

УДК 622.87: 622.831:550.3

М.Ю. Іконніков, канд. техн. наук

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна,
e-mail: ikonnikovm@gmail.com**ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ НАКОПИЧЕННЯ ГАЗУ МЕТАНУ
В ПІДРОБЛЕНОМУ ВУГЛЕПОРОДНОМУ МАСИВІ**

M.Yu. Ikonnikov, Cand. Sci. (Tech.)

State Higher Educational Institution “National Mining University”,
Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ikonnikovm@gmail.com**STUDY OF METHANE ACCUMULATION CONDITIONS
IN UNDERMINED COAL-BEARING ROCK MASSIF**

Мета. Прогнозування місць локального накопичення газу метану в породах, що вміщують вугленосні пласти, на виїмкових дільницях вугільних шахт у процесі просування лави з метою підвищення безпеки робіт.

Методика. Дослідження здійснювалися шляхом визначення (із застосуванням технічних засобів радіаційного контролю) місць підвищеного, у порівнянні з фоновим, вмісту газу радону в суміші з газом метаном у рудниковому повітрі гірничих виробок.

Результати. На підставі розробленої методики оцінки умов і природи накопичення газу метану у вугільному забої та сполучених гірничих виробках із застосуванням методу радіаційного контролю інертного газу радону, та отриманих шляхом шахтних досліджень даних, виявлено місця підвищеного надходження в гірничі виробки радону з нетривалим терміном перебування в атмосфері в суміші з метаном у зонах тектонічних порушень, що свідчить про поточну інтенсивну десорбцію метану та продуктів розпаду радону з підроблених пластів. Це дозволяє завчасно виявляти потенційно небезпечні за метаном ділянки гірничих виробок, а також прогнозувати газову ситуацію на виїмкових дільницях, підвищити безпеку на вугільних шахтах шляхом запобігання досягнення неприпустимих концентрацій газу метану при керуванні провітрюванням і знизити збитки від простоїв, обумовлених газовим фактором.

Наукова новизна. Запропоновано методику прогнозування місць локального накопичення газу метану в підробленому просторі виїмкових дільниць вугільних шахт методом радіаційного контролю.

Практична значимість. Виявлення місць локального накопичення метану в підробленому просторі вугільних шахт дозволяє технологічними заходами попередити раптові викиди метану в гірничі виробки, запобігти аваріям та збільшити продуктивність шахт.

Ключові слова: *підроблені пласти, радіаційний контроль, прогноз, метан, радон*

Постановка проблеми. Збільшення глибини видобутку вугілля (середня глибина перевищує 700 м, а більше, ніж 30 шахт відпрацьовують пласти на глибинах 1000–1400 м) істотно ускладнює гірничо-геологічні умови, у результаті чого збільшується ймовірність викидів порід, вугілля й газу, гірських ударів, глобальних і локальних обвалень порід, завалів виробок, вибухів газу й пилу, що в сукупності визначає значну аварійність гірничих робіт, високий рівень травматизму у вугледобувній галузі й істотно знижує економічні показники роботи вугільних шахт у цілому [1].

Із 190 діючих шахт в Україні 90% є небезпечними за газом метаном, а 60% – за вибухами вугільного пилу. Тільки за останні 10 років у підземних виробках вугільних шахт відбулося 38 вибухів газу й пилу та 78 випадків запалення метану. Незважаючи на порівняно невелику частку вибухів у загальній аварійності, збиток від них досить значний і порівнянний з наслідками від найпоширеніших видів аварій.

Збільшення метанообільності шахт, концентрація й інтенсифікація гірничих робіт, привели до того, що засобами вентиляції вже не вдається знизити вміст метану в рудничній атмосфері до норм, установлених

„Правилами безпеки у вугільних шахтах“, широке застосування розроблених способів і засобів дегазації вугільних шарів, а також прогресивних схем провітрювання, розширило діапазон використання високопродуктивної техніки, дозволило освоїти тисячний рубіж добового видобутку з однієї лави. Разом з тим, навіть комплексне застосування декількох способів і засобів боротьби з метаном у багатьох випадках виявляється недостатнім, що викликає необхідність подальшого вдосконалювання як способів і засобів боротьби з газом у вугільних шахтах, так і його контролю [1, 2]. При цьому особливою унікальністю відрізняються методи радіаційного контролю газу радону [3–5].

