорить про відсутність процесу фільтрації газу з джерел в дегазаційну систему. При застосуванні стійок, ремонтин і кострів (варіант № 3) з'являється рух метану в дегазаційну свердловину № 1. Однак в свердловині № 2 дебіт метану дорівнює нулю. Якщо до охоронних конструкцій, розглянутих раніше, додати два ряди органного кріплення (варіант № 4), свердловина № 2 вступає в роботу по дегазації покрівлі.

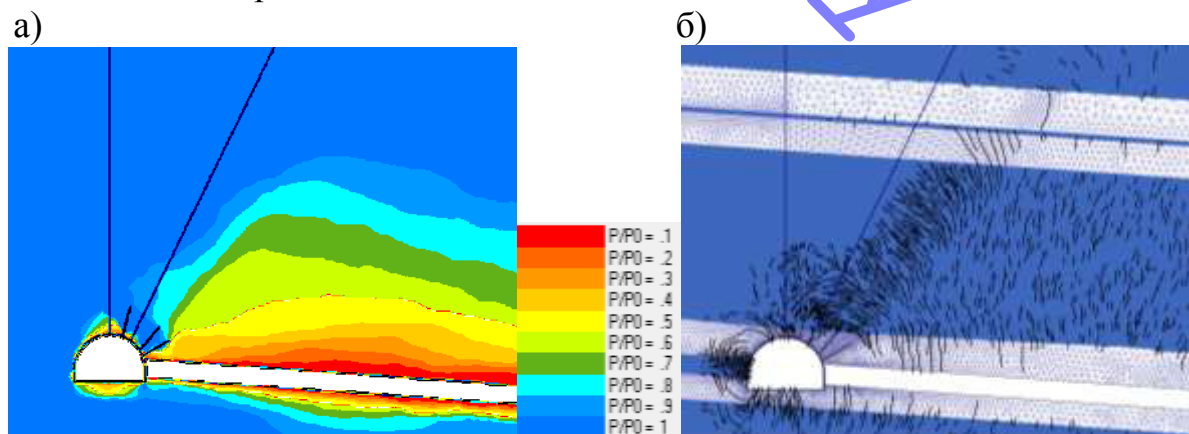


Рисунок 5 – Для варіанту № 2:
а) відносний тиск метану, б) траєкторії руху потоків метану

Для варіанту №5, де в якості охоронних споруд використовуються стійка, ремонтна, бутокостер, два ряди органного кріплення, дегазаційні свердловини не перетинають межу області непружних деформацій і зберігають свою працездатність навіть після проходження лави. Найбільший результат по дегазації підроблюваних джерел газовиділення досягається при застосуванні стійок, бутокострів, двох рядів органного кріплення і чуракових перемичок (варіант № 6, рис. 6).

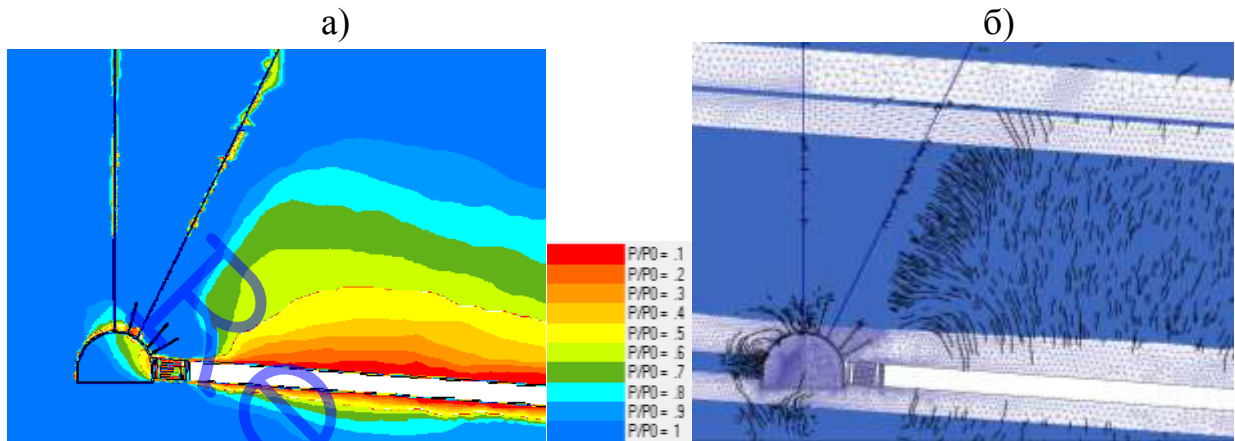


Рисунок 6 – Для варіанту № 6:

а) відносний тиск метану, б) траєкторії руху потоків метану

Розрахунок дебіту метану в свердловинах при різних варіантах охорони виїмкового штреку показав, що без використання охоронних конструкцій дегазаційні свердловини при їх підробці руйнуються і припиняють роботу. На рис. 7 показано дебіт метану в свердловині в залежності від кута її нахилу для п'ятого варіанту застосування охоронних конструкцій. Зміну значень дебіту метано-повітряної суміші Q від кута нахилу свердловини до горизонту на інтервалі кривої [45; 60] можна описати параболічною залежністю $Q = -0,01 \alpha^2 + 1,51 \alpha - 44,81$ з достовірністю апроксимації $R^2 = 1,0$. Розрахунок ефективності дегазації при різних варіантах охорони показав можливість її досягнення рівня 60-70 %.

