

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ ШАХТНОЇ АТМОСФЕРИ

Выполнено обоснование и определение наиболее информативных параметров состояния шахтной атмосферы.

DETERMINATION AND SUBSTANTIATION OF INFORMING PARAMETERS OF THE STATE OF MINE ATMOSPHERE

The substantiation and determination of the most information parameters of the state of mine atmosphere is executed.

Збільшення глибин розробки корисних копалин приводить до значного погіршення гірничо-геологічних умов, в тому числі помітного зростання імовірності проявів газодинамічних явищ. Тому питання контролю та прогнозу стану масиву гірських порід залишається актуальним.

Інститут геотехнічної механіки системи Національної академії наук України, який створений для вирішення актуальних проблем гірничодобувної промисловості, зараз є організатором і виконавцем важливих Державних програм, що пов'язані з вирішенням проблем дегазації вуглепородних масивів і шахт, видобутком та використанням метану, забезпеченням безпеки робіт на великих глибинах, впровадженням нетрадиційних способів і технологій видобування корисних копалин.

В останні десятиріччя в гірничу геофізику міцно увійшли методи ядерної фізики, що використовують природні та штучні процеси радіоактивності для вирішення як наукових, так і прикладних задач [1, 2].

Вклад в радіоактивні випромінювання різних ізотопів з різними періодами напіврозпаду дозволяє оцінити активність протікання процесу та його зміни в цілому за досить короткі проміжки часу, незалежно від його природи та стану, оскільки підвищення короткоживучих ізотопів можливе тільки при активізації обмінних явищ.

Лише недавно вчені зрозуміли, що найбільш вагомим із усіх джерел випромінювання є важкий газ радон, який не має ні смаку, ні запаху. По даним ООН він відповідає приблизно за 75 % річної індивідуальної еквівалентної дози, яку отримує кожна людина.

В табл. 1.1 наведено результати вимірювання радону на шахтах Кривбасу [3] і результати, що отримані авторами на шахті ім. О.Ф. Засядька, які свідчать, що найбільш небезпечними за вмістом радону є вихідні вентиляційні потоки, які на шахтах Кривбасу значно вищі.

Процес підземного видобутку корисних копалин з надр супроводжується порушенням рівноваги гірничого масиву, що, у свою чергу, веде до розв'язання механізмів реалізації різноманітних небезпечних явищ, найбільш грізними з яких для вугільних шахт є раптові викиди вугілля та газу метану. Газодинамічні явища, що відбуваються у вугільних шахтах, входять до групи динамічних

явищ в масиві гірських порід разом з гірськими ударами та землетрусами. Але на відміну від останніх в газодинамічних явищах обов'язкова присутність газового чинника. Задача створення теорії газодинамічних явищ виникла з появою раптових викидів вугілля, породи і газу в шахтах в зв'язку необхідністю розробки заходів щодо їх запобігання.

Таблиця 1.1 – Об'ємна активність радону на шахтах Кривбасу та Донбасу

Шахти	Підготовчі вибої	Очисні вибої	Вихідні вентиляційні потоки
	Об'ємна активність радону Бк/ м ³		
“Першотравнева”	30–104	117–1500	965–3030
ім. Леніна	46–431	125	426
“Гвардійська”	128–330	178	320–4930
“Ювілейна”	296–1040	514–645	–
“Жовтнева”	49–60	35	67–297
“Батьківщина”	141–349	428	148–1790
ім. Кірова	310–938	367–755	377–865
“Гігант-2”	139–325	576–1230	340–3060
ім. О.Ф. Засядька	5–50	10–70	50–110

Відомий спосіб сейсмоакустичного прогнозування викиднебезпечності вугільних пластів [4], що вимагає установки сеймоприймача у гірничій виробці, реєстрації акустичного сигналу одночасно на двох робочих частотах вище і нижче групи резонансних, визначає показник викиднебезпечності по співвідношенню амплітуд високої та низької частот. Ситуація вважається викиднебезпечною, якщо одночасно її показник, низькочастотна та високочастотна складові перевищують критичні величини.