Мета. Дослідити можливість прогнозування місць локального накопичення газу метану в породах, що вміщують вугленосні шари, на виїмкових дільницях вугільних шахт у процесі просування лави з метою підвищення безпеки робіт.

Виклад основного матеріалу. З одного боку, газ радон – потужний альфа-випромінювач, що небезпечний для людей. Радон – радіогенний газ, утворюється при розпаді ізотопів радію-226, радію-224 і радію-223 (звідси його назва). Він не тільки радіогенний за походженням, але й сам радіоактивний, досить нестійкий: самий довгоживучий його ізотоп радон-222

(радон) має період напіврозпаду 3,8 доби, другий за „живучістю“ ізотоп радон-220 (торон) – 54 секунди, а ізотоп радон-219 взагалі – 4 секунди. Радон-222 утворюється за ланцюжком при розпаді урану-238, радон-220 – член радіоактивного ряду урану-236 і торію-232. За енергетичною дозою випромінювання газ радон (радон-222) приблизно у 20 разів більше значимий, ніж торон. Радон-219 утворюється в ланцюжку ядерних реакцій при розпаді урану-235, що у природних умовах зустрічається рідко й у малих кількостях, тому впливом цього ізотопу радону зневажають і при вимірах його не враховують.

Радон – це інертний газ (Rn, щільність 9,9 г/л, температура кипіння $-61,8^{\circ}\text{C}$), що не має ні кольору, ні смаку, ні запаху. Він не вступає в хімічні реакції з жодною звичайною речовиною, дуже рідкий за поширенням в атмосфері й концентрації в повітрі. Відносна щільність, стосовно щільності повітря, становить 7,657, у зв'язку з чим можливі накопичення радону в підвалах, перших поверхах будинків, нижніх частинах підземних виробок.

Розпадаючись, радон і торон виділяють важкі α -частки з енергією 5,49 і 6,29 MeV відповідно, які, потрапляючи в організм людини, здатні нанести його здоров'ю непоправну шкоду, у той же час шкіра людини затримує проникнення радону. Мало того, розпад радону, у свою чергу, супроводжується послідовним утворенням радіоактивних ізотопів полонію-218 (RaA) з періодом напіврозпаду 3,05 хв і енергією α -часток 6,00 MeV, свинцю-214 (RaB) з періодом напіврозпаду 26,8 хв, вісмуту-214 (RaC) з періодом напіврозпаду 19,7 хв, потім полонію-214 з періодом напіврозпаду 164 мкс і енергією α -часток 7,69 MeV, а розпад торону супроводжується утворенням радіоактивних ізотопів полонію-216 з періодом напіврозпаду 0,15 с і енергією α -часток 6,78 MeV, свинцю-212 з періодом напіврозпаду 10,64 год, вісмуту-212 з періодом напіврозпаду 60,6 хв і полонію-212 з періодом напіврозпаду 304 нс і енергією α -часток 8,78 MeV. Це основні продукти розпаду, крім них ще випромінюються α -, β -частки й γ -кванти різних енергій, але в менших кількостях або менш енергетично значимі. При контролі α -часток, β -часток й γ -кванти легко відгинаються приладами за рахунок їх меншої енергії.

Продукти розпаду радону й торону – тверді речовини, які утворюють так звані аерозолі – частки настільки дрібні, що вони можуть дуже довго перебувати у зваженому стані в повітрі й разом з ним попадати в легені, а при несприятливих умовах викликати лейкемію або рак легенів. Радон дає, у середньому, за різними оцінками від 50 до 90% тієї дози опромінення, що регулярно отримує кожний житель Землі, при цьому реальні дози можуть досить істотно (у кілька десятків разів) відрізнятись від усереднених.

У багатьох країнах установлені граничні величини середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону в повітрі для різних приміщень, у середньому ці норми коливаються в межах від 50 до 200 Бк/м³. Для України, відповідно до нормативного

документа „Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва й підприємствах будматеріалів України РСН- 356-91“, припустимі рівні середньорічної еквівалентної рівноважної концентрації радону в повітрі приміщень із постійним перебуванням людей не повинен перевищувати 50 Бк/м³.