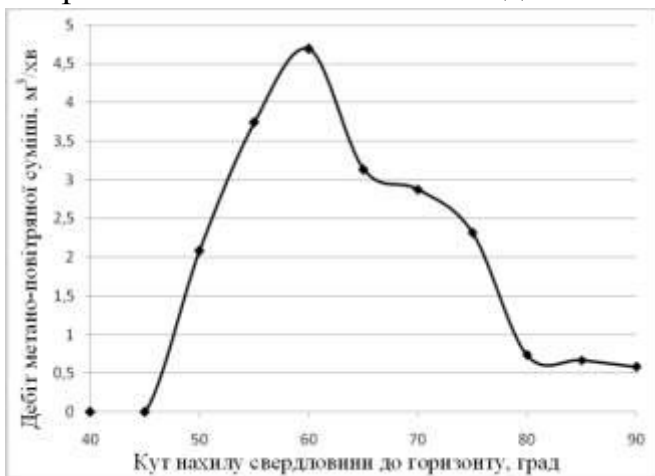


Рисунок 7 – Дебіт метано-повітряної суміші в залежності від кута нахилу дегазаційної свердловини

У третьому розділі описані експериментальні дослідження параметрів дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин у неконтрольованих виробках. Дослідження виконувалися на діючих виїмкових дільницях шахти ім. О.Ф.Засядька: 17-й східній лаві пласта m_3 і 11-й західній лаві пласта l_1 . У кожній лаві бурили чотири групи свердловин: пологі - назустріч очисному вибою; круті - паралельні вибою; на стару лаву - в покрівлі суміжної відпрацьованої лави і осьові - в покрівлі вентиляційного штреку по осі виробки. Всі свердловини залишали за очисним вибоєм з'єднаними з газоп-

роводом. Для охорони їх гирл від руйнування застосовували заходи, які забезпечили мінімальні зміни поперечного перерізу за вибоєм на довжині 100-150 м.

Ефективність свердловин оцінювали двома показниками: середнім об'ємом метану, видобутого свердловиною даної групи; часткою середнього дебіту метану, каптованого свердловиною даної групи, в загальному дебіті метану, що виділяється з покрівлі. З порівняння дебітів різних груп свердловин отримано, що максимальний дебіт забезпечується пологими свердловинами, пробуреними назустріч очисному вибою - $18,8 \text{ м}^3/\text{хв}$ при вмісті 70,1%. Мінімальний дебіт мають круті свердловини - $0,5 \text{ м}^3/\text{хв}$ при вмісті метану 14,5%. Це пояснюється тим, що попереду вибою круті свердловини знаходяться в породах, нерозвантажених від гірського тиску, а позаду - відразу повністю руйнуються.

Для обґрунтування параметрів буріння свердловин, способів їх охорони, кріплення і підтримки виробки, які забезпечують збереження свердловин і газовідсмоктувальних трубопроводів у неконтрольованих виробках за очисним вибоєм виконані експериментальні дослідження на високонавантаженої 1-ій північній лаві блоку №3 пласта d_4 ПАТ «ШУ«Покровське». Після проходження лави під гирлами свердловин їх не відключали, а залишали працювати у неконтрольованій частині штреку. Метановість виїмкової ділянки 1-ої північної лави блоку №3 пласта d_4 і досягнута фактична ефективність дегазації оцінювалися за результатами спостережень шахти і змінних газових зйомок, виконаних у робочі зміни. Спостереження були розпочаті, коли лава відійшла від монтажної камери на відстань 185 м. У виробленому просторі в цей час знаходилося 20 свердловин (10 куштів по дві свердловини), пробурених у покрівлю до перетину з пластом-супутником d_4^2 . Неконтрольована частина вентиляційного штреку охоронялася дерев'яними кострами. Стояки під верхняки рам не встановлювалися. Фактичний середній аеродинамічний опір свердловин перевищив розрахунковий в 102,7 рази в результаті їх руйнування у виробленому просторі. Цим і зумовлена низька ефективність дегазації. У неконтрольованій частині вентиляційного штреку «свічі», також як і свердловини, руйнувалися, вміст метану в каптованому газі був низький - 5,0%. Тому ефективність дегазації виробленого простору ними становила 11,3% (рис.8). Для підвищення ефективності свердловин шахті було рекомендовано посилити охорону їх гирл від руйнування двома рядами органного кріплення додатково до дерев'яних кострів. А для підвищення ефективності «свічок» посилити охорону неконтрольованої частини вентиляційного штреку стояками під верхняки рам. Ці заходи при відході лави від монтажної камери на 250 м дозволили при розрідженні в трубопроводі 34 мм рт.ст. підняти вміст метану в свердловинах до 20,0% і збільшити його дебіт до $7,8 \text{ м}^3/\text{хв}$. Дебіт каптованого метану по «свічах» зріс до $4,5 \text{ м}^3/\text{хв}$. Ефективність дегазації свердловинами і «свічами» при цьому збільшилася до 29,3% і 19,2% відповідно (рис.8). Фактичний середній аеродинамічний опір свердловин перевищив розрахунковий в 2,2 рази, що показало наявність резерву для збільшення ефективності дегазації. Для подальшого підвищення ефективності дегазації шахті було рекомендовано перейти на буріння свердловин діаметром 114 мм, а під їх гирлами не менше трьох дерев'яних кострів заповнювати швидкотвердіючим матеріалом «Бі-кріплення». Спостереження при