Відомий також віброакустичний спосіб прогнозування проривів метану з підшви гірничих виробок [5], який полягає в імпульсному збудженні сигналу у породах, отриманні амплітудно-частотної характеристики і виділення резонансної частоти з наступною реєстрацією акустичного відгуку гірничого масиву вздовж очисного забою або вздовж підготовчої виробки. Ситуація вважається небезпечною, якщо на одній і тій же дільниці послідовно у трьох або більше циклах при щозмінному просуванні вибою на амплітудно-частотній характеристиці є лише одна резонансна частота.

Наведені вище відомі способи характеризуються тим, що вихідна інформація реєструється у звуковому діапазоні (200–4000 Гц), через що вони мають спільну істотну ваду, яка полягає у неможливості якісного контролю акустичних сигналів на фоні виробничих шумів.

Відомий спосіб прогнозування землетрусів [6], який базується на вимірюванні концентрації глибинних радіогенних газів, що виникають в результаті розпаду ізотопів радію та калію-40. Вада цього способу (стосовно до прогнозування викиднебезпечності вугільних пластів) полягає в тому, що він має недостатню точність з точки зору оцінки часових проміжків від моменту реєстрації певних параметрів до моменту настання явища (у патенті – землетрусу). Слід також підкреслити, що увага не акцентується на проникаючій здібності радіо-

генних газів, а головним є достатній їх кількісний вихід, який забезпечує якісний замір їх концентрації.

Найбільш близьким до запропонованого інститутом способу за своєю технічною сутністю і результатом, який досягається, є спосіб оцінки стану (зокрема газопроникненості) пластів земної кори, заснований на вимірюванні у повітряному приземному середовищі концентрацій глибинних радіогенних газів з врахуванням варіації природної радіоактивності [7]. Цей спосіб, як і розглянутий вище [6], має ту ж саму ваду, а саме – не забезпечує оперативного прогнозування терміну виявлення раптових викидів у очисному вугільному вибої у процесі виймання вугілля.

В основу винаходу поставлена задача створення такого способу прогнозування викидонебезпечності вугільних пластів, який, завдяки поточному вимірюванню у шахтному повітряному середовищі концентрацій радону та метану і оцінки їх співвідношення, забезпечує визначення за динамікою зміни цього співвідношення часу проявлення раптового викиду, що, у свою чергу, дозволить ефективно здійснити противовикидні інженерні заходи та своєчасно евакуювати людей з небезпечної зони, а за рахунок цього забезпечити запобігання людських жертв та мінімізацію матеріальних збитків, які пов'язані з раптовими викидами вугілля та газу метану.

Як відомо [8], у викидонебезпечній зоні вугілля знаходиться у стані механохімічної активації. При цьому стимулюються процеси деструкції міжмолекулярних зв'язків з утворенням газової фази (метану), що різко підвищує імовірність раптового викиду. У той же час внаслідок енергетичної дії механічних сил на гірський масив з його пор еманує (виділяється) глибинний радіогенний газ радон. Газ радіогенного походження – радон є продуктом радіоактивного розпаду радію. Як відомо, у розсіяному стані радій присутній у всіх гірських породах, ґрунтах і водах, тобто у всіх елементах земної кори. У земній корі газу радону дуже мало, проте його небагаточисленні атоми надійно фіксуються за допомогою спеціальних приладів. Чим більше тиск на гірський масив, тим більша (або менша при закритті пор) інтенсивність виходу радону з його пор. Цей факт вперше був експериментально зафіксований в 1981 році американськими вченими Р. Хоулабом і В. Брейді [9], які піддали стисканню кусок звичайного граніту і зафіксували ефект зростання інтенсивності виділення радону з нього при збільшенні тиску.

