



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **117660** (13) **C2**
(51) МПК
E21F 17/18 (2006.01)
G01V 1/28 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 01088	(72) Винахідник(и): Ісаков Збігнієв (PL), Сіціньскі Казімієр (PL), Говомбек Адам (PL)
(22) Дата подання заявки: 31.10.2014	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТЕХНІК ІННОВАЦІЙНИХ ЕМАГ, ul. Leopolda 31, PL-40-189 Katowice, Poland (PL)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.09.2018	(74) Представник: Сорокіна Олена Юріївна, реєстр. №186
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: P.409988	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 4465318 A, 14.08.1984 LUXBACHER ET AL: "Three-dimensional time-lapse velocity tomography of an underground longwall panel", INTERNATIONAL JOURNAL OF ROCK MECHANICS AND MINING SCIENCES, PERGAMON, UNITED KINGDOM. vol. 45, no. 4, 11 March 2008 (2008-03-11), pages 478-485, XP022522102, ISSN: 1365-1609, DOI: 10.1016/J.IJRMMS.2007.07.015 XUN LUO ET AL, "Tomographic Imaging of Rock Conditions Ahead of Mining Using the Shearer as a Seismic Source-A Feasibility Study", IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US. vol. 47, no. 11, 1 November 2009 (2009-11-01), pages 3671-3678, XP011268855, ISSN: 0196-2892, DOI: 10.1109/TGRS.2009.2018445 UA 43364 U, 10.08.2009
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 30.10.2014	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: PL	
(41) Публікація відомостей про заявку: 26.12.2016, Бюл.№ 24	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2018, Бюл.№ 17	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/PL2014/000123, 31.10.2014	

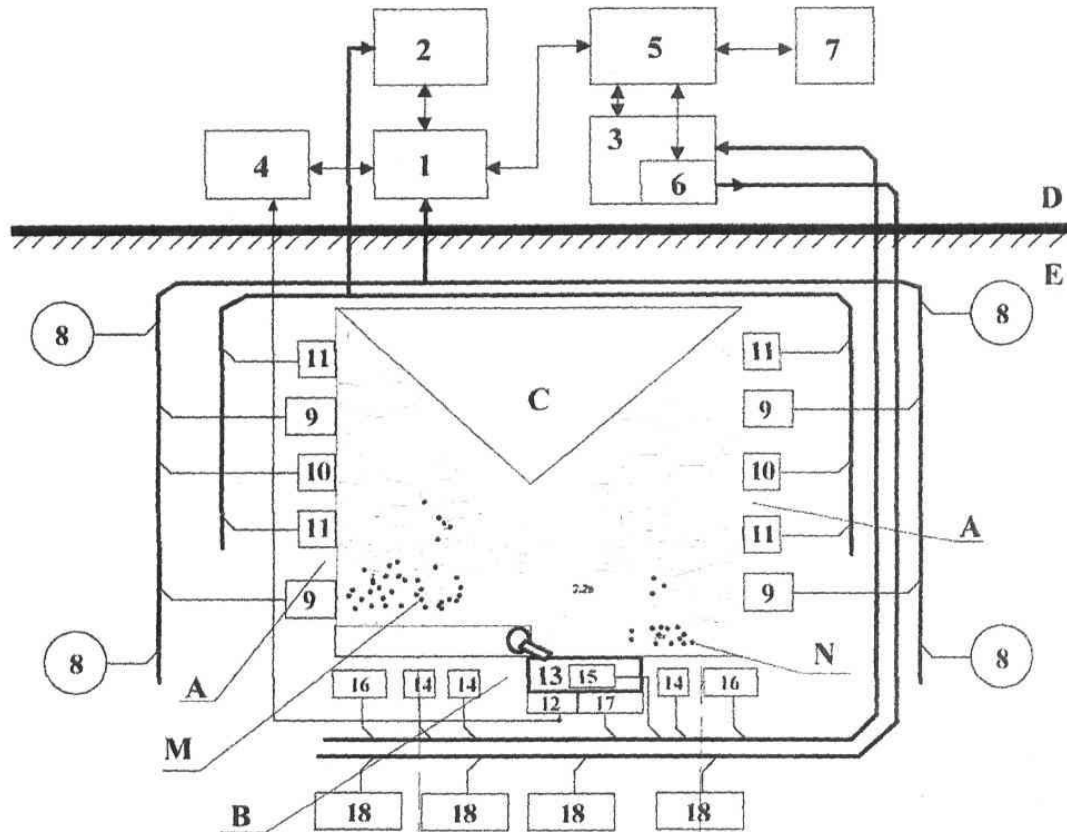
(54) СПОСІБ ТА СХЕМА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА МІНІМІЗАЦІЇ МЕТАНОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ В РАЙОНІ ОЧИСНОЇ ЛАВИ