Рисунок 8 – Вплив способу охорони на ефективність дегазації виїмкової ділянки 1-ої північної лави блоку №3 пласта d_4 ПАТ «ШУ«Покровське»

Надійна охорона свердловин і неконтрольованої частини вентиляційної виробки, а також зниження витоків повітря через вироблений простір за рахунок періодичного зведення суцільних чуракових перемичок, дозволили істотно збільшити ефективність дегазації не тільки свердловинами, а й «свічками».

Четвертий розділ присвячений промисловим випробуванням способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, що залишаються у неконтрольованих виробках для перевірки достовірності його параметрів при проектуванні комплексної дегазації виїмкових ділянок. Як об'єкт досліджень, було обрано виїмкову ділянку 2-ї західної лави заскидної частини пласта I_3 шахти «Краснолиманська». Для забезпечення газової безпеки на виїмковій ділянці застосовувалась дегазація покрівлі свердловинами, пробуреними з

відході лави від монтажної камери на 460 м показали, що при розрідженні в трубопроводі 41 мм рт.ст. дебіт метану в свердловинах зріс до $16,8 \text{ м}^3/\text{хв}$, а його вміст в каптованому газі збільшився до 42,0%.

Це дозволило почати утилізацію каптованого метану в шахтній котельні. Ефективність дегазації покрівлі склала 62,2% (рис.8). При схемі провітрювання типу 1-М така ефективність дегазації покрівлі свердловинами була досягнута на шахті вперше. За рахунок зниження деформацій неконтрольованої частини вентиляційного штреку істотно (на 10,1%) піднялася і ефективність «свічок». Фактичний середній аеродинамічний опір свердловин був більше розрахункового в 1,44 рази. Тому на наступний період роботи лави (при відході її від монтажної камери на 560 м) для зниження витоків повітря через вироблений простір і підвищення ефективності охорони свердловин у неконтрольованій частині вентиляційного штреку, шахті було рекомендовано через кожні 30 м посування лави перед кущами свердловин на сполученні лави з вентиляційним штреком викладати чуракові перемички і заводити за них «свічки». Таким чином, виконані дослідження показали реальність забезпечення ефективності дегазації покрівлі свердловинами, пробуреними назустріч очисному вибою на рівні 60-75% за умови забезпечення їх охорони від руйнування.

вентиляційного штреку назустріч очисному вибою і виробленого простору відростками газопроводу, що залишаються в неконтрольованій частині вентиляційного штреку (рис. 9).