Необхідно відмітити, що спосіб визначення вмісту в повітрі короткоживучих продуктів розпаду радону, в якому одночасно з відбором проби вимірюють накопичувану активність по альфа-часткам, причому альфа-випромінювання реєструють за енергією, що в 3,5-4,5 разів перевищує енергію реєстрації бета-часток, дозволяє відмовитися від реєстрації бета-часток та не проводити додаткові операції по компенсації зовнішнього гамма фону.

На відміну від способу [7], істотна ознака якого полягає у вимірюванні у шахтному повітряному середовищі концентрації радіогенних газів, у новому способі отримано якісно новий позитивний ефект – можливість більш раннього виявлення небезпечної ситуації (аномалії), навіть в умовах, коли величина енергетичної дії механічних сил, які розв'язують раптові викиди, має понижений

рівень. Це обумовлено тим, що з усіх відомих газів радон має найбільш високу проникаючу здібність. Через це, наприклад, радоновими індикаторами користуються навіть для контролю протигазів на герметичність [10]. Таким чином, з одного боку, завдяки високій проникаючій здібності радону, а з другого боку, можливості надійної реєстрації змінення його концентрації у повітряному середовищі навіть в умовах пониженого рівня величин енергетичної дії механічних сил, які обумовлюють раптовий викид, можливо завчасно і з достатньою точністю робити висновки про наближення фактичних змін механічних сил в умовах певної викидонебезпечної зони до небезпечної границі, за якою можливе розв'язання раптового викиду.

Відома ознака [11], яка стосується вимірювання концентрації радону з метою прогнозування наближення часу руйнуючої дії гірничого тиску на масив гірських порід. На відміну від [11] у [12] ми маємо справу зі співвідношенням концентрації радону до концентрації метану. Порівняно з [11] це забезпечує отримання якісно нового позитивного ефекту, який полягає у тому, що за динамікою зміни величини цього співвідношення судять про наближення небезпечної ситуації, яка обумовлена дією метанового фактору механізму раптового викиду.

Радон – це інертний газ (Rn , густина 9,9 г/л, температура кипіння – 61,8 С, не має ні кольору, ні смаку, ні запаху, не вступає в хімічні реакції з жодною речовиною), концентрація його в повітрі надзвичайно мала, умовно в кілометровому шарі повітря вміщується біля 3 мм чистого газоподібного радону. Радон завжди є в гірському масиві, він утворюється з радію-226, період напіврозпаду якого становить 1617 років, тому об'єм його утворення за час проведення гірничих робіт залишається постійним. Радій – це тверда речовина, яка не переміщується в масиві, переміщується лише газ радон та продукти його розпаду – тверді частинки речовини (аерозолі), які настільки малі, що довго знаходяться в повітрі в завислому стані. Радон має високу дифузійну здатність та прагне заповнити будь-які пустоти, тому зміна концентрації радону в масиві порід характеризує його напружено-деформований стан. Радон – не лише радіогенний газ за походженням, а й сам є радіоактивний, досить нестійкий; найбільш довгоіснуючий його ізопоп радон-222 має період напіврозпаду 3,8 діб, радон-220 – 54 с.

При розпаді радон та дочірні продукти його розпаду виділяють α - частинки, які реєструються приладом; β - частинки та γ - кванти легко відсікаються за рахунок їх меншої енергії. Ізопоп полоній-218 (RaA) має період напіврозпаду 3,05 хв, періоди напіврозпаду свинцю-214 (RaB) та вісмуту-214 (RaC) значно більші і становлять відповідно 26,8 хв та 19,7 хв, тому, чим більше RaA , тим «свіжіший» газ. Це дозволяє контролювати умови накопичення газу метану, оскільки метан (густина 0,72 г/л, температура кипіння – 164,5° С, не має ні кольору, ні смаку, а ні запаху), як і радон, має високу дифузійну здатність (легко проникає через пористі перегородки) і теж заповнює всі можливі пустоти, але є вибухонебезпечним та важко контрольованим газом.