Відповідно до „Посібника з оцінки й контролю радіаційної обстановки на вугільних шахтах. КД 12.5. 005-94“ і „Норм радіаційної безпеки НРБ-76/87“, шахтарі вугільних шахт України віднесені до обмеженої частини населення (категорія Б), для якої встановлена межа дози за календарний рік, рівна 0,5 бер (біологічний еквівалент рентгена) для всього тіла. Нормативний річний час опромінення для шахтарів прийнято рівним 1700 год/рік, а річний обсяг вдихуваного рудникового повітря – 2500 м³/рік. Зазначена вище межа дози не буде перевищена, якщо середньорічний рівень тільки одного небезпечного фактора на робочому місці не перевищить наступного значення: 110 Бк/м³ для α -часток або 50 мкР/год для β -часток і γ -випромінювання.

З іншого боку, радон через свої унікальні особливості є оптимальним індикатором при різних геологічних і геотехнічних дослідженнях. При цьому не потрібні ніякі додаткові джерела радону, а використовується той фоновий радон, що, незалежно від нас, уже є в природних умовах, причому скрізь, без винятку. Дифузія радону в гірському масиві та його виділення з поверхні визначаються ефективним коефіцієнтом дифузії, що залежить від багатьох факторів. Найбільш важливими з них є пористість, проникність і тріщинуватість. Ці властивості середовища істотно залежать від напружено-деформованого стану масиву. Очевидно, що при стисканні масиву проникність його знижується, а при розвантаженні – збільшується.

Ізотопи радію – тверді речовини. Вони не переміщуються в масиві, переміщається тільки інертний газ радон, що має високу проникаючу здатність і прагне заповнити будь-які порожнечі, отже, динамічні зміни концентрації радону в приповерхньому шарі виробок буде однозначно відбивати динамічні зміни напружено-деформованого стану породного масиву в значному обсязі.

На відміну від методик контролю напружено-деформованого стану й тектонічної будови породного масиву, що в принципі відомі [1], а також з огляду на теоретичні узагальнення [3-5], запропонована методика оцінки умов і природи накопичення газу метану в підробленому масиві вугільного вибою й сполучених гірських виробок на основі методу радіаційного контролю інертного газу радону й продуктів його розпаду (RaA, RaB, RaC). Особливість методики полягає в тому, що вона враховує факт ідентичності умов накопичення (а не утворення) газів метану й радону у вільному просторі, тоді як властивості їх частково збігаються, а частково істотно різні. Крім того, у цей час прилади радіаційного контролю дозволяють визначати не тільки концентрації газів радону й торону, але й об'ємну активність (концентрації) дочірніх продуктів розпаду радону-222 у повітрі.

Як і радон, газ метан (CH₄, щільність 0,72 г/л, температура кипіння $-164,5^{\circ}\text{C}$) не має ні кольору, ні смаку, ні

запаху. Відносна щільність становить 0,554, у зв'язку з чим можливі зосередження метану у верхніх частинах підземних виробок. Дифузійна здатність метану в 1,6 разів більше, ніж повітря, унаслідок чого він легко проникає через пористі перегородки. Метан разом із повітрям горить і вибухає. Залежно від співвідношення концентрацій метану й кисню в повітрі можливі різні види реакцій при вибуху. Вибух максимальної сили відповідає концентрації метану 9,5%. Нижньою концентраційною межею вибуховості метану (НПВ), звичайно, прийнято вважати 5%, а верхньою межею вибуховості (ВПВ) – 16%. При інших рівних умовах найбільш легко запалюється суміш повітря з метаном при його вмісті 7–8%. Вибухом називають запалення, що супроводжується ударною хвилею. Швидкий ріст тиску у фронті полум'я, переданого від шару до шару, народжує ударну хвилю, що поширюється зі швидкістю звуку (330 м/с) [2, 3].