(57) Реферат:

Спосіб виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави полягає в тому, що на випередженні очисної лави періодично проводиться локалізація районів, в яких виникає концентрація напружень (N), із застосуванням методу пасивної сейсмічної швидкісної томографії з використанням сейсмометрів (8) та низькочастотних геофонів (9). Одночасно ці дані порівнюють з поточними сейсмоакустичними вимірами, що локалізують місця (M) частих клацань, що супроводжують тріщиноутворення гірського масиву на випередженні виробки лави, з вимірами вмісту метану та вимірами течії повітря в цій виробці. При цьому місця концентрації напружень (N) попереду фронту очисної лави локалізують шляхом виконання активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання, з урахуванням розташування

UA 117660 C2

очисного комбайна (13) у виробці лави (В), потім проводиться кореляція зазначених вище параметрів, за часом та простором, а після встановлення, що коефіцієнт кореляції перевищує певне критичне значення, реалізують профілактичні процедури, які мінімізують метанову небезпеку. У схемі, згідно з винаходом, до аналітичної схеми (5) підключена сейсмічна реєструюча система (1), метанометрична система (3), виконавча схема (6), а також панель попереджувальних сигналів (7). При цьому до сейсмічної реєструючої системи (1) з не менш ніж чотирма сейсмометрами (8), не менш ніж чотирма низькочастотними геофонами (9) і не менш як двома датчиками напружень (10), підключена сейсмоакустична реєструюча система (2) з не менш ніж чотирма геофонами (11), а також схема контролю розташування та роботи очисного комбайна (4) з датчиком місця розташування очисного комбайна (12).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Предметом винаходу є спосіб та схема для виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави шахти або в районі декількох очисних лав, де здійснюється видобуток кам'яного вугілля в умовах метанової небезпеки та небезпеки гірських ударів.

Відомі рішення, що стосуються способів, пристроїв та електронних схем для вимірювання вмісту метану в шахтній атмосфері, а також системи моніторингу, в тому числі призначені для попередження про зростання концентрації метану в шахтній атмосфері вище порогів тривоги та для автоматичного відключення електричних пристроїв в небезпечному районі після перевищення критичних величин, з метою мінімізації небезпеки виникнення вибуху метану та пожежі. Їх сутністю є взяття проби повітря з небезпечного району, а потім вимірювання вмісту метану, а також передача результату цього виміру в шахтну метанометричну систему. Передача результату вимірювання може бути здійснена за допомогою місцевого концентратора, який реалізує функцію відключення електроенергії в контролюваному районі та запобігання таким чином іскроутворення, здатного викликати вибух метану.

Подібні рішення, що стосуються проблеми метанової небезпеки, відомі з публікації Васілевські С. (2012): Системи контролю та моніторингу газової небезпеки в польських вугільних шахтах, Безпека праці та захист середовища в гірничодобувній промисловості, № 12 [Wasilewski S. (2012): Systemy kontroli i monitorowania zagrożeń gazowych w polskich kopalniach węgla kamiennego, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 12], а також з патентних описів US5268683 (A), RU2268365 (C1), PL390972 (A1), CN101441803 (A), UA 61611 (A), PL386488 (A1), PL151847 (B1).

Відома з патентного опису CA2263216 (A1) схема для безперервного вимірювання та виявлення метану в шахтній атмосфері в процесі відбію вугільного масиву робочим органом прохідницького комбайна. Основними вимірювальними елементами схеми є два метанові датчики, розташовані на протилежних сторонах поворотного редуктора робочого органу комбайна на відстані 30 дюймів від органу. Додатково вимірювальна схема обладнана датчиком витрати повітря, датчиком кисню та датчиком окису вуглецю, які з'єднані дротами з мікропроцесорним контролером, призначеним для відліку, виявлення, моніторингу та/або аналізу інформації про вимірювану шахтну атмосферу. Інформація потім представляється на моніторі оператора комбайна або в диспетчерській на поверхні шахти. Після перевищення допустимого вмісту метану в шахтній атмосфері відключається живлення комбайна та включається окрема вентиляція зі свіжим повітрям, яке знижує концентрацію метану в небезпечному районі. Коли вміст метану знижується нижче акцептованого рівня, включається електроживлення комбайна. Перевагою винаходу є вимір метану безпосередньо поблизу робочого органу комбайна.