Виконана оцінка особливостей проявлень небезпечних і шкідливих факторів (викидонебезпечності, газоносності, запиленості та інших) у вугільних шахтах з метою виявлення інформативних параметрів, які дозволятимуть контроль геодинамічних умов при проведенні гірничих робіт. Основні особливості цих явищ

полягають в різницях швидкостей їх проявлень, розподілу у просторі та часі протікання, які визначають співвідношення різних інформативних параметрів. Як наслідок проявлень небезпечних тяжких явищ, спостерігається підвищене виділення метану, ріст радіоактивності повітряної суміші, запиленості, тиску та швидкості вихідного струменя, акустичних коливань, електромагнітних випромінювань та інше. Попередня зміна цих фізичних параметрів дає можливість використовувати їх як інформативні для контролю та завчасного прогнозу небезпечних явищ.

Вивчення розподілу радіоактивних елементів у гірських породах ведеться з 1904 року [13]. Природна радіоактивність обумовлена присутністю в гірських породах природних радіоактивних елементів [14] і характеризується: 1) концентрацією радіонуклідів (% чи г/г породи); 2) α -активністю A_α , тобто числом α -частинок, що випускаються 1 мг гірської породи за 1 рік:

$$A_\alpha = 1,037q_{Ra} + 0,0886q_{Th} + 0,368q_U, \quad (1)$$

де q_{Ra} , q_{Th} і q – відповідно концентрації радію Ra у 10^{-12} г/г, Th і U у 10^{-6} г/г; 3) еквівалентним по γ U вмістом U: 1 г Th еквівалентний 0,4 г рівноважного U; 1 г K – $2,5 \cdot 10^{-4}$ г рівноважного U.

У більшості випадків основними α -випромінювачами гірських порід є ізотопи радію Ra, а β - і γ -випромінювачами – ізотопи калію K. Родоначальники трьох радіоактивних сімейств урану та торію ($^{238}_{92}\text{U}$, $^{235}_{92}\text{U}$, $^{232}_{90}\text{Th}$) і численна група елементів, що є продуктами їхнього розпаду, як видно із залежності (1), мають значно менше значення.

У цілому чітка залежність вмісту U і Th від хімічного складу мінералів (у тому числі від вмісту SiO_2 , K і O_2) відсутня. У багатьох породах мінімальні концентрації U і Th відзначаються в кварці та польових шпатах, а більш високі – у магнетиті, апатиті, флюориті, піриті. Для вивержених утворень вапняно-лужної серії магматичних порід характерно поступове зростання вмісту U і Th у ряді ультраосновні – основні – середні – кислі породи, яке пропорційне росту вмісту SiO_2 і K. Найбільш різка межа в радіоактивності намічається між багатими Ca гранітами – плагіогранітами [$U \leq (1,5-3,1) \cdot 10^{-4} \%$, $Th \leq (5-15) \cdot 10^{-4} \%$] і бідними Ca з високим вмістом K [$U \geq (4-10) \cdot 10^{-4} \%$, $Th \geq (20-50) \cdot 10^{-4} \%$]. Інтрузивні й ефузивні утворення з підвищеною лужністю характеризуються ще більш високою радіоактивністю в порівнянні з аналогічними по кислотності породами вапняно-лужної серії.

Метаморфічні породи по вмісту U і Th поділяються на слаборадіоактивні (силікатні породи) і породи з нормальною чи слабко підвищеною радіоактивністю (гнейси, кристалічні сланці та інші, що характеризуються надлишковим вмістом SiO_2 , K_2O , CO_2 і H_2O). Процеси ультраметаморфізму та метасоматозу приводять до підвищення вмісту U і Th і вирівнюванню їх для всіх груп порід.