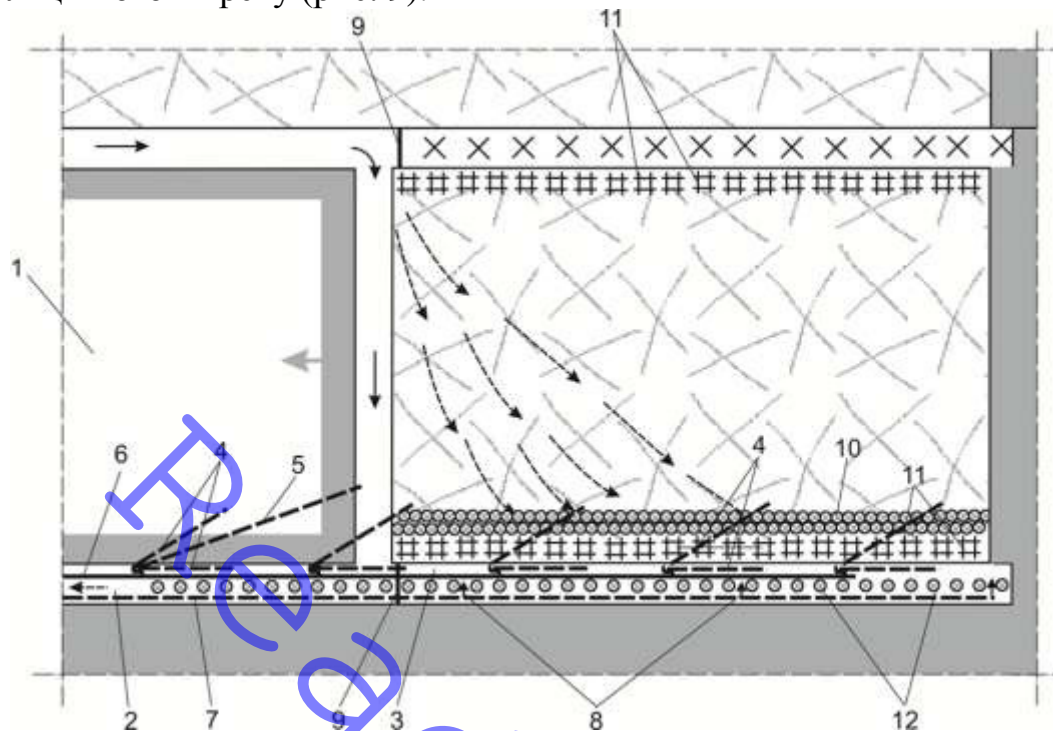


Рисунок 9 – Схема дегазації виімкової дільниці з використанням свердловин і газопроводів, які залишають в неконтрольованій частині вентиляційної виробки:

1 – розроблений пласт; 2 – вентиляційна виробка; 3 – неконтрольована частина вентиляційної виробки; 4 – свердловини, які залишають підключеними до газопроводу у неконтрольованій частині вентиляційної виробки; 5 – свердловини, які відключають від газопроводу перед очисним вибоєм; 6 – газопровід; 7 – газовідвідний трубопровід; 8 – відгалуження від газопроводу («свіча»); 9 – переносна перемичка; 10 – два ряди органного кріплення; 11 – дерев'яні костри; 12 – стояки під верхняки рам

Після проходу лави під гирлами свердловин їх не відключали, а залишали працювати в неконтрольованій частині штреку. Для забезпечення збереження дегазаційних свердловин і трубопроводів за очисним вибоєм в неконтрольованій частині вентиляційної виробки її було рекомендовано охороняти дерев'яними кострами, двома рядами органного кріплення і посилювати стояками під верхняки рам. Результати спостережень у ході випробування способу представлені у табл. 1.

Таблиця 1 - Результати спостережень за дебітом метану на дільниці

Середній видобуток, т/доб	Дебіт метану, м ³ /хв					
	в очисній виробці	у вихідному струмені	у свердловинах	у «свічах»	у газовідсмоктуванні	загальний на дільниці
2570-2900	1,9-2,2	3,8-5,5	20,4-22,2	11,6-12,1	3,2-3,4	39,5-42,7

Аналіз спостережень показав, що ефективність дегазації покрівлі свердловинами становить 61-62%. Після дегазації покрівлі свердловинами у вироблений простір надходить 17,2-18,3 м³/хв метану. З них 11,6-12,1 м³/хв каптується «свічками». Їх ефективність становить 66-67%. Ефективність комплексної дегазації виробленого простору свердловинами і «свічками» становить 85%. З урахуванням ізольованого відводу метану за межі виїмкової ділянки загальна ефективність дегазації виробленого простору становить 93-94%, а виїмкової ділянки в цілому становить 88-89%.

Економічний ефект від використання вдосконаленого способу дегазації вугільних пластів за рахунок запобігання збитків від випадків вибухів метану на шахті «Краснолиманська» ДП «Вугільна компанія «Краснолиманська» за даними 2006-2009 рр. склав 334,7 млн грн.

За результатами проведених промислових випробувань було розроблено доповнення до СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Дегація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації» «Правила застосування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин и газопроводів, що залишаються в неконтрольованих виробках», затверджене Міністерством енергетики та вугільної промисловості України (Наказ Міненерговугілля України від 28.12.2012р. №1100).

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою в галузі геотехнічної і гірничої механіки, в якій вирішено актуальну наукову задачу, яка полягає у встановленні закономірностей впливу способу охорони виїмкового штреку на стійкість дегазаційних свердловин і ефективність дегазації, що дозволило обґрунтувати параметри, серед яких кут нахилу і повороту, кількість свердловин, споруди, які їх охороняють, і розробити спосіб дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин у неконтрольованих виробках, який увійшов у додаток до СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Дегація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації» - «Правила застосування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, які залишаються в неконтрольованих виробках», а також дозволило отримати фактичний економічний ефект в розмірі 334,7 млн грн. і підвищити безпеку ведення видобувних робіт.

Основні наукові і практичні результати полягають в наступному:

1. Аналіз стану питання ефективності дегазації підроблюваного гірничого масиву свердловинами, пробуреними назустріч очисному вибою, з використанням свердловин, які залишають в неконтрольованій частині вентиляційної виробки показав, що її значення не перевищує 30-40%. Для досягнення ефективної дегазації необхідно забезпечити охорону свердловин від руйнування в неконтрольованій частині вентиляційної виробки на відстані не менше ніж 200 м від лави.

2. На базі основних положень механіки суцільних середовищ розроблено в пружно-пластичній постановці математичні моделі деформування гірського масиву навколо виїмкового штреку з системою дегазаційних свердловин і фільтрації метану в порушеній зоні шаруватого гірського масиву, які вперше враховують застосування різних охоронних конструкцій.