Основна причина раптових вибухів пилогазових сумішей у вугільних шахтах – це накопичення неприпустимих концентрацій газу метану або вугільного пилу, яких можна уникнути, якщо заздалегідь виконувати профілактичні роботи, а також тимчасово припинити видобуток, що й застосовується у всіх країнах світу. Безпосередній привід для вибуху – іскра, вона може бути й природного походження, але, найчастіше, виникає через грубу зневагу правилами безпеки. Вибухи пилогазових сумішей у принципі неможливі, якщо відсутні газ і вугільний пил у великих обсягах.

Однак раптове накопичення метану можливе й у результаті раптового обвалення або видавлювання порід покрівлі гірничих виробок, викидів вугілля й газу, раптових проривів метану при проведенні бурових робіт, але, найчастіше, „сплески метану“ виникають при виконанні звичайних технологічних операцій, тому їх попередження або зниження їх проявів – досить важливе й актуальне завдання. При цьому, запропонована методика має принципове значення для визначення часу й природи накопичення газу метану.

Для розуміння суті методики необхідно зупинитися на основних концептуальних передумовах:

1. Насамперед, вугільні родовища осадові за походженням, досить метаморфізовані, тому як метан, так і радон у недоторканому вуглепородному масиві заповнює весь вільний поровий простір більш-менш рівномірно, у тій або іншій кількості.

2. Радон – досить нестійкий газ (період напіврозпаду 3,8 доби для радону-222 і 54 секунди для радону-220), тому його наявність (кількість), насамперед, характеризує або джерело утворення, або шлях проникнення газу від джерела, або те й інше в комплексі.

3. У сучасних приладах радіометричного контролю реалізують метод Маркова (Томаса або інші модифікації), для чого досліджуване повітря прокачують протягом 5 хв через фільтр, наприклад АФА-РСП10, зі швидкістю 10 – 40 л/хв, після чого двічі – з 1-ої по 4-ту й з 7-ої по 10-ту хвилини після закінчення відбору проб, вимірюють α -активність фільтра. Для визначення об'ємної активності дочірніх продуктів торону й внесення відповідних виправлень у значення об'ємної активності дочірніх продуктів ра-

дону при необхідності роблять третій (третій і четвертий) вимір активності фільтра протягом 30 хв через 5–24 год після відбору проби. Об'ємні активності обчислюють за відомими формулами автоматично.

4. Оскільки газ радон має високу проникаючу здатність і він прокачується разом із повітрям, то після прокачування сам радон на виміри вже не робить ніякого впливу. Через відсікання по енергії β -часток і γ -квантів енергетично значимі, як ми вже відзначали, залишаються радіоактивні ізотопи газу радону-222: полоній-218 (RaA) з періодом напіврозпаду 3,05 хв, свинець-214 (RaB) з періодом напіврозпаду 26,8 хв і вісмут-214 (RaC) з періодом напіврозпаду 19,7 хв. Це основні тимчасові характеристики, за якими можна робити зворотний відлік часу для визначення умов накопичення суміші газів у цілому.

5. Варто звернути особливу увагу на той факт, що ізотопи полонію-218 (RaA) мають період напіврозпаду 3,05 хв, а ізотопи полонію-216 – взагалі 0,15 с, тобто, уже до початку першого виміру, після початку прокачування (сьома хвилина), більше половини ізотопів полонію-218 і практично всі ізотопи полонію-216, що осіли на фільтрі, уже розпалися, тому істотну роль грають більш „довгоживучі“ ізотопи. Таким чином, чим більше RaA, тим більш „свіжий“ газ. Якщо перший вимір N_1 (число зареєстрованих імпульсів за винятком фону) і другий вимір N_2 (з 12-ої по 15-ту хв після початку прокачування) близькі за величиною, то це значить, що ізотопів газу радону-222 на фільтрі мало, а, отже, і газу радону в атмосфері вже практично немає, а залишилися тільки тверді продукти розпаду газу торону (радону-220), оскільки період напіврозпаду його одного з ізотопів свинцю-212 дорівнює 10,64 год.