Осадкові відкладення, первинно збагачені радіоактивними елементами, поділяються на два типи порід: 1) істотно торієносні й ураноносно-торієносні грубоуламкові (конгломерати, гравеліти, піщаники) елювіальних, прибережно-

морських та інших фацій; 2) істотно ураноносні, збагачені фосфором чи органікою породи (вапняки, сланці, піщаники), що формуються в різних фаціальних умовах морських басейнів.

В осадових породах найбільш високою радіоактивністю характеризуються конгломерати і глинисті породи. Відзначається загальна, більш-менш виражена для різних регіонів, залежність підвищення вмісту U і в меншому ступені Th від зменшення розміру гранул порід у ряді "конгломерати – піщаники – алевроліти – аргіліти". Підвищеною радіоактивністю характеризуються також піщані породи (зі значним вмістом польових шпатів, глауконіту, акцесорних мінералів), фосфорити, калійні солі, деякі вуглисті та бітумінозні породи. Найменшою активністю характеризуються карбонати, сульфати і некалійні солі.

З вивержених порід найбільша кількість радіоактивних елементів містять кислі породи (багаті кремнеземом) і найменше – ультраосновні (бідні кремнеземом); з осадових гірських порід найбільшу кількість радіоактивних елементів містять глини, глиниста порода і калійні солі (25–40 % калію), а найменшу – вапняки та інші осадження випарювання. Вміст радіоактивних елементів у метаморфічних породах є проміжним між їхнім вмістом у вивержених і осадових породах.

Проходження заряджених частинок через речовину гірських порід супроводжується різноманітними процесами, що включають зіткнення з атомними електронами, розсіювання кулонівським полем ядер, ядерні реакції, а також вторинні ефекти. Ведучим фактором, що визначає взаємодію різних частинок з речовиною, є їхня енергія. Для ядерної геофізики велике значення мають процеси, які викликаються легкими та важкими зарядженими частинками. Легкими вважаються електрони і позитрони, важкими – протони і частинки з масою, яка більше маси протона (α -частинки та ін.). Усі ці частинки характеризуються порівняно невеликими пробігами в речовині, оскільки їхня енергія звичайно невелика.

Основними силами взаємодії α -частинок з речовиною є кулонівські сили, основними процесами взаємодії – процеси пружного розсіювання й іонізаційного гальмування. Пружне розсіювання – це такий процес взаємодії двох частинок, при якому сумарна кінетична енергія обох частинок зберігається і відбувається лише перерозподіл її між частинками. При цьому самі частинки змінюють напрямок свого руху, тобто відбувається процес розсіювання [15].

Встановлено, що при реалізації вибіркового радіометрів α - випромінювання необхідно використовувати детектори з можливо більш тонким вхідним вікном; застосовувати детектори з великою поверхнею; вживати заходи по стабілізації параметрів, що впливають на взаємне розташування на шкалі амплітуд спектральних піків і границь зон амплітудних селекторів.

Якщо масовий вміст активного з'єднання в джерелі невеликий, то швидкість накопичення інформації виявляється ще більш низькою, і для одержання результату з досить великою статистичною точністю необхідно проводити виміри протягом декількох годин, а іноді і днів.

Проведення безперервного контролю може забезпечити достатню безпеку, але такий контроль занадто тривалий, трудомісткий і не завжди ефективний.

Він потребує налагодження систем безперервного контролю, вибору заздалегідь необхідних параметрів контролю та місць їх проведення. Запропонована концепція комплексного контролю, коли контроль радіаційного стану виконується згідно КД 12.5.005-94 “Руководство по оценке и контролю радиационной обстановки на угольных шахтах” в наступних місцях: вихідні струмені крила і шахти в цілому (як правило біля вентиляційних стволів або в капітальних виробках), вихідні струмені із групи виробок, вміст радону в яких дозволяє характеризувати розподілення радіоактивних забруднювачів по робочих місцях, в місцях з великим водопритоком, в зонах геологічних порушень, вихідні струмені із видобувних дільниць та тупикових виробок для контролю розрахункових значень, а контроль газу метану здійснюється безперервно та всюди по ходу вимірювань [16–23].