3. Вперше визначено вплив різних охоронних споруд на геомеханіку формування зони обвалення над виробленим простором лави поблизу виїмкового штреку і стійкість дегазаційних свердловин для визначення ефективності їх роботи у неконтрольованій виробці. На підставі аналізу результатів обчислювальних експериментів показано, що при відсутності охорони виїмкового штреку після проходження лави поперечні і поздовжні деформації нахиленої до лави свердловини мають найбільш високі значення на ділянці 2-10 м від гирла свердловини, в зоні інтенсивних зміщень над виробленим простором. Свердловина, нахилена до лави, повністю потрапляє в зону непружних деформацій і руйнується, що унеможливує її функціонування. Вертикальна свердловина також перетинає зону непружних деформацій. Застосування заходів з охорони виїмкового штреку знижує різнокомпонентність поля напружень навколо виробки, скорочує зону непружних деформацій над виробленим простором настільки, що поперечні деформації вертикальної в проекції на площину очисного вибою свердловини зменшуються в 22 рази на ділянці 0-2 м, нахиленої до лави свердловини - в 3,5-5 разів на ділянці 0-10 м; поздовжні деформації вертикальної свердловини зменшуються в 1,2-1,9 рази на ділянці 0-20 м, нахиленої свердловини - в 2,0-6,5 разів на ділянці 0-5 м; вертикальна свердловина зберігається повністю; стійкість дегазаційних свердловин при застосуванні кострів підвищується на 6-20%, кострів і двох рядів органного кріплення - на 30-33%; бутокострів і двох рядів органного кріплення - на 43-50%; бутокострів, двох рядів органного кріплення і чуракової перемички - на 45-56%.

4. Вперше визначено залежність дебіту метано-повітряної суміші в дегазаційній свердловині від її розташування щодо зони руйнування над виробленим простором лави, розрахованої з урахуванням впливу способу охорони виїмкового штреку. Дебіт метану в дегазаційній свердловині мінімальний при її розташуванні за межами області фільтрації навколо виробленого простору; стабільний і становить 60% від максимуму в зоні підвищеної тріщинуватості; досягає максимальних значень на межі з зоною непружних деформацій і знижується до нуля за параболічною залежністю при подальшому зменшенні кута нахилу до горизонту.

5. В результаті досліджень впливу зміщення порід на аеродинамічний опір шляхів руху метану до свердловини в залежності від способів її охорони та підтримки в умовах 1-ої північної лави пласта d_4 блоку №3 ПАТ «ШУ«Покровське» встановлено можливість досягнення ефективності дегазації покрівлі свердловинами, пробуреними назустріч очисному вибою, на рівні 60-75% за умови забезпечення їх охорони від руйнування.

6. Експериментальні дослідження в умовах шахти імені О.Ф.Засядька, ПАТ «ШУ«Покровське» і ДП «ВК«Краснолиманська» показали, що для збереження дегазаційних свердловин і трубопроводів за очисним вибоєм в неконтрольованій частині вентиляційної виробки необхідно охороняти її дерев'яними кострами, двома рядами органного кріплення і посилювати стояками під верхняки рам. Ефективність дегазації покрівлі при такій охороні вентиляційної виробки буде становити не менше 60%, а виробленого простору 50-70% в залежності від частки витоків повітря через вироблений простір, каптованою дегазаційною системою. При зведенні додат-

кової смуги з швидкотвердіючого матеріалу «Бі-кріплення» або заповнення ним дерев'яних кострів ефективність дегазації покрівлі підвищується до 70% -75%.

7. Проведено промислові випробування способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин і газопроводів, які залишаються в неконтрольованих виробках на ДП «ВК«Краснолиманська». Результати проведених випробувань показали, що спосіб має високу ефективність. Його використання дозволяє забезпечити газову безпеку високонавантажених виїмкових дільниць при високому метановиділенні. Аналіз спостережень показав, що ефективність дегазації покрівлі свердловинами становить 61-62%. Ефективність комплексної дегазації виробленого простору свердловинами і «свічами» становить 85%, а виїмкової дільниці в цілому - 88-89%.

8. Економічний ефект від використання вдосконаленого способу дегазації вугільних пластів за рахунок запобігання збитків від випадків вибухів метану на шахті ДП «ВК«Краснолиманська» за даними 2006-2009 рр. склав 334,7 млн грн.

9. За результатами промислових випробувань розроблено доповнення до СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Дегація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації» «Правила застосування способу дегазації виїмкової дільниці з використанням свердловин и газопроводів, що залишаються в неконтрольованих виробках», затверджене Міністерством енергетики та вугільної промисловості України (Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 28.12.2012р. №1100).