Відомі також з публікації "Методи оцінки стану небезпеки гірських ударів для гірничих виробок у вугільних шахтах" (2010 р.), Збірник під редакцією Юзефа Кабеша, видавництво Головного інституту гірничої справи, м. Катовіце, с. 165-320 ["Metody oceny stanu zagrożenia tarpaniami wyrobisk górnich w kopalniach węgla kamiennego" (2010 р.), Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Kabiesza, wyd. Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach s.165-320], а також з патентних описів US 2014034388 (A1), US2014123748 (A1), PL152339 (B1), PL 202149 (B1), способи та геофізичні схеми, призначені для вимірювання та оцінки сейсмічної небезпеки, у тому числі стану небезпеки гірських ударів у вугільних шахтах, сутністю яких є вимірювання сигналів, що свідчать про напружено-деформаційний стан гірського масиву, перевищення якого може викликати гірський удар або можливість його виникнення у виробці або в навколишньому її просторі в результаті несприятливих гірничо-геологічних умов, що виникли.

Відомі також більш комплексні способи та вимірювальні пристрої, що враховують, з метою оцінки метанової небезпеки, ідентифікацію та кореляцію більшої кількості фізичних явищ. Зокрема, відомий з патентного опису PL 388788 (A1) спосіб та пристрій для автоматичного виявлення викидів метану та скельних порід, де використовується кореляція більшої кількості фізичних явищ. У даному винаході здійснюється спільна ідентифікація зростання концентрації метану, зростання тиску шахтної атмосфери, а також акустичні явища. На основі кореляції змін цих трьох параметрів констатується факт виникнення викиду метану та породи, а інформація про цей факт передається на центральний пульт на поверхні шахти. Пристрій, що є предметом винаходу, складається з вимірювальної камери, мікропроцесорної вимірювальної схеми, блоку живлення та дисплею, які підключені до контрольно-передавальної схеми, яка з'єднана лінією телефонного зв'язку з центральним пультом на поверхні шахти, причому вимірювальна камера оснащена датчиком концентрації метану, датчиком барометричного тиску та мікрофоном.

Відома також, з гірської практики, наявність причинно-наслідкової кореляції геофізичних явищ та викидів метану в експлуатованих виробках, але поки що, ці процеси ще не повністю вивчені і технічно використовувані з метою мінімізації метанової небезпеки. У відомих до

теперішнього часу рішеннях з технічної літератури (Тренчек С., Войтас П., Наукові праці Інституту гірничої справи Вроцлавського політехнічного інституту, Дослідження та матеріали № 32/2006 -с. 337 [Trenczek.S., Wojtas.P., Prace Naukowe Instytutu Górniczego Politechniki Wroclawskiej Nr 117, Studia i Materiały Nr 32/2006 -str. 337), реалізованих у дослідницьких проектах, зосереджувалися на виявленні спільних небезпек, пов'язаних з екстремним виявленням метановиділення безпосередньо після виникнення потужних гірських поштовхів. Сутність цих відомих рішень полягає в з'єднанні сейсмоакустичних та сейсмічних систем, що застосовувалися в районі лав з метанометричною системою. Інформація про виникнення потужного поштовху поблизу конкретної лави передається негайно, із затримкою, що не перевищує 10 с, в метанометричну систему, яка в районі цієї лави відключає електричні пристрої.

Відомі до теперішнього часу способи та схеми, призначені для виявлення та мінімізації метанової небезпеки, що враховують кореляцію фізичних явищ, у тому числі способи та схеми, що ідентифікують наявну в районах очисних лав кореляцію сейсмічних явищ та викидів метану, не забезпечують належної ефективності, особливо в аспекті точної локалізації небезпечних зон, що необхідно для прийняття швидких та ефективних профілактичних заходів, що мінімізують ці небезпеки. За існуючим станом техніки враховується причинно-наслідкова послідовність, пов'язана з викидами метану відразу після виникнення сейсмічних явищ, що впливає з поточного заміру вмісту метану та течії повітря, тільки після виникнення динамічних сейсмічних або сейсмоакустичних явищ, що реєструються шахтними сейсмічними системами, що працюють з сейсмометрами та низькочастотними геофонами, а також сейсмоакустичними системами, що працюють з високочастотними геофонами.

У свою чергу, відомі способи та схеми, призначені для безпосереднього автономного виміру вмісту метану в шахтній атмосфері, а також спосіб, опублікований в заявочному описі винаходу PL388788 (A1), що враховує для оцінки метанової небезпеки більше число корельованих один з одним фізичних явищ, як вимірювання вмісту метану з тиском повітря та акустичним сигналом, не забезпечують достатньої ефективності, тому що призначені для відключення електроенергії після виникнення потужних поштовхів, в тому числі після виникнення гірського удару. Відомі до теперішнього часу рішення не дозволяють прогнозувати метановиділення до виникнення гірського удару, наприклад, внаслідок зростання напружень в гірському масиві, що передують критичній події.