Інформативні параметри можна поділити на основні та допоміжні. Основні параметри безпосередньо вимірюються розробленим приладом. До них відносяться:

- для попередження викидонебезпечності – підвищення співвідношення α -радіоактивності короткоживучих ізотопів радону та торону до кількості виділеного метану;

- для визначення газоносності вугільного пласта - підвищення співвідношення кількості метану до об’єму подаваного повітря;

- для визначення запиленості – підвищення спільної радіоактивності при зниженні співвідношення α -радіоактивності короткоживучих ізотопів до α -радіоактивності довгоживучих ізотопів.

До допоміжних інформативних параметрів належать: шумність, тобто кількість імпульсів, що виникають в одиницю часу, або припадає на одиницю довжини проведеної виробки, параметри імпульсів (частота, енергія, тривалість і зміна їх в часі); амплітуда, тривалість та частота імпульсу відклику на ударну дію, позірний електричний опір масиву, параметри фізико-механічних властивостей гірських порід і повітряного середовища, напружено-деформованого стану породного середовища та його тріщинуватості, а також швидкість газовиділення, тиск газу в масиві та газопроникність порід.

Прогноз небезпечних зон по виникненню динамічних явищ на ділянках очисних робіт у вугільних шахтах виконують по показникам годинної шумності. Ефективність контролю залежить від швидкості реакції приладу на зміну інформативних параметрів та знання структури газового поля і механізмів, що впливають на цю структуру і перерозподіл газу.

Комплекс основних та допоміжних параметрів контролю небезпечних і шкідливих факторів і явищ служить для їх картування та прогнозування, в той час, як самі основні інформативні параметри необхідні для забезпечення поточного контролю.

У відповідності з календарним планом за звітний період розроблено параметри оцінки та контролю шахтної атмосфери. Проведена шахтні дослідження експериментальних зразків апаратури та їх випробування на вибухобезпечність та іскробезпечність.

На основі протоколу № 4442-В випробувань вибухонепроникної оболонки

електродвигуна ДПР42-Н1-06 встановлена принципова можливість побудови повітродувки з електродвигуном колекторного типу, повні випробування на вибухобезпечність та іскробезпечність відповідно до ДЕСТу проведені на випробувальному зразку приладу РГА-09МШ. Перші шахтні дослідження виконані в безпечних умовах за газом і/або пилом, основні шахтні експериментальні дослідження виконані на випробувальному зразку приладу («опытном образце»).