СПИСОК РОБІТ АВТОРА, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. Кочерга В.Н. Эффективность дегазации на шахтах Донбасса и пути повышения дебита капируемого метана // Геолог Украины. 2009. №3. С. 141–143.
2. Ильяшов М.А., Агафонов А.В., Кочерга В.Н., Боднар А.А., Скипочка С.И., Круковская В.В. Метанообильность очистных выработок при интенсивной разработке пологих угольных пластов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2009. Вып. 83. С. 14–25.
3. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Прусова А.А. Внезапные выделения метана импульсного характера в зонах геологических нарушений // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2009. Вып. 123. С. 26–39.
4. Кочерга В.Н., Юрченко Б.П., Тимофеева Н.Л. Оценка возможности увеличения дебита метановоздушной смеси, капируемой дегазационной системой с аварийного участка, путем отключения параллельных ветвей газопровода и подключения резервного вакуумнасоса // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: Сб. научн. тр. МакНИИ. 2013. № 2. С. 34-43.
5. Минеев С.П., Прусова А.А., Потапенко А.А., Кочерга В.Н. Оценка возможности импульсного выделения сорбированного метана из угольного пласта // Уголь Украины. 2014. №10. С.31-36.
6. Кочерга В.Н., Сытник И.В., Левчинский Г.С. Эффективность комплексной дегазации выемочных участков на шахте "Краснолиманская" // Уголь Украины. 2014. № 11. С. 26-30.

7. Минеев С.П., Прусова А.А., Кочерга В.Н., Потапенко А.А. Методология оценки возможности спонтанного выделения сорбированного метана из угольного пласта // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. 2014. №14. С. 113–127.

8. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Гулай А.А. Обоснование критериев прогноза импульсных выделений метана в зонах геологических нарушений при обрушении пород кровли // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2015. Вып. 124. С. 32–46.

9. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Лыжков М.В. Вопросы комплексной дегазации добычных участков на примере шахты «Краснолиманская» // Вісті Донецького гірничого інституту. 2015. №1(36)-2(37). С. 58–63.

10. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С. Закономерности метановыделения при высоких скоростях подвигания очистного забоя // Уголь Украины. 2015. № 7-8. С. 26-31.

11. Круковская В.В., Круковский А.П., Кочерга В.Н. Влияние способа охраны выемочного штрека на устойчивость дегазационных скважин // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2015. Вып. 124. С. 16–31.

12. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С. Оценка импульсного метановыделения в зонах геологических нарушений при обрушении кровли // Уголь Украины. 2016. №1. С. 11–18.

13. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Гулай А.А. Основные параметры прогноза импульсных метановыделений в зонах геологических нарушений // Уголь Украины. 2016. С. 25–32.

14. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Гулай А.А., Кишкань М.А. Оценка эффективности мероприятий по предотвращению загазирования горных выработок при посадке пород кровли // Уголь Украины. 2016. № 8. С. 18–28.

15. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Круковская В.В., Круковский А.П. Изменение параметров фильтрации метана в углепородном массиве вокруг выемочного штрека при использовании различных способов его охраны // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2016. Вып. 126. С. 92–105.

16. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Кишкань М.А. Мероприятия для предотвращения загазирования горных выработок // Физико-технические проблемы горного производства: Сб. научн. тр. ИФГП НАН Украины. 2016. Вып.18. С. 175–193.

17. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Наривский Р.Н., Янжула А.С., Колесников А.М., Гордиевский К.Н. Методология разработки противоаварийных мероприятий в проекте дегазации угольной шахты // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2016. Вып. 127. С. 226–238.

18. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Прусова А.А., Головки Ю.И., Янжула А.С., Гулай А.А. Вопросы оценки эффективности мероприятий для исключения возможности загазирования горных выработок // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. ИГТМ НАН Украины. 2017. Вып. 133. С. 190–212.

Публікації в закордонних виданнях

19. Ильяшов М.А., Агафонов А.В., Кочерга В.Н., Боднар А.А. Особенности метановыделения в высоко-нагруженных очистных забоях // Уголь. 2010. №7. С. 24–26.

20. Агафонов А.В., Ильяшов М.А., Кочерга В.Н., Скипочка С.И., Круковская В.В. Новые закономерности метановыделения при интенсивной отработке пологих угольных пластов // Записки горного института. 2013. Т. 205. С. 77-85.

21. Кочерга В.Н., Сытник И.В., Левчинський Г.С. Использование подземных дегазационных установок для повышения производительности дегазационной системы шахты «Краснолиманская» и увеличения угледобычи // Уголь. №5. 2015. С.80-85.

22. Mineev S.P., Kocherga V.N., Narivskiy R.N., Yanzhula A.S. Questions of the analysis of the applicable schemes of conveying the moving sites on Ukrainian mines and effectiveness of degasation // The International Scientific Periodical Journal "Modern Scientific Researches". 2018. Iss. 3. Vol. 1. P. 35–43.

Наукове відкриття, патенти, нормативні документи

23. Открытие №411. Явление снижения удельного дебита метана в очистную выработку из углепородного массива при повышении интенсивности отработки пологих угольных пластов / М.А. Ильяшов, С.И. Скипочка, А.В. Агафонов, В.Н. Кочерга, А.А. Боднар, В.В. Круковская // Регистрационный № А-515. 24.03.2011.