6. Для попередження раптових „сплесків“ газу метану надзвичайно важливо заздалегідь визначити джерела можливого його надходження (вугільний пласт, що вміщують породи, пласти-супутники, вироблений простір, відшарування й порожнечі). Метан із виробленого простору можна видалити під час ремонтної зміни, однак визначити домінуючі джерела метану в працюючому вибої практично неможливо, тому газ радон може служити природним індикатором для газу метану: чим більше „довгоживучих“ ізотопів у відібраній пробі, тим більш тривалий час проходили процеси його накопичення. Тому у виробленому просторі, суфлярах, де газу накопичувалися тривалий час, будуть переважати гази з „довгоживучими“ ізотопами радону, а в газах, що виділилися безпосередньо при руйнуванні вугілля й породи, ще зберігаються й „короткоживучі“ ізотопи.

За участю автора розроблена „Методика дослідження перехідних аерогазодинамічних процесів і оцінки параметрів провітрювання в гірничих виробках шахти „Ім. А.Ф. Засядька“, що увійшла, як доповнення, до розробленої ІГТМ АН України та погодженої шахтою „Ім. А.Ф. Засядька“ „Методики комплексного моніторингу проявів гірського тиску та аерогазодинамічних параметрів у конвеєрних та вентиляційних штреках 2-ої та 3-ої західних лав пл. 14 шахти „Ім. А.Ф. Засядька“

Особливість методики полягає в тому, що вона враховує факт ідентичності умов накопичення (а не утворення) газів метану й радону у вільному просторі, тоді як властивості їх частково збігаються, а частково істотно різні, що дозволяє оцінити умови та природу накопичення газу метану у вугільному забої й сполучених гірничих виробках на основі методу радіаційного контролю інертного газу радону та продуктів його розпаду (RaA, RaB, RaC).

Крім того, у даний час прилади радіаційного контролю дозволяють визначати не тільки концентрації газів радону та торону, але й об'ємну активність (концентрації) дочірніх продуктів розпаду радону-222 в повітрі.

Для проведення вимірів застосований радіометр еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону РГА-09МШ (спільна розробка ІГТМ НАН України та ЗАТ „Тетра“ [1], м. Жовті Води), у комплект якого включений автоматизований сигналізатор метану „Сигнал 5“ (спільна розробка кафедри аерології й охорони праці НГУ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України та заводу „Червоний металіст“, м. Конотоп). В основу апаратури закладений вимір еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону-222 і торону (радону-220) в повітрі, а також об'ємної активності (концентрації) дочірніх продуктів розпаду (ОА ДПР) радону-222 Po-218 (Ra), Pb-214(RaB), Bi-214 (RaC) при одночасному безперервному контролі концентрації метану. При перевищенні припустимого рівня концентрації метану автоматично включається звуковий сигнал.

Співробітниками шахти „Ім. А.Ф. Засядька“, разом з ІГТМ НАН України, проведені виміри радону у виробках шахти з метою визначення місць тектонічних порушень та зон підвищеного гірського тиску [6].

З використанням цих результатів автором був проведений аналіз та обробка вимірів співставленням накопичення метану із виділенням радону з метою дослідження можливості прогнозування місць локального накопичення газу метану в породах, що вміщують вугленосні пласти.

Проведена обробка вимірів у конвеєрному ходці східної уклонної лави шахти „Ім. А.Ф. Засядька“, що перетинає на своєму шляху два диз'юнктивних тектонічних порушення й зону підвищеного гірського тиску. Обидва тектонічні порушення мають по кілька розривів, охоплюють зони вздовж виробки приблизно 200 і 100 м відповідно за її ходом. Зона підвищеного гірського тиску досягає 200 м і перебуває між тектонічними порушеннями.

На рисунку показано відносне збільшення дебіту метану R , що надійшов у конвеєрний ходок східної лави пласта І4 разом з продуктом розпаду радону (Po-218 з періодом напіврозпаду 3,05 хв), до його загального збільшення (визначається також за ізотопами Pb-214 з періодом напіврозпаду 26,8 хв та Bi-214 з періодом напіврозпаду 19,7 хв)

$$R = \Delta q_r / \Delta q_i,$$

де Δq_r – збільшення дебіту метану, що надійшов разом з Po-218; Δq_i – збільшення дебіту метану, що надійшов разом з Po-218, Pb-214 і Bi-214.