Метою винаходу є спосіб та схема, що збільшують ефективність виявлення та мінімізацію метанової небезпеки в районі шахти очисної лави, що розробляє поклади в умовах метанової небезпеки, а також в умовах небезпеки гірських ударів, шляхом врахування всіх корельованих сейсмічних явищ, що впливають на метанову небезпеку, тобто явищ, ідентифікованих як в динамічних, так і в статичних категоріях, пов'язаних з наростанням напруженого стану в гірському масиві, що дозволить прогнозувати виникнення цього явища в моніторованому районі, з метою попереджувального застосування відповідної профілактики.

Спосіб виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави, згідно винаходу полягає в тому, що на випередженні очисної лави періодично проводиться, за методом пасивної сейсмічної швидкісної томографії із застосуванням сейсмометрів та низькочастотних геофонів, локалізація ділянок, де виникає концентрація напружень. Одночасно ці дані порівнюють з поточними сейсмоакустичними вимірами, що визначають місця накопичення клацань, що супроводжують тріщиноутворення гірського масиву попереду фронту очисної лави, з вимірами вмісту метану та течії повітря в цій виробці. При цьому місця концентрації напружень попереду фронту очисної лави локалізують шляхом виконання активної сейсмічно амплітудної томографії ослаблення-загасання, з урахуванням розташування очисного комбайна у виробці очисної лави. Потім визначається кореляція зазначених вище параметрів, просторова та за часом, а після встановлення, що коефіцієнт кореляції перевищує певне критичне значення, реалізують профілактичні процедури, які мінімізують метанову небезпеку.

У свою чергу, місця зміни концентрації напружень визначаються за допомогою сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання, реалізованої з використанням аналізу сигналів, що реєструються сейсмічною реєструючою системою з низькочастотних геофонів, розташованих у підготовчих штреках. Ці сигнали корелюються безпосередньо з місцем розташування очисного комбайна в очисній лаві, шляхом вимірювання, в режимі реального часу, енергії коливань, що генеруються його очисним органом у циклі виїмки, яка визначається низькочастотними геофонами в прилеглих до лави виробках. Потім, після завершення кожного циклу виїмки, порівнюють ці результати з даними, зареєстрованими в попередньому циклі та ідентифікують місця зі збільшеною концентрацією напружень. При цьому, щоб забезпечити

можливість калібрування ізоляції зміни напружень, сигнали від датчиків напружень передаються в сейсмічну реєструючу систему.

Крім того, одночасно проводиться точкове вимірювання течії повітря на вході та на виході з виробки лави, разом з мобільним виміром течії повітря безпосередньо в місці актуального розташування очисного комбайна. У процесі кореляції відносних змін зареєстрованих залежностей, особливо приростів параметрів, пов'язаних з вимірюванням концентрації метану, напружень, течії повітря, сейсмоакустичної активності аналізується амплітуда змін коефіцієнта кореляції та швидкість цих змін.

Потім, на основі результатів, отриманих після проведення пасивної сейсмічної швидкісної томографії, на основі результатів сейсмоакустичного спостереження, а також на основі локалізації місць концентрації напружень за допомогою активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання, з урахуванням корельованих з цими параметрами місцевих змін концентрації метану, визначають місця у виробці лави, де реалізують процедури, які мінімізують метанову небезпеку, найкраще шляхом профілактичного дренажного буріння. У свою чергу, після встановлення тимчасової кореляції аналізованих параметрів, у тому числі особливо перевищення критичних порогових відносних приростів напружень та вмісту метану, знижують пороги попереджувальної сигналізації та/або автоматичного відключення електричних пристроїв в районі контрольованої очисної лави.

У схемі для вимірювання концентрації метану уздовж виробки лави до аналітичної схеми підключена сейсмічна реєструюча система, метанометрична система, виконавча схема та панель попереджувальних сигналів. При цьому до сейсмічної реєструючої схеми з не менш ніж чотирма сейсмометрами, не менш ніж чотирма низькочастотними геофонами і не менш як двома датчиками напружень підключена сейсмоакустична реєструюча схема з не менш ніж чотирма геофонами, а також схема контролю розташування та роботи очисного комбайна з датчиком місця розташування очисного комбайна. У свою чергу, до метанометричної системи підключені метанометри лави, мобільний комбайновий метанометр, а також два, встановлені на вході і виході виробки лави стаціонарні датчики швидкості повітря та мобільний комбайновий датчик швидкості повітря. З'єднання між аналітичною схемою, сейсмічною реєструючою схемою, метанометричною схемою, виконавчою схемою, панеллю попереджувальних сигналів, а також між сейсмічною реєструючою схемою, сейсмоакустичною реєструючою схемою і схемою контролю розташування та роботи очисного комбайна виконані кабелем типу Ethernet.