24. Пат. України №87688. МПК E21 7/00 (10.02.2014). Спосіб дегазації зони гірничих робіт / Г.С. Левчинський, А.В. Будник, С.В. Кузяра, В.М. Кочерга, О.А. Козлов, І.В. Ситнік; заявник і патентовласник А.В. Будник, С.В. Кузяра, В.М. Кочерга, О.А. Козлов, І.В. Ситнік. u201311801; заявл. 25.11.2013; опубл. 10.02.2014, Бюл. №3. 4 с.

25. Пат. України №88765. МПК E21 5/00 (25.03.2014). Спосіб дегазації при видобуванні вугілля підземним способом / А.В. Будник, Г.С. Левчинський, І.В. Ситнік, В.М. Кочерга, С.В. Кузяра, О.А. Козлов; заявник і патентовласник А.В. Будник, Г.С. Левчинський, І.В. Ситнік, В.М. Кочерга, С.В. Кузяра, О.А. Козлов. u201313660; заявл. 25.11.2013; опубл. 25.03.2014, Бюл. №6. 4 с.

26. Пат. України № 118759. МПК E 21F 7/00 (28.05.2017). Спосіб дегазації викиднебезпечних вугільних пластів та прилеглих до них газонасичених порід / С.П. Мінеєв, В.М. Кочерга, О.С. Янжула, О.С. Мінеєв; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. u201702009; заявл. 02.03.2017; опубл. 28.08.2017, Бюл. № 16. 8 с.

27. Пат. України № 122440. МПК E21 F7/00 (10.01.2018). Спосіб попередньої дегазації вугільних пластів та прилеглих до них газонасичених гірських порід / С.П. Мінеєв, В.М. Кочерга, О.С. Янжула, О.С. Мінеєв; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. u201707030; заявл. 04.07.17; опубл. 10.01.2018, Бюл. № 1. 5 с.

28. Пат. України № 123359. МПК E21 F7/00 (26.02.2018). Спосіб прогнозу метанонебезпечності вугільних шахт / С.П. Мінеєв, В.М. Кочерга, О.С. Янжула, В.Є. Антончик, Ю.Д.Самохвалов; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. u201708797; заявл. 01.09.2017; опубл. 26.02.2018, Бюл. № 4. 8 с.

29. Касімов О.І., Кочерга В.М., Брюханов А.М., Писарев І.І., Булат А.Ф., Лукін В.В., Клець А.П., Звягільський Ю.Л., Бокій Б.В., Єфремов І.О. СОУ 10.1.00174088.023-2010. Випереджаюча дегазація порід покрівлі високопродуктивних лав. Правила застосування. Київ: Мінвуглепром України. 2010. 22 с. (Стандарт Мінвуглепрому України).

30. Касімов О.І., Кочерга В.М., Маркін В.О., Балов С.В., Золотухін І.Є. СОУ 10.1-00174088.001-2004. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації. Київ: Мінвуглепром України. 2004. 161 с. (Стандарт Мінвуглепрому України).

Основні публікації у матеріалах конференцій

31. Ильяшов А.А., Агафонов А.В., Кочерга В.Н., Боднар А.А. О корректировке учета метанообильности выработок при интенсивной разработке тонких пологих угольных пластов / Школа подземной разработки: Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2010 г. С. 25-29.

32. Агафонов А.В., Кочерга В.Н., Боднар А.А. Особенности дегазации выемочных участков шахтоуправления «Покровское» // Материалы 22-го Всемирного горного конгресса. Стамбул. 2011. С. 703-712.

33. Минеев С.П., Кочерга В. Н., Лыжков М. В. Опыт применения дегазации на шахте «Юбилейная» // Перспективы розвитку будівельних технологій: Матеріали 9-ї міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів . Дніпропетровськ: НГУ. 2015. С. 217–220.

34. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С., Прусова А.А. Особенности импульсных выделений метана при обрушении пород кровли в геологических нарушениях // Форум гірників - 2015: Матеріали міжнар. конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 72– 82.

35. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С. Метановыделение при высоких скоростях подвигания очистного забоя // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности: 12-я международная конференция. Тула: Тульский государственный университет. 2016. С. 59–66.

36. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С. Основные закономерности метановыделения при высоких скоростях подвигания забоя // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі». Кривий Ріг. 2016. С. 168.

37. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Янжула А.С. Методология прогноза импульсных метановыделений в забой очистных выработок // II міжнародна науково-технічна інтернет – конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі». Кривий Ріг: ДВНЗ «Криворізький національний університет». 2017. С. 196.

Особистий внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві, [2-5,7,8,10,35,36] складається у встановленні сутності способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин у неконтрольованих виробках, [11-13,15,19,20,23-30] – в обґрунтуванні параметрів способу дегазації, [6,9,21,22,37] – у розробці методик експериментальних досліджень і промислових випробувань способу дегазації, [14,16-18,31-34]– в обробці експериментальних даних з проведення способу дегазації виїмкової ділянки.