Шахтні дослідження дозволили виявити місця підвищеного надходження в гірничі виробки радону з нетривалим терміном перебування в атмосфері в суміші з метаном у зонах тектонічних порушень. Це свідчить про поточну інтенсивну десорбцію метану та продуктів розпаду радону з підроблених пластів. Встановлено, що в зоні тектонічних порушень (1200–1400 м) значення показника R в 1,7–1,8 разів вище, ніж у зонах опорного тиску (500–800 м, 1500–1600 м.) (рис.).

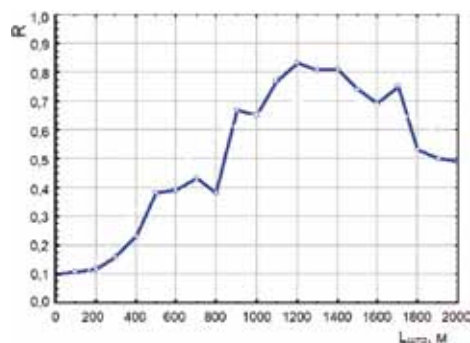


Рис. Відносне збільшення дебіту метану (R), що надійшов із продуктом розпаду радону

Необхідно особливо звернути увагу на той факт, що в зоні підвищеного гірського тиску в результаті руйнування гірських порід, тріщинуватості не тільки виділяється підвищена кількість радону, але й значно переважає кількість „короткоживучих“ ізотопів над „довгоживучими“, тобто відбуваються процеси посиленого гірського тиску. У зонах тектонічних порушень вміст різних ізотопів вирівнюється, але зберігається підвищений вміст радону та його ізотопів.

Висновки. Розроблена методика визначення динаміки метановиділення при посадці основної покрівлі із застосуванням радіометричного контролю, обліком кількості ізотопів радону-222 і періодів їх напіврозпаду, ідентифікації за тривалістю знаходження в шахтному повітрі, дозволяє виявити місця інтенсивного надходження метану з виробленого простору, потенційно небезпечної за метаном ділянки гірничих виробок, а також завчасно прогнозувати газову ситуацію на виїмковій дільниці, запобігати досягненню неприпустимих концентрацій газу метану при керуванні провітрюванням і знизити збитки від простоїв, обумовлених газовим фактором.

Список літератури / References

1. Геомеханічний моніторинг підземних геотехнічних систем / [А.В. Анциферов, С.І. Скіпочка, А.О. Яланський та ін.] – Вид-во „Ноулідж“, 2010. – 251 с.
Antsyferov, A.V., Skipochka, S.I. and Yalanskyi, A.O. (2012), *Heomekhanichniy monitorynh pidzemnykh heotekhnichnykh system* [Geotechnical Monitoring of Underground Mechanical Systems], Publishing House “Knowledge”.
2. Булат А.Ф. Научно-методические основы и реализация технологии дегазации углепородного массива – „газового горизонта“ / А.Ф. Булат, Е.Ф. Звягильский // Материалы международного энергетического форума „МЭФ СНГ-04“. – Ялта, 2004. – Секция Уголь СНГ. – С. 1–4.

Bulat, A.F. and Zviahylyskiy Ye.F. (2004), "Methodological foundations and implementation of coal-bearing rock massif (so called 'gas horizon') degasation technology", *Proc. of the International Energetics Forum "MEF SNG-04"*, Yalta, pp.1–4.

3. Способи оцінки небезпечних явищ у складних гірничо-геологічних умовах на базі вимірювань радіаційних випромінювань / [В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук та ін.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск: ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины, 2004. – Вып. 50. – С. 142–148.

Perpelytsia, V.H., Yalanskyi, Ya.O. and Palamar-chuk, T.A. (2004), "Ways of estimation of dangerous occurrences in difficult geologic and mining conditions through measuring of radioactive emissions", *Geotechnicheskaya mekhanika*, published by N.S. Polyakov IGTM NAS of Ukraine, Dnepropetrovsk, Issue 50, pp. 142–148.

4. Фізичне обґрунтування працездатності та інформативності методу радіаційного випромінювання у вугільних шахтах / [В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук та ін.] // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2004. – №2. – С. 147–154.