Таким чином, розроблено теоретичне обґрунтування застосування методу радіаційного випромінювання як фактора виробничого контролю стану вуглепородного масиву, яке базується на методах почасової селективної реєстрації випромінювання. Виконано аналіз розподілу радіоактивних елементів у гірських породах. Показано, що з вивержених порід найбільшу кількість радіоактивних елементів містять кислі породи (багаті кремнеземом) і найменшу – ультраосновні (бідні кремнеземом); з осадових гірських порід найбільшу кількість радіоактивних елементів містять глини, глинисті породи і калійні солі, а найменшу – вапняки та інші осаждения випарювання. Вміст радіоактивних елементів у метаморфічних породах є проміжним між їхнім вмістом у вивержених і осадових породах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Булат А.Ф. Теоретичне обґрунтування застосування методу радіаційного випромінювання як фактора використання виробничого контролю стану вуглепородного масиву / А.Ф. Булат, В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук, І.О. Єфремов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 66. – С. 3–14.
2. Радиометр эквивалентной равновесной объемной активности радона РГА-09МШ. Руководство по эксплуатации АЖАХ.412123.008 РЭ. – Желтые воды: Тетра, 2007. – 24 с.
3. Радиационная обстановка на шахтах Кривбасу / П.Г. Гагауз, В.М. Куроченко, Ю.М. Чарока, О.І. Молчанов, О.М. Беднарик // Охрана праці на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. – Кривий Ріг: НДІБПГ, 1998. – С. 3–9.
4. Методическое пособие по комплексной геофизической диагностике породного массива и подземных геотехнических систем» / А.Ф. Булат, Б.М. Усаченко, А.А. Яланский, Т.А. Паламарчук, С.И. Скипочка, В.Г. Перепелица [и др.]. – Днепропетровск: ИГТМ, 2004. – 75 с.
5. Пат. № 21328. Україна, МКИ G01S15/00; E 21F5/00. Спосіб прогнозу проривів метану з ґрунту гірничих виробок / І.А. Бобров, Г.І. Колчін, Я.М. Бойко [та інші]. – № 97031041; Заявл. 11.03.97; Опубл. 30.04.98; Бюл. № 2. – 4 с.
6. А.с. 465609 СССР, МКИ G01V5/00. Способ прогнозирования землетрясения / С.С. Сардаров (СССР). – № 1798580/26-25; Заявл. 13.06.72; Опубл. 30.03.75; Бюл. № 12. – С. 89.
7. А.с. 465610 СССР, МКИ G01V5/00. Способ излучения газопроницаемости пластов земной коры / С.С. Сардаров (СССР). – № 1799091/26-25; Заявл. 13.06.72; Опубл. 30.03.75; Бюл. № 12. – С. 89.
8. Механохимические превращения углей при метаморфизме как ведущий фактор внезапных выбросов / Г.Д. Фролков, Г.В. Малова, С.А. Французов, А.Г. Фролков // Уголь. – 1998. – №7. – С. 60–64.
9. Шемь-заде, А.Э. Есть ли в доме горный дух / А.Э. Шемь-заде. – М.: Свет, 1991. – № 6. – С. 29–33.
10. Популярная библиотека химических элементов. Книга вторая. – М.: Наука, 1983. – 573 с.
11. А.с. 548720. СССР, МКИ E21F5/00. Способ контроля напряженного состояния горных пород / И.А. Лугин, В.С. Леринман, Г.Г. Калименов и др. (СССР). – № 1363293/03; Заявл. 18.09.69; Опубл. 25.02.77; Бюл. № 7. – С. 119.
12. Способи оцінки небезпечних явищ в складних гірничо-геологічних умовах на базі вимірювань радіаційних випромінювань / В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук, А.Г. Заболотний // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2004. – Вып. 50. – С. 142. – 148.
13. Филиппов, Е.М. Ядерная физика / Е.М. Филиппов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1973. – Т.1. – 515 с.
14. Разведочная ядерная геофизика. Справочник геофизика. – М.: Наука, 1986. – 632 с.
15. Жуковский, Ю.Г. Практикум по ядерной физике / Ю.Г. Жуковский, В.О. Сергеев, Н.М. Антонова. – М.: Высшая школа, 1975. – 198 с.
16. Голинько, В.И. Контроль взрывоопасности горных выработок шахт / В.И. Голинько, А.К. Котляров, В.В. Белоножко. – Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – 208 с.