АНОТАЦІЯ

Кочерга В. М. Обґрунтування параметрів способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин у неконтрольованих виробках. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка». – Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, 2018.

У дисертації досліджено вплив різних охоронних споруд на геомеханіку формування зони обвалення над виробленим простором лави поблизу виїмкового штреку і стійкість дегазаційних свердловин для визначення ефективності їх роботи в неконтрольованій виробці. Визначено залежність дебіту метано-повітряної суміші в дегазаційній свердловині від її розташування відносно зони руйнування над виробленим простором лави, розраховану з урахуванням впливу способу охорони виїмкового штреку. Експериментальні дослідження в умовах діючих виїмкових ділянок показали, що для збереження дегазаційних свердловин і трубопроводів за очисним вибоєм в неконтрольованій частині вентиляційної виробки необхідно охороняти її дерев'яними кострами, двома рядами органного кріплення і посилювати стояками під верхняки рам. Ефективність дегазації покрівлі при такій охороні вентиляційної виробки буде становити не менше 60%, а виробленого простору 50-70%.

Проведено промислові випробування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, які залишаються в неконтрольованих виробках на ДП «ВК «Краснолиманська». За результатами промислових випробувань розроблено доповнення до СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Правила застосування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, що залишаються в неконтрольованих виробках».

Ключові слова: спосіб дегазації, виїмкова ділянка, свердловини, неконтрольована виробка.

АННОТАЦИЯ

Кочерга В.Н. Обоснование параметров способа дегазации выемочного участка с использованием скважин в неконтролируемых выработках. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.09 – «Геотехническая и горная механика». – Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Днепро, 2018

В диссертации исследовано влияние различных охранных сооружений на геомеханику формирования зоны обрушения над выработанным пространством лавы вблизи выемочного штрека и устойчивость дегазационных скважин для определения эффективности их работы в неконтролируемой выработке. Определено зависимость дебита метано-воздушной смеси в дегазационной скважине от ее расположения относительно зоны разрушения над выработанным пространством лавы, рассчитанную с учетом влияния способа охраны выемочного штрека. Экспериментальные исследования в условиях действующих выемочных участков показали, что для сохранения дегазационных скважин и трубопроводов за очистным забоем в неконтролируе-

мой части вентиляционной выработки необходимо охранять ее деревянными ко-страми, двумя рядами органного крепления и усиливать стойками под верхняки рам. Эффективность дегазации кровли при такой охране вентиляционной выработки бу-дет составлять не менее 60%, а выработанного пространства 50-70%.

Проведено промышленные испытания способа дегазации выемочного участка с использованием скважин и газопроводов, которые остаются в неконтролируемых выработках на ГП «УК» Краснолиманская». По результатам промышленных испы-таний разработано дополнение к СОУ 10.1.00174088.001-2004 «Правила применения способа дегазации выемочного участка с использованием скважин и газопроводов, которые остаются в неконтролируемых выработках».

Ключевые слова: способ дегазации, выемочный участок, скважины, неконтро-лируемая выработка.

ANNOTATION

Kocherga V.M. Substantiation of the parameters of the method of degassing of the extraction area using wells in uncontrolled workings. - Manuscript.

Dissertation for the degree of a Candidate of Technical Sciences in specialty 05.15.09 – «Geotechnical and mining mechanics». - Institute of Geotechnical Mechanics named by M.S. Polyakov, National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, 2019.

In the dissertation the influence of various protective constructions on the geome-chanics of the formation of the collapse zone over the worked out lava space near the ex-traction road and the stability of the degassing wells to determine the efficiency of their operation in the uncontrolled working have been investigated. The dependence of output of the methane-air mixture in the degassing well is determined on its location relative to the area of destruction over the worked out lava space, calculated taking into account the influence of the method of protection of the extraction road. Experimental researches in the conditions of existing extraction areas showed that for the preservation of degassing wells and pipelines behind the breakage face in the uncontrolled part of the ventilation working, it is necessary to protect it with wooden boons, two rows of breaker props and strengthen by the props under the beams of frames. The efficiency of degassing of roof with such ventilation working protection will make at least 60%, and of the worked out space will make 50-70%.

Industrial tests of the method of degassing of extraction area have been carried out using wells and pipelines, which stay in uncontrolled workings at the State Enterprise «Coal Company «Krasnolymanska». According to the results of the industrial tests, the additions to the Industry Standard of Ukraine 10.1.00174088.001-2004, named «Rules of application of the method of degassing of the extraction area from the used wells and gas pipelines, which stay in uncontrolled workings», have been worked out.

Key words: method of degassing, extraction area, wells, uncontrolled working.

Кочерга Віктор Миколайович

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ДЕГАЗАЦІЇ ВИЇМКОВОЇ
ДІЛЬНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ СВЕРДЛОВИН У НЕКОНТРОЛЬОВАНИХ
ВИРОБКАХ**

(Автореферат)

Підписано до друку _____. Формат 60x90/16
Ум. друк. арк. 0,88. Друк лазерний. Зам. № _____. Накл. 100 прим.