Предмет винаходу, приклад виконання, представлений на кресленнях, де

на Фіг. 1 - показана блок-схема вимірювальної схеми;

на Фіг. 2 - показаний графік наявних напружень в зоні безпосередньо перед фронтом очисної лави протягом останнього циклу виїмки;

на Фіг. 3 - показаний графік вимірювання концентрації метану у виробки лави під час циклу виїмки;

на Фіг. 4 - показаний графік змін функції кореляції аналізованих параметрів за часом.

Приклад I

Спосіб виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави, згідно винаходу, полягає в тому, що на випередженні очисної лави періодично проводиться, за методом пасивної сейсмічної швидкісної томографії із застосуванням чотирьох сейсмометрів 8 та чотирьох низькочастотних геофонів 9, локалізація ділянок N, де виникає концентрація напружень. Одночасно ці дані порівнюють з поточними сейсмоакустичними вимірами, що визначають місця накопичення клацань M, що супроводжуються тріщиноутворенням гірського масиву попереду фронту очисної лави B, з вимірами вмісту метану та течії повітря в цій виробці. При цьому місця концентрації напружень N попереду фронту очисної лави локалізують додатково шляхом виконання активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання, з урахуванням розташування очисного комбайна 13 у виробці очисної лави B, а потім проводиться порівняння значень зазначених вище величин. Після встановлення їх причинно-наслідкової кореляції, просторової та за часом, а також після встановлення, що коефіцієнт кореляції перевищує певне критичне значення, реалізують профілактичні процедури, які мінімізують метанову небезпеку шляхом виконання дренажного буріння в ідентифікованих ділянках очисної лави та/або додаткового провітрювання. У способі, що є предметом винаходу, аналітична схема 5 здійснює кореляцію інформації, одержуваної з сейсмічної реєструючої системи 1 та з сейсмоакустичної реєструючої системи 2, а також з метанометричної схеми 3, виявляючи потенційні небезпечні стани, які сигналізують у вигляді сигналів на панелі попереджувальних сигналів 7. Попереджувальні сигнали генеруються у разі виявлення часо-просторового збігу виникнення зростання концентрації напружень, вмісту метану та активності явищ у вигляді концентрації локалізованих сейсмічних та сейсмоакустичних явищ, що

супроводжують тріщиноутворення в гірському масиві. Після виявлення перевищення порогових відносних приростів напружень та вмісту метану знижують пороги попереджувальної сигналізації та/або автоматичного відключення електричних пристроїв в районі контрольованої очисної лави. У поточному порядку здійснюється моніторинг відносних змін зареєстрованих

5 приростів параметрів, пов'язаних з вимірюванням вмісту метану, концентрації напружень N , течії повітря та сейсмоакустичної активності. Зміни аналізують в просторово-часовій кореляції, з урахуванням амплітуди змін коефіцієнта кореляції ΔK і швидкості цих змін $\Delta K/\Delta t$.

У разі виявлення тимчасового збільшення коефіцієнта кореляції аналізованих параметрів та швидкості його зростання з перевищенням встановлених критичних значень, інформація з

10 аналітичної схеми 5 передається в метанометричну систему 3 з метою негайного автоматичного відключення електричних пристроїв в районі моніторованої очисної лави, згідно з раніше конфігурованою керуючою матрицею відключень виконавчої схеми 6. При цьому місця концентрації напружень N визначаються за допомогою активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання шляхом аналізу сигналів, що реєстровані сейсмічною

15 реєструючою системою 1 від низькочастотних геофонів 9, на основі коррелювання їх безпосередньо з розташуванням очисного комбайна 13 в очисній лаві і за допомогою вимірювання в режимі реального часу енергії коливань, що генеруються робочим органом очисного комбайна 13 в кожному циклі виїмки X , яка визначається низькочастотними геофонами 9 в прилеглих до лави штреках A .