Perpelytsia, V.H., Yalanskyi, Ya.O. and Palamar-chuk, T.A. (2004), "Physical substantiation of the radioactive emissions measuring method efficiency in coal mines", *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu*, no.2, pp. 147–154.

5. Теоретичне обґрунтування застосування методу радіаційного випромінювання як фактора використання виробничого контролю стану вуглепородного масиву / [А.Ф. Булат, В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський та ін.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск: ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины, 2006. – Вып. 66. – С. 3–14.

Bulat, A.F., Perpelytsia, V.H. and Yalanskyi, Ya.O. (2006), "Theoretical substantiation of the radioactive emissions measuring method use for control of rock massif state", *Geotechnicheskaya mekhanika*, published by N.S. Polyakov IGTM NAS of Ukraine, Dnepropetrovsk, Issue 66, pp. 3–14.

6. Застосування методів радіометрії для контролю зміни напружено-деформованого стану масиву при вугледобуванні / [В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук та ін.] // Матер. III міжнародної наук.-практ. конф. „Промышленная безопасность и охрана труда“. – Ялта, 2008. – С. 79–87.

Perpelytsia, V.H., Yalanskyi, Ya.O. and Palamar-chuk, T.A. (2008), "Application of radiometry methods for control of stressed state of rock massif during coal production", *Proc. of the 3rd International Scientific Conf. "Promyshlennaya bezopasnost i okhrana truda"*, Yalta, pp. 79–87.

Цель. Исследовать возможность прогнозирования мест локального накопления газа метана в породах, содержащих угленосные слои, на выемочных участках угольных шахт в процессе продвижения лавы с целью повышения безопасности работ.

Методика. Исследования осуществлялись путем определения с применением технических средств радиационного контроля мест повышенного, по сравне-

нию с фоновым, содержания газа радона в смеси с газом метаном в рудничном воздухе горных выработок.

Результаты. На основании разработанной методики оценки условий и природы накопления газа метана в угольном забое и примыкающих горных выработках с применением метода радиационного контроля инертного газа радона, и полученных путем шахтных исследований данных, выявлены места повышенного поступления в горные выработки радона с непродолжительным сроком пребывания в атмосфере в смеси с метаном в зонах тектонических нарушений, что свидетельствует о текущей интенсивной десорбции метана и продуктов распада радона из подрабатываемых пластов. Это позволяет заблаговременно выявлять потенциально опасные по метану участки горных выработок, а также прогнозировать газовую ситуацию на выемочных участках, повысить безопасность на угольных шахтах путем предотвращения достижения недопустимых концентраций газа метана при управлении проветриванием и снизить ущерб от простоев, обусловленных газовым фактором.

Научная новизна. Предложена методика прогнозирования мест локального накопления газа метана в подработанном пространстве выемочных участков угольных шахт методом радиационного контроля.

Практическая значимость. Выявление мест локального скопления метана в подработанном пространстве угольных шахт позволяет технологически мероприятиями предупредить внезапные выбросы метана в горные выработки, предотвратить аварии и увеличить продуктивность шахт.

Ключевые слова: *подработанные пласты, радиационный контроль, прогноз, метан, радон*

Purpose. Study the possibility of predicting locations of accumulation of methane gas in rocks containing coal-bearing strata in the working areas of coal mines in the process of face moving.

Methodology. The studies have been carried out through determining the locations of high, compared to the background, content of radon gas in the gas mixture of methane in the mine air.

Findings. The research resulted in localization of the areas of increased inflow of radon mixed with methane into the tunnels in zones of tectonic disturbances, indicating intensiveness of desorption of methane and radon decay products from undermined strata. It allows us to control the gas composition of mine air and locate potentially dangerous segments.

Originality. The author proposes the method of predicting locations of methane accumulation in mine air by means of radiation control.

Practical value. Timely identification of places of local accumulation of methane in coal mines allows us to prevent sudden methane emissions by technological measures, prevent accidents and reduce losses from delays in production process.

Keywords: *undermined strata, radiation monitoring, prognostication, methane, radon*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Голіньком. Дата надходження рукопису 19.06.12.