17. Руководство по геофизической диагностике состояния системы "крепь – породный массив" вертикальных стволов: Дополнение к «Пособию по восстановлению крепи и армировки вертикальных стволов. РД 12.18.073-88» / А.Ф. Булат, Б.М. Усаченко, А.А. Яланский [и др.]: Донецк: ООО "Лебедь", 1999. – 42 с.
18. Методика геофизического прогноза удароопасности участков угольных пластов и рудных залежей / В.А. Смирнов, В.М. Проскуряков, А.С. Бляхман [и др.]. – М.: Недра, 1980. – 92 с.
19. Временные методические указания по экспресс-определению упругих свойств горных пород ультразвуковым методом на необработанных образцах керна геологоразведочных скважин: РД / А.А. Яланский, Т.А. Паламарчук, С.И. Скипочка [и др.]. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 39 с.
20. Фізичне обґрунтування працездатності та інформативності методу радіаційного випромінювання у вугільних шахтах / В. Г. Перепелиця, А. О. Яланський, Т. А. Паламарчук, А. Г. Заболотний // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2004. – №2. – С. 147–154.
21. Застосування методів радіометрії для контролю зміни напружено-деформованого стану масиву при вугледобуванні / В. Г. Перепелиця, А. О. Яланський, Т. А. Паламарчук, А. Г. Заболотний, І. О. Єфремов // Матер. III міжнародної наук.-практ. конф. «Промышленная безопасность и охрана труда». – Ялта. – 2008. – С. 79–87.
22. Перепелиця В. Г. Апаратурні та методичні розробки застосування методів радіаційного випромінювання для контролю зміни стану масиву при вугледобуванні / В. Г. Перепелиця, А. О. Яланський, Т. А. Паламарчук // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2007. – Вып. 73. – С. 55–61.
23. Методические рекомендации по экспресс-определению упругих и прочностных свойств необработанных образцов горных пород и элементов геоконструктивных конструкций методами неразрушающего контроля: Науч.-практ. пособие / А.Ф. Булат, М.А. Ильяшов, В.В. Левит [и др.]. – Днепропетровск: Монолит, 2011. – 48 с.

Кандидаты техн. наук Л.В. Сергиенко, Е.В. Гладкая
(ИФГП НАН Украины),
канд. геол. наук И.О. Павлов
(ДонНТУ МОНМС Украины),
д-р техн. наук Д.М. Житленок
(ГП «Дзержинскуголь»)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН СКОПЛЕНИЯ СВОБОДНОГО МЕТАНА В ПОДРАБАТЫВАЕМОМ УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Для деяких шахт Красноармійського геолого-промислового району Донбасу наведені результати досліджень впливу основних гірничо-геологічних та гірничотехнічних чинників на характер газовиділення з підроблюваного вуглепородного масиву. На основі отриманих результатів запропоновано критерій формування зон скупчення вільного метану в локальних областях розвантаження порушених пластів-супутників.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE FREE ZONES OF ACCUMULATION OF METHANE IN THE ROCK MASS WITH THE INTERACTION OF NATURAL AND TECHNOGENIC FRACTURES

For some mines of Krasnoarmejsky geologo-industrial region of Donbass results of researches of influence of the basic mountain-geological and mining factors on character of gas evolution from an earned additionally rocky file are resulted. On the basis of the received results the criterion of formation of zones of a congestion of free methane in local areas of unloading of the broken layers-companions is offered.

Выделение метана из углепородного массива является одним из главных факторов осложняющих добычу угля, ухудшающих производительность и безопасность труда.

С увеличением глубины разработки резко ухудшились горно-геологические и горнотехнические условия ведения очистных работ. Значительно возросло выделение метана в выработанное пространство, основными источниками которого являются пласты-спутники, осложнились условия проветривания очистных забоев, а коэффициент эффективности дегазации углепородного массива на добычных участках в среднем составляет 25 %. Это в первую очередь связано с неравномерным распределением свободного метана в углепородном массива, что соответственно отражается на метановыделении. Неравномерность метановыделения из подрабатываемого массива, вмещающего пласты-спутники в зависимости от различных горно-геологических и горнотехнических факторов, отмечалась многими исследователями [1, 2].

Так в работе [1] ранее было установлено, что одним из факторов, влияющих на эффективность дегазации, является скорость подвигания очистного забоя, при увеличении которой зона максимального метановыделения из подрабатываемых пластов перемещается в выработанное пространство, что в свою очередь ухудшает связь дегазационных скважин с этой зоной и влияет на эффективность их работы. Также было отмечено влияние скорости подвигания