Після завершення кожного циклу виїмки X_i порівнюють ці результати з даними, зареєстрованими в попередньому циклі виїмки X_{i-1} та ідентифікують місця з підвищеною

20 концентрацією напружень, причому для того, щоб забезпечити можливість калібрування ізолінії змін напружень, у прилеглих до лави штреках A встановлюють датчики напружень 10, сигнал з яких передається в сейсмічну реєструючу систему 1. Метанометрична система 3 обладнана лавними метанометрами 14, розташованими вздовж очисної лави, мобільним комбайновим метанометром 15, стаціонарними датчиками швидкості повітря 16 і мобільним комбайновим датчиком швидкості повітря 17, який проводить вимірювання швидкості повітря уздовж виробки

25 очисної лави B в місці актуального розташування комбайна 13 в цій виробці. Сейсмічна реєструюча система 1, обладнана сейсмометрами 8 та низькочастотними геофонами 9, а також сейсмоакустична реєструюча система 2, обладнана геофонами 11, які локалізують сейсмічні явища в межах всієї шахти і дуже точно попереду фронту контрольованої очисної лави. У свою чергу, на основі результатів, отриманих з пасивної сейсмічної швидкісної томографії, з сейсмоакустичних даних, а також на основі виявлених, за допомогою активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання, місць концентрації напружень N , з урахуванням

35 корельованих з цими параметрами місцевих змін концентрації метану, визначають місця у вугільному масиві C моніторованої очисної лави, в яких реалізують процедури, які мінімізують метанову небезпеку, найкраще шляхом профілактичного дренажного буріння.

Приклад II

Схема, яка є предметом винаходу, містить взаємодіючі та корельовані один з одним за

40 часом: сейсмічну реєструючу систему 1, сейсмоакустичну реєструючу систему 2, метанометричну систему 3, а також схему контролю розташування та роботи очисного комбайна 4 в очисній лаві. У схемі, яка є предметом винаходу (Фіг. 1), до аналітичної схеми 5 підключена сейсмічна реєструюча система 1, метанометрична система 3, виконавча схема 6, а також панель попереджувальних сигналів 7. При цьому з'єднання наведених вище систем та

45 схем на поверхні шахти D виконані кабелем типу Ethernet. Розташована на поверхні шахти D сейсмічна реєструюча система 1, до якої підключені чотири сейсмометра 8, чотири низькочастотних геофони 9 та два датчика напружень 10, з'єднана з сейсмоакустичною реєструючою системою 2 та схемою контролю розташування та роботи очисного комбайна 4. У свою чергу до сейсмоакустичної реєструючої системи 2 підключені чотири геофони 11. До

50 схеми контролю розташування та роботи очисного комбайна підключений датчик місця розташування очисного комбайна 12, розташований на очисному комбайні 13. До метанометричної системи 3 підключені лавні метанометри 14, які розташовані уздовж виробки очисної лави, найкраще через кожні 15 м, мобільний комбайновий метанометр 15, встановлений на очисному комбайні 13 поблизу робочого органу, а також на вході та виході

55 виробки очисної лави B розташовані два стаціонарні датчики швидкості повітря 16 та мобільний комбайновий датчик швидкості повітря 17, встановлений на очисному комбайні 13. До виконавчої схеми 6, яка входить до складу метанометричної системи 3, підключені виконавчі елементи 18, що відключають окремі пристрої з електричним приводом, що встановлені в підземній частині шахти E в районі моніторованої очисної лави.

Список позначень:

- 1 - сейсмічна реєструюча система,
- 2 - сейсмоакустична реєструюча система,
- 3 - метанометрична система,
- 4 - схема контролю розташування та роботи очисного комбайна,
- 5 5 - мікропроцесорна аналітична схема,
- 6 - виконавча схема,
- 7 - панель попереджувальних сигналів,
- 8 - сейсмометр,
- 9 - низькочастотний геофон,
- 10 10 - датчик напружень,
- 11 - геофон,
- 12 - датчик місця розташування очисного комбайна,
- 13 - очисний комбайн,
- 14 - лавний метанометр,
- 15 15 - мобільний комбайновий метанометр,
- 16 - стаціонарний датчик швидкості повітря,
- 17 - мобільний комбайновий датчик швидкості повітря,
- 18 - виконавчий відключаючий елемент,
- A - штреки, що прилягають до лави,
- 20 B - виробка очисної лави,
- C - вугільний масив,
- D - поверхнева частина шахти,
- E - підземна частина шахти,
- N - місця концентрації напружень (у вугільному масиві, що визначаються із застосуванням
- 25 пасивної сейсмічної швидкісної і/або амплітудної томографії, а також сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-загасання),
- M - місця частих клацань (у вугільному масиві, що супроводжують тріщиноутворення гірського масиву, що визначаються сейсмоакустичною системою),
- X - цикл виїмки,
- 30 X_i - і-тий цикл виїмки.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави, що полягає у вимірюванні та аналізі вмісту метану, а також параметрів, що визначають ступінь небезпеки
- 35 гірських ударів в очисній лаві, в якому після перевищення критичних значень вимірюваних величин включається сигналізація тривоги і автоматично відключається подача електроенергії в небезпечному районі, який **відрізняється** тим, що на випередженні очисної лави періодично проводиться локалізація ділянок, де виникає концентрація напружень (N) із застосуванням
- 40 методу пасивної сейсмічної швидкісної томографії з використанням сейсмометрів (8) та низькочастотних геофонів (9), одночасно ці дані порівнюють з поточними сейсмоакустичними вимірами, що локалізують місця частих клацань (M), що супроводжують тріщиноутворення гірського масиву на випередженні виробки очисної лави, з вимірами вмісту метану і вимірами швидкості повітря в цій виробці, причому місця концентрації напружень (N) попереду фронту
- 45 очисної лави локалізують додатково шляхом виконання активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-затухання з урахуванням розташування очисного комбайна (13) у виробці очисної лави (B), а потім здійснюється кореляція за часом та просторова зазначених параметрів, а після виявлення, що коефіцієнт кореляції перевищує встановлене критичне значення, реалізують профілактичні процедури, які мінімізують метанову небезпеку.
- 50 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що місця концентрації напружень (N) визначаються за допомогою сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-затухання, шляхом аналізу сигналів, що реєструються сейсмічною реєструючою системою (1) з низькочастотних геофонів (9), корелюються безпосередньо з розташуванням очисного комбайна (13) в очисній лаві шляхом вимірювання в режимі реального часу енергії коливальних, що генеруються його робочим органом
- 55 у циклі виїмки (X), яка визначається низькочастотними геофонами (9) у прилеглих до лави штреках (A), після чого після завершення кожного виїмкового циклу (X_i) порівнюють ці результати з даними, зареєстрованими в попередньому циклі виїмки (X_{i-1}) та ідентифікують місця зі збільшеною концентрацією напружень (N), причому з метою забезпечення можливості калібрування ізоляції змін напруг сигнали з датчиків напруг (10) передаються в сейсмічну
- 60 реєструючу систему (1).

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що одночасно проводиться точкове вимірювання течії повітря на вході і виході виробки очисної лави (В), разом з мобільним виміром течії повітря безпосередньо в місці актуального місця розташування очисного комбайна (13) у цій виробці.

5 4. Спосіб за одним з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що в процесі кореляції відносних змін зареєстрованих залежностей, особливо приростів параметрів пов'язаних з вимірюванням концентрації метану, напружень, течії повітря, сейсмоакустичної активності, аналізується амплітуда змін (ΔK) коефіцієнта кореляції (K) змін цих параметрів, за часом та просторовою, а також швидкість цих змін ($\Delta K/\Delta t$).

10 5. Спосіб за одним з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що на основі результатів, отриманих з проведеної пасивної сейсмічної швидкісної томографії, на основі результатів сейсмоакустичного спостереження, а також на основі виявлених місць концентрації напружень (N), за допомогою активної сейсмічної амплітудної томографії ослаблення-затухання, з урахуванням корельованих з цими параметрами місцевих змін концентрації метану, визначають місця у виробці очисної лави (В), в яких реалізують процедури, що мінімізують метанову небезпеку, найкраще шляхом профілактичного дренажного буріння.

15 6. Спосіб за одним з пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що після встановлення тимчасової кореляції аналізованих параметрів, особливо після перевищення критичних порогових відносних приростів напружень та вмісту метану, знижують порогові попереджувальної сигналізації та/або автоматичного відключення електричних пристроїв в районі контрольованої очисної лави.

20 7. Схема для виявлення та мінімізації метанової небезпеки в районі очисної лави, яка містить метанометричну систему, обладнану метанометрами, розташованими у виробці лави, а також на вугільному комбайні, схему, яка сигналізує небезпеку, а також схему, що відключає пристрої, що живляться електроенергією у моніторованому районі, яка **відрізняється** тим, що до аналітичної схеми (5) підключена сейсмічна реєструюча система (1), метанометрична система (3), виконавча схема (6), а також панель попереджувальних сигналів (7), причому до сейсмічної реєструючої схеми (1) з не менш ніж чотири метанометрами (8), не менше ніж чотири низькочастотними геофонами (9) і не менш як двома датчиками напруг (10), підключена сейсмоакустична реєструюча система (2) з не менш ніж чотири геофонами (11), а також схема контролю розташування та роботи очисного комбайна (4) з датчиком місця розташування очисного комбайна (12).

25 8. Схема за п. 7, яка **відрізняється** тим, що до метанометричної системи (3) підключені лавові метанометри (14), мобільний комбайновий метанометр (15), а також два розташовані на вході і виході виробки лави (В) стаціонарні датчики швидкості повітря (16) та мобільний комбайновий датчик швидкості повітря (17).

30 9. Схема за п. 7 або п. 8, яка **відрізняється** тим, що з'єднання між аналітичною схемою (5), сейсмічною реєструючою системою (1), метанометричною системою (3), виконавчою схемою (6) та панеллю попереджувальних сигналів (7), а також між сейсмічною реєструючою системою (1), сейсмоакустичною реєструючою системою (2), схемою контролю розташування та роботи очисного комбайна (4) виконані кабелем типу Ethernet.

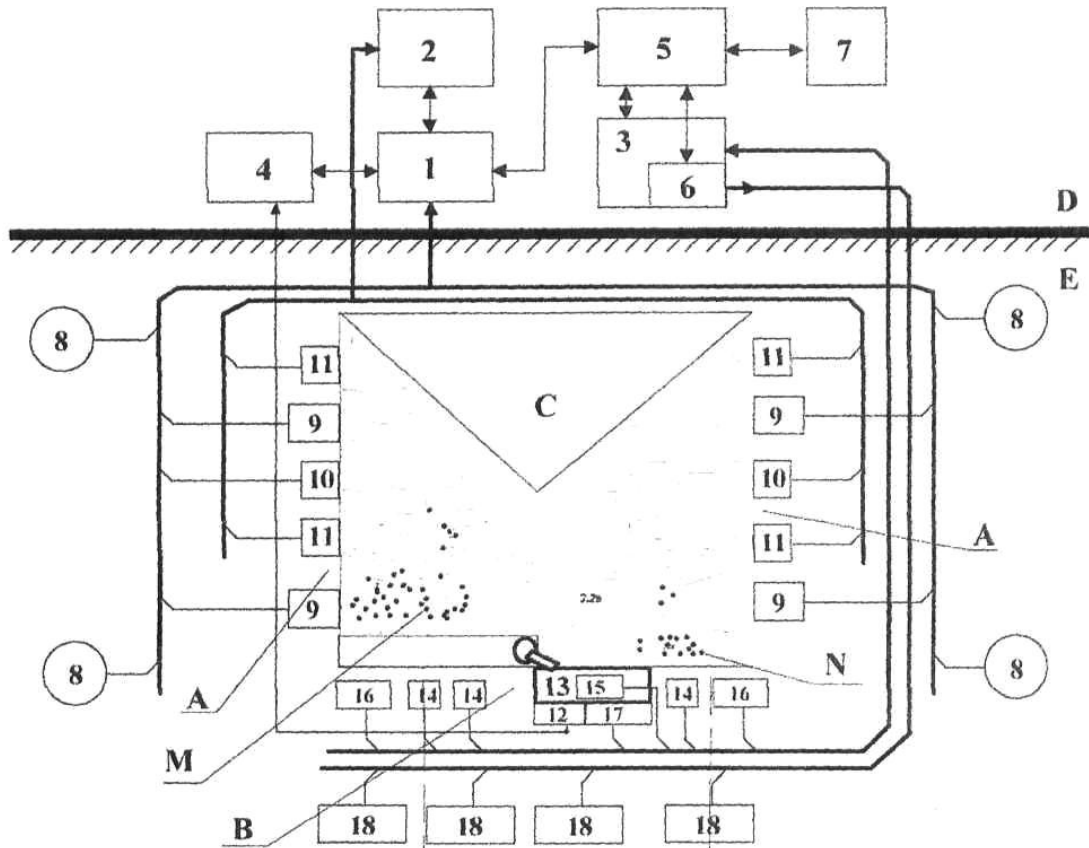


Fig. 1

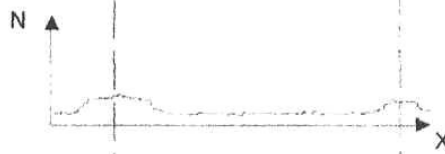


Fig. 2



Fig. 3

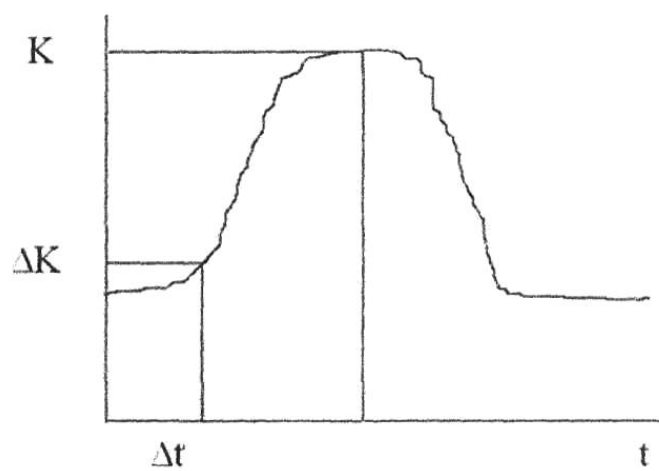


Fig. 4